



EL ECLIPSE TOTAL DE SOL DEL 11 DE JULIO DE 1991

Salvador Pérez Cárdenas.
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
Instituto Politécnico Nacional
aspcardenas@hotmail.com

Adelina Rosas Mercado
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
Instituto Politécnico Nacional

Fabián David Martínez Valdés
Instituto Politécnico Nacional
fabianmarv@hotmail.com

Resumen

*En este artículo se realiza una explicación sobre las condiciones astronómicas del **eclipse total solar del 11 de julio de 1991**. Su trayectoria de visibilidad empezó en el océano Pacífico y Hawái, continuó a través de **México** y siguió por Centroamérica (Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) hasta Sudamérica (Colombia, la región amazónica de Perú y Brasil). Este eclipse tuvo una duración muy prolongada en su fase de totalidad: 7 minutos y 2 segundos (desde las 13:21 hasta las 13:28:02, hora local de la CDMX).*

Apogeo y perigeo

Todos los planetas del sistema solar describen alrededor del Sol órbitas elípticas con nuestra estrella en uno de sus focos. Lo mismo ocurre con los satélites de los planetas que, en sus órbitas alrededor del planeta también describen órbitas elípticas, en este caso con el planeta en uno de sus focos, como establece la 1ª Ley de Kepler.

Como se señaló, la órbita de la Luna alrededor de la Tierra describe una elipse con la Tierra en uno de sus focos. El punto en que la Luna se encuentra más alejada de la Tierra (donde la velocidad orbital es mínima), se dice que la Luna está en **apogeo** (del griego ἀπό: lejos' y γη: 'Tierra'). Cuando la Luna se encuentra en esta situación, la distancia entre ambos cuerpos es de 405,000 km, aproximadamente, y su velocidad es la menor en toda su órbita: 0.96 km/s.

El tiempo que la Luna tarda en completar una órbita alrededor de la Tierra es de 27 días, 13 horas y 18 minutos (periodo entre dos perigeos sucesivos).

Cuando la Luna se encuentra en el punto más cercano a la Tierra en su órbita alrededor de esta, se dice que se encuentra en **perigeo** (del griego περίγειος); en ese caso la distancia Tierra-Luna es de aproximadamente 365,000 km y la velocidad de la Luna alrededor de la Tierra es la máxima de su órbita: 1.08 km/s.



Fig. 1. Tamaño aparente de la Luna en apogeo y perigeo
<https://lacienciaparatodos.wordpress.com/2009/01/11/ese-peazo-de-luna/>

Afelio y perihelio

Cuando la Tierra, en su órbita elíptica alrededor del Sol se encuentra más lejana de este, se dice que la Tierra está en **afelio**, a unos 147.5 millones de kilómetros. Por el contrario, cuando la Tierra se encuentra en el punto más cercana al Sol, está en **perihelio** y la distancia Tierra-Sol en ese caso es de unos 152.6 millones de kilómetros.



Fig. 2. Tamaño aparente del Sol en afelio y perihelio.
<http://www.educa.madrid.org/web/ies.rayuela.mostoles/webrayuela/Publicaciones/Apuntes%20CulturaCientifica/Tema%20Tierra/PlanetaTierra.htm>



Eclipse solar

Para que un eclipse total de Sol ocurra, la Luna deberá estar en luna nueva y el Sol deberá estar en su posición aparente, alineado con el sistema Tierra-Luna cerca de uno de los nodos de la órbita de la Luna, en una línea recta casi perfecta, con un pequeño margen de tolerancia. El eclipse solar sólo puede ser visible a lo largo de un camino acotado de la superficie terrestre. No es el caso de los eclipses lunares que son visibles desde cualquier lugar donde sea de noche.

Las órbitas de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra no son coplanares, es decir, están inclinadas una con respecto a la otra en un ángulo de $5^{\circ} 9'$. Para que un eclipse de Sol o de Luna pueda ocurrir, Sol, Tierra y Luna deben, como primer requisito, estar alineados, es decir, Tierra y Luna deben coincidir en cualquiera de los dos únicos puntos (nodos) en que la órbita de la Luna alrededor de la Tierra corta el plano orbital de la Tierra alrededor del Sol. Si ese corte ocurre del lado opuesto al Sol, el eclipse será lunar; si la coincidencia ocurre entre la Tierra y el Sol, el eclipse será solar, total si la localidad desde la cual se observa está dentro de la trayectoria de la umbra (con una anchura máxima de 270 km), y parcial si está en la de la penumbra (ver la figura 3 del esquema de un eclipse más adelante).

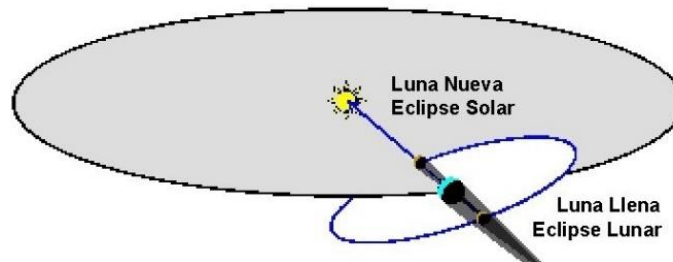


Fig 3. Esquema de un eclipse.

Ambas órbitas, la de la Tierra alrededor del Sol y la de la Luna alrededor de la Tierra son elípticas (1ª Ley de Kepler), esto es, que la distancia entre la Tierra y el Sol (y entre la Luna y la Tierra) no es constante, sino que crece y decrece siguiendo un patrón periódico.

Otra característica del sistema Sol-Tierra-Luna es que el tamaño aparente del Sol y de la Luna, vistos desde la Tierra, es casi el mismo. El diámetro del Sol, en números redondos, es casi 400 veces mayor que el de la Luna, pero, curiosamente, el Sol está casi 400 veces más lejos de la Tierra que la Luna, lo que hace que se vean prácticamente del mismo tamaño aparente.

Entonces, cuando los tres cuerpos se alinean en el orden Sol-Luna-Tierra, la Luna cubre al Sol **casi** exactamente.

El **casi** es muy importante. Si la Tierra está en afelio, su posición más lejana del Sol, este se vería un poco más pequeño que en perihelio (posición más cercana al Sol). De modo alternativo, cuando la Luna se encuentra en perigeo, se ve más grande que en apogeo. La combinación de todos esos factores resulta en la gran variedad de modos en que los eclipses se presentan, más notablemente en el caso de los solares. Por citar algunos casos: si la alineación Sol-Luna-Tierra no es perfecta, se tendrá un eclipse parcial de Sol. Si la alineación es perfecta pero la Luna está cerca de su apogeo y/o la Tierra cerca de su perihelio, el Sol parecerá más grande que la Luna y el eclipse será anular.

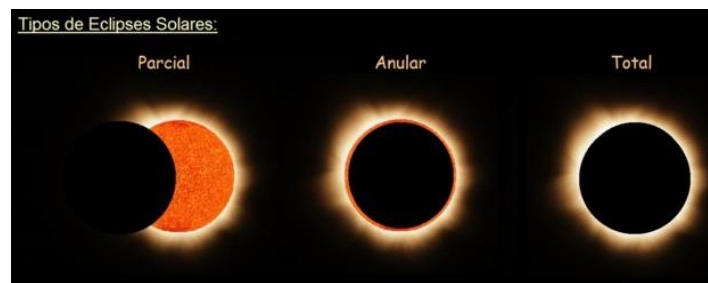


Fig. 4. Tipos de eclipses solares. <https://www.calendar.com/mexico/eclipse-solar/>

Eclipse del 11 de julio de 1991

En el caso del eclipse solar de 1991, la Luna debe haberse encontrado cerca de su perigeo y la Tierra cerca de su afelio, resultando que la Luna era aparentemente más grande que el Sol, por lo que la Luna cubrió al Sol por completo, y sobradamente, por más tiempo que en otros eclipses sin esa conjunción de características; de ahí su duración anómalamente larga, de poco más de 7 minutos, cuando se tiene que la duración promedio es de unos 5 minutos (la duración máxima puede llegar hasta 7.5 minutos).

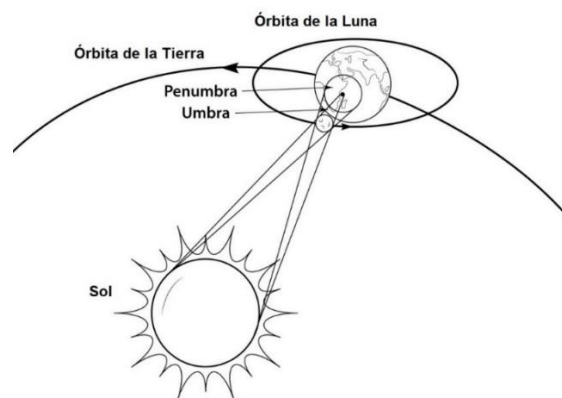


Fig. 5. Segundo esquema de un eclipse solar



Fig. 6. Imagen de la totalidad del eclipse solar de 1991 como se vio en México
<https://www.elsoldetoluca.com.mx/doble-via/ciencia/asi-fue-el-eclipse-total-de-sol-de-1991-en-mexico-3887511.html>

La longitud aproximada de las órbitas de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra es, respectivamente: 930 y 2.42 millones de km. La velocidad orbital de la Tierra va desde 28.76 km/s en el afelio, a 30.75 km/s en el perihelio.

Incidentalmente, cabría agregar que la cultura maya clásica, fue capaz de calcular eclipses, solares y lunares. En una tabla (*Códice Dresden*), estructurada de tal manera que era posible reutilizarla gracias a un algoritmo de corrección, la fecha de comienzo es en el siglo VIII y permite que sea usada hasta el siglo XVIII, es decir por un periodo de 1,000 años.

Referencias bibliográficas

s/a (11 de julio 2019). El sol de Toluca. Así fue el eclipse total de sol de 1991.
<https://www.elsoldetoluca.com.mx/doble-via/ciencia/asi-fue-el-eclipse-total-de-sol-de-1991-en-mexico-3887511.html>

s/a <https://www.calendar.com/mexico/eclipse-solar/>

Houtgast, J. (2017). *Eclipse*. <https://www.britannica.com/science/eclipse>

Link, F. (2015). *Eclipse Phenomena in Astronomy*. USA: Springer.