

# Físico-química

# 3°

Formación General del Ciclo Orientado

# Eclipses. Conocimiento científico y reflexión filosófica

Actividades para estudiantes

Serie PROFUNDIZACIÓN · NES



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires

**JEFE DE GOBIERNO**

Horacio Rodríguez Larreta

**MINISTRA DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN**

María Soledad Acuña

**SUBSECRETARIO DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Diego Javier Meiriño

**DIRECTORA GENERAL DE PLANEAMIENTO EDUCATIVO**

María Constanza Ortiz

**GERENTE OPERATIVO DE CURRÍCULUM**

Javier Simón

**SUBSECRETARIO DE CIUDAD INTELIGENTE Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA**

Santiago Andrés

**DIRECTORA GENERAL DE EDUCACIÓN DIGITAL**

Mercedes Werner

**GERENTE OPERATIVO DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA**

Roberto Tassi

**SUBSECRETARIA DE COORDINACIÓN PEDAGÓGICA Y EQUIDAD EDUCATIVA**

Andrea Fernanda Bruzos Bouchet

**SUBSECRETARIO DE CARRERA DOCENTE Y FORMACIÓN TÉCNICA PROFESIONAL**

Jorge Javier Tarulla

**SUBSECRETARIO DE GESTIÓN ECONÓMICO FINANCIERA Y ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS**

Sebastián Tomaghelli

## Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología (SSPECT)

### Dirección General de Planeamiento Educativo (DGPLEDU)

#### Gerencia Operativa de Currículum (GOC)

Javier Simón

**Equipo de generalistas de Nivel Secundario:** Bettina Bregman (coordinación), Cecilia Bernardi, Ana Campelo, Cecilia García, Julieta Jakubowicz, Marta Libedinsky, Carolina Lifschitz, Julieta Santos

**Especialistas:** Gabriela Jiménez y Hernán Miguel (coordinación), Demián Casaubon, Andrea Clerici

### Subsecretaría de Ciudad Inteligente y Tecnología Educativa (SSCITE)

#### Dirección General de Educación Digital (DGED)

#### Gerencia Operativa de Tecnología e Innovación Educativa (INTEC)

Roberto Tassi

**Especialistas de Educación Digital:** Julia Campos (coordinación), Uriel Frid

---

### Equipo Editorial de Materiales Digitales (DGPLEDU)

**Coordinación general de materiales digitales:** Mariana Rodríguez

**Coordinación editorial:** Silvia Saucedo

**Colaboración y gestión editorial:** Manuela Luzzani Ovide

**Edición y corrección:** Marta Lacour

**Corrección de estilo:** Vanina Barbeito

**Diseño gráfico y desarrollo digital:** Octavio Bally

**Ilustraciones:** Susana Accorsi

(Sobre la base de imágenes de dominio público).

---

Este material contiene las actividades para estudiantes presentes en *Físico-Química. Eclipses. Conocimiento científico y reflexión filosófica. Tercer año.*  
ISBN 978-987-673-470-7

Se autoriza la reproducción y difusión de este material para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se especifique claramente la fuente.  
Se prohíbe la reproducción de este material para reventa u otros fines comerciales.

Las denominaciones empleadas en este material y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte del Ministerio de Educación e Innovación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

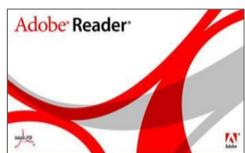
Fecha de consulta de imágenes, videos, textos y otros recursos digitales disponibles en Internet: 15 de mayo de 2019.

© Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Ministerio de Educación e Innovación / Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología.  
Dirección General de Planeamiento Educativo / Gerencia Operativa de Currículum, 2019.  
Holmberg 2548/96 2.º piso–C1430DOV–Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

© Copyright © 2019 Adobe Systems Software. Todos los derechos reservados.  
Adobe, el logo de Adobe, Acrobat y el logo de Acrobat son marcas registradas de Adobe Systems Incorporated.

## ¿Cómo se navegan los textos de esta serie?

Los materiales de la serie Profundización de la NES cuentan con elementos interactivos que permiten la lectura hipertextual y optimizan la navegación.



Adobe Reader Copyright © 2019.  
Todos los derechos reservados.

Para visualizar correctamente la interactividad se sugiere bajar el programa [Adobe Acrobat Reader](#) que constituye el estándar gratuito para ver e imprimir documentos PDF.

### Pie de página

 **Volver a vista anterior**

Al clicar regresa a la última página vista.



Ícono que permite imprimir.



Folio, con flechas interactivas que llevan a la página anterior y a la página posterior.

### Itinerario de actividades

 **Actividad 1**

**El valor del conocimiento científico**

Organizador interactivo que presenta la secuencia completa de actividades.

### Notas al final

<sup>1</sup> Símbolo que indica una nota. Al clicar se direcciona al listado final de notas.

**Notas**

<sup>1</sup> Ejemplo de nota al final.

### Actividades

**Actividad 1 El valor del conocimiento científico**

- a. Lean el texto a continuación para, luego, reflexionar sobre el valor del conocimiento científico en el pasado, en el presente y en el futuro.

### Íconos y enlaces

El color azul y el subrayado indican un [vínculo](#) a un sitio/página web o a una actividad o anexo interno del documento.

## Itinerario de actividades

### **Actividad 1**

**El valor del conocimiento científico**

### **Actividad 2**

**Insumos para analizar eclipses**

### **Actividad 3**

**¿Por qué y cómo se producen los eclipses?**

### **Actividad 4**

**Eclipses 2019-2021**

## Actividad 1 El valor del conocimiento científico

- a. Lean el texto a continuación para, luego, reflexionar sobre el valor del conocimiento científico en el pasado, en el presente y en el futuro.

### Dos eclipses en la historia

#### Tales de Mileto, el nacimiento de la Filosofía y una guerra suspendida<sup>1</sup>

En el siglo VI antes de Cristo, en la ciudad de Mileto (hoy Turquía) vivió un hombre llamado Tales. Era un comerciante, muy preocupado por el saber de su época. Cuentan los cronistas que viajó por algunas regiones muy importantes de su tiempo (Babilonia y Egipto) y se empapó de los conocimientos matemáticos de estas culturas.

Muchos historiadores de la filosofía concuerdan en que el 28 de mayo del año 585 a. C. se dio un eclipse total de Sol que pudo observarse desde Mileto y que Tales había anunciado. Dice Heródoto (un historiador griego): “En el año sexto de la guerra que ellos (medos y lidios) venían haciéndose entre sí con igual fortuna, sucedió que, cuando la batalla estaba trabada, el día se convirtió de repente en noche. Tales el milesio había predicado a los jonios que iba a tener lugar esta alteración del día, fijándolo en el año en que precisamente ocurrió”. La batalla fue suspendida.

La predicción de este eclipse por parte de Tales es tomada como inicio de una manera racional de conocer: la filosofía. Contrastando con las explicaciones exclusivamente míticas o religiosas de la época, una nueva forma de explicar el mundo y los fenómenos estaba naciendo. Tales, mediante el uso exclusivo de la razón, pudo predecir un fenómeno astronómico.

¿Por qué es importante para nosotros esta nueva manera de conocer? Porque la filosofía, a medida que se fue desarrollando, fue dando lugar a las ciencias tal como hoy las conocemos. Probablemente, hoy estemos acostumbrados a predicciones científicas de este tipo, pero hace más de 2500 años un razonamiento así era un hecho para nada común.

### La astucia de Colón y un eclipse muy oportuno<sup>2</sup>

Como ustedes saben, Colón realizó cuatro viajes a nuestro continente; en el último de ellos sucedió un episodio que puede darnos una dimensión de la importancia que en la historia se les dio a los fenómenos que estamos estudiando. ¿Cuál fue?

Una serie de infortunios hizo que la tripulación que acompañaba a Colón quedara varada en la isla de Jamaica un 25 de junio de 1503. Los nativos de la isla recibieron hospitalariamente a la tripulación durante un tiempo, cerca de seis meses, luego de los cuales la convivencia no fue tan amistosa. Tanto es así, que algunos tripulantes al mando de Colón se amotinaron y saquearon alimentos de los nativos, cometiendo actos de violencia. Los rebeldes fueron tomados prisioneros.

Colón se sintió obligado a salvarlos, pero... ¿cómo? El jefe de la tribu decidiría pronto qué hacer con ellos. El plan fue curioso: en esa época, los navegantes llevaban consigo el llamado almanaque *Regiomontanus*, una especie de recopilación de eventos astronómicos que ayudaba a los navegantes a calcular sus rutas y, como se dice vulgarmente, "llegar a buen puerto".

El conocimiento astronómico estuvo a favor de Colón, ya que a través de este almanaque pudo saber que el jueves 29 de febrero de 1504 tendría lugar un eclipse total de Luna. El resto fue astucia. Colón se reunió con el jefe de la tribu y le dijo que su dios estaba enojado porque había tomado a los tripulantes como prisioneros y que si no los liberaba borraría la luna, volviéndola de un color rojo sangre. Cuando llegó el día indicado, los nativos de la isla de Jamaica se llenaron de espanto al ver el espectáculo de la luna color rojo sangre y liberaron a los prisioneros, a cambio de que Colón intercediera con su dios para que la luna volviera a su aspecto normal.

- b. A partir de lo leído, respondan las siguientes preguntas:
- ¿Piensan que, en cada uno de los episodios, el conocimiento sobre los eclipses tiene el mismo valor? ¿Por qué?
  - ¿Cómo podrían caracterizar el valor del conocimiento en cada caso?
  - ¿Qué beneficios creen que produce en Argentina el conocimiento de que el eclipse del 2 de julio de 2019 puede observarse desde nuestro territorio? Piensen en beneficios económicos y no económicos (intercambios no monetarios).
  - En la actualidad, ¿qué conocimientos podrían tener un valor equivalente a los que caracterizaron?

Para ampliar:

- ¿Qué investigan hoy los científicos argentinos que se preocupan por los temas astronómicos?
- Según los cálculos de los astrónomos, y si bien los eclipses de Sol son frecuentes, el próximo eclipse con una configuración semejante a la del eclipse del 2 de julio de 2019 ocurrirá dentro de dieciocho años. ¿Cuáles piensan que serán los conocimientos científicos más valorados en ese momento?

c. Intercambien sus conclusiones con el resto de la clase.

## Actividad 2 Insumos para analizar eclipses

En la actividad anterior se hizo foco en el valor del conocimiento científico en relación con los fenómenos astronómicos. Las próximas actividades invitan a saber más acerca de los eclipses y a responder preguntas tales como las siguientes: ¿Qué coincidencias numéricas intervienen para que ocurran eclipses? ¿Por qué y cómo se producen los eclipses de Sol y de Luna? ¿Cómo influye la ubicación geográfica en la visibilidad de un eclipse? ¿Qué conocimientos adquiridos desde la infancia contribuyen a comprenderlos? ¿Cómo se utilizan los diagramas y animaciones para saber de antemano cómo ocurrirán?

### Primera parte. Imágenes para comenzar

En los eclipses que se ven desde la Tierra intervienen tres tipos de astros: una estrella, un planeta y un satélite natural que ustedes conocen desde muy pequeños.

- Generen una tabla de tres columnas. Busquen e incorporen en cada columna una imagen de cada uno de los tres astros que intervienen en los eclipses en condiciones habituales. Debajo de cada imagen del Sol y de la Luna hagan lo mismo, con imágenes de sus eclipses reales.
- Reflexionen a partir de la pregunta: ¿qué circunstancias consideran que deben suceder a priori para que ocurran eclipses de Sol y de Luna visibles desde la Tierra? Compartan sus reflexiones con el resto de la clase.

### Segunda parte. Real, aparente, y coincidencias numéricas

Cuando se mira el cielo, las apariencias engañan. Las estrellas de la noche aparecen como puntos titilantes. El Sol es una estrella y, sin embargo, se ve mucho más grande que las estrellas nocturnas. En su fase de Luna llena, nuestro único satélite natural parece tener un tamaño similar al del Sol. Entonces, al observar los astros, hay que diferenciar entre qué es lo real y qué es lo aparente.

- c. Para distinguir lo real de lo aparente, tengan en cuenta que existe una relación entre los diámetros del Sol y de la Luna, y una relación entre la distancia de ambos astros a la Tierra. Diámetro y distancia son variables significativas para que ocurran eclipses. Analicen estos datos y respondan las preguntas a continuación:
- Diámetro real de la Luna: 3.479 km. Diámetro real del Sol: 1.391.000 km.
    - ¿Cómo se relacionan numéricamente esos diámetros entre sí?
  - Distancia real Luna-Tierra: 384.400 km. Distancia real Sol-Tierra: 150.000.000 km. (Son promedios.).
    - ¿Cómo se relacionan numéricamente esas distancias entre sí?
  - Diámetro angular de Sol y de Luna: alrededor de  $31'$  (tamaño aparente para el ojo humano, expresado en ángulo).
    - En base a los datos y respuestas anteriores, ¿por qué consideran que se pueden producir los eclipses de Sol?
- d. La estrella Sol ilumina al planeta Tierra y a nuestro único satélite natural, la Luna. Se trata de cuerpos aproximadamente esféricos, de ahí que Tierra y Luna proyectan conos de sombra en el espacio al ser iluminadas por el Sol, como se ve en la siguiente simulación de eclipses:
- [“Eclipse Interactive”](https://www.highered.mheducation.com/interactive-eclipse), en *highered.mheducation*.

### Para tener en cuenta



#### Cómo utilizar la simulación

A la izquierda de la simulación se muestran eclipses de Sol y de Luna vistos por encima (arriba) y de perfil (abajo). A la derecha y abajo se elige entre eclipse de Sol y de Luna y la elección modifica lo que ocurre a la izquierda. En el cuadro, arriba a la derecha, se muestra el aspecto del eclipse seleccionado, visto desde la Tierra.

#### Glosario

- “*Tilt from orbit*” (inclinación de la órbita): modifica la alineación requerida en un eclipse, siendo  $0^\circ$  la alineación exacta.
- “*Earth-Moon distance*” (distancia Tierra-Luna): indica la distancia Tierra-Luna comprendida entre la de perigeo (punto de la órbita lunar más cercano a la Tierra) y la de apogeo (punto de la órbita lunar más lejano a la Tierra), siendo 384.400 km el promedio.
- “*Size of Moon*” (tamaño de la Luna): permite variar el diámetro de la Luna (100 % es el que se ve desde la Tierra).

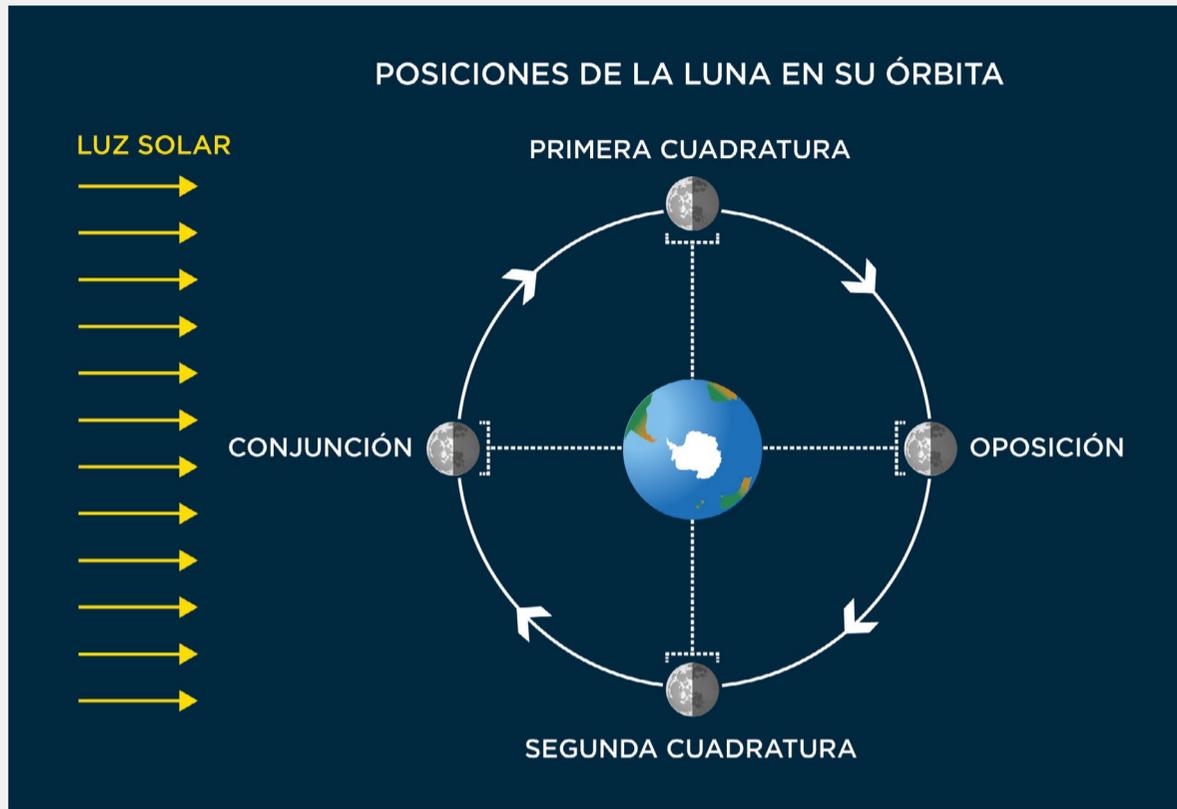
- e. A partir de lo explorado en la simulación, reflexionen y respondan:
- ¿Qué ocurre para que, a veces la Luna y a veces el Sol, desaparezcan eclipsados por un cono de sombra para quien los observa desde la Tierra?
  - ¿Cuál sombra interviene en un eclipse de Sol y cuál en uno de Luna?

### Tercera parte. Fases de la Luna y eclipses

En su condición de satélite natural de la Tierra, la Luna recorre una órbita a su alrededor que completa en unos 27,3 días. Quienes vivimos en la Tierra le vemos cambiar su aspecto en un ciclo llamado fases lunares, en un período de unos 29,5 días. Observar las *fases lunares* diariamente en el cielo real y en simulaciones permite razonar y aplicar esa observación a la comprensión de los eclipses.

- f. Observen la Luna real, día tras día, a la misma hora y desde el mismo lugar, para notar su cambio de aspecto y posición en el cielo. Registren lo observado (aspecto, posición en el cielo comparada con estrellas de fondo y con objetos en el lugar de observación, referencia a los puntos cardinales, u otra cuestión aportada por ustedes). Lo ideal es observar un ciclo completo diariamente, pero en unos diez días ya se ven los cambios. Se sugiere hacerlo desde lugares altos (azoteas, últimos pisos en edificios de departamentos) o, si es posible, en el campo.
- g. Observen y analicen el ciclo completo de las fases lunares en la simulación [“The Moon's Orbit”](http://sepuplhs.org), en [sepuplhs.org](http://sepuplhs.org). En esta simulación se ve la Tierra por encima del polo norte y en rotación. La Luna orbita al planeta, mientras el Sol ilumina ambos astros. Para empezar la simulación, la Luna debe estar entre la Tierra y la luz solar.
- Den *play* a la simulación y observen una órbita completa de la Luna.
  - Reinicien (igual que hicieron con la órbita anterior), pero ahora pausen cada 90° de recorrido (son cuatro pausas en total).
  - Analicen esos cinco momentos (antes de dar el primer *play* y las cuatro pausas) e identifiquen, entre los siguientes nombres, el nombre de la fase lunar cada vez que el satélite está parado: Luna llena, cuarto menguante, Luna nueva, cuarto creciente.
  - Lo que muestra la simulación, en el cuadro ubicado arriba a la derecha, es la evolución de las fases para un observador terrestre del hemisferio norte. Sin embargo, para quienes las observamos desde el hemisferio sur sucede diferente. Consulten el anexo 1, [“Un aspecto, dos perspectivas”](#). Lean la información y la imagen. Relacionen y comparen lo que se ve en el recuadro de la simulación con la manera en que ustedes ven las fases lunares desde la Ciudad de Buenos Aires. Saquen una conclusión general sobre cómo se las ve, según el hemisferio del observador.

- La siguiente imagen muestra cuatro posiciones de la Luna en su órbita, con los nombres con los que las llaman los astrónomos. En este caso, se ve la Tierra por encima del polo sur terrestre. Relacionen esas posiciones con las cuatro principales fases lunares que analizaron anteriormente.



Posiciones de la Luna en su órbita.

**h.** Respondan las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la relación entre las cuatro principales fases lunares y las posiciones que adopta la Luna en su órbita?
- ¿Qué porcentaje de la superficie total de la Luna estiman que se ve en cada una de las cuatro fases principales?
- ¿Cómo ven la misma fase lunar distintos observadores, ubicados simultáneamente en latitudes medias del hemisferio norte y del hemisferio sur terrestre?
- Para especular: ¿en qué fase y posición presumen que debe estar la Luna para que ocurra un eclipse de Sol y uno de Luna, según se los ve desde la Tierra?

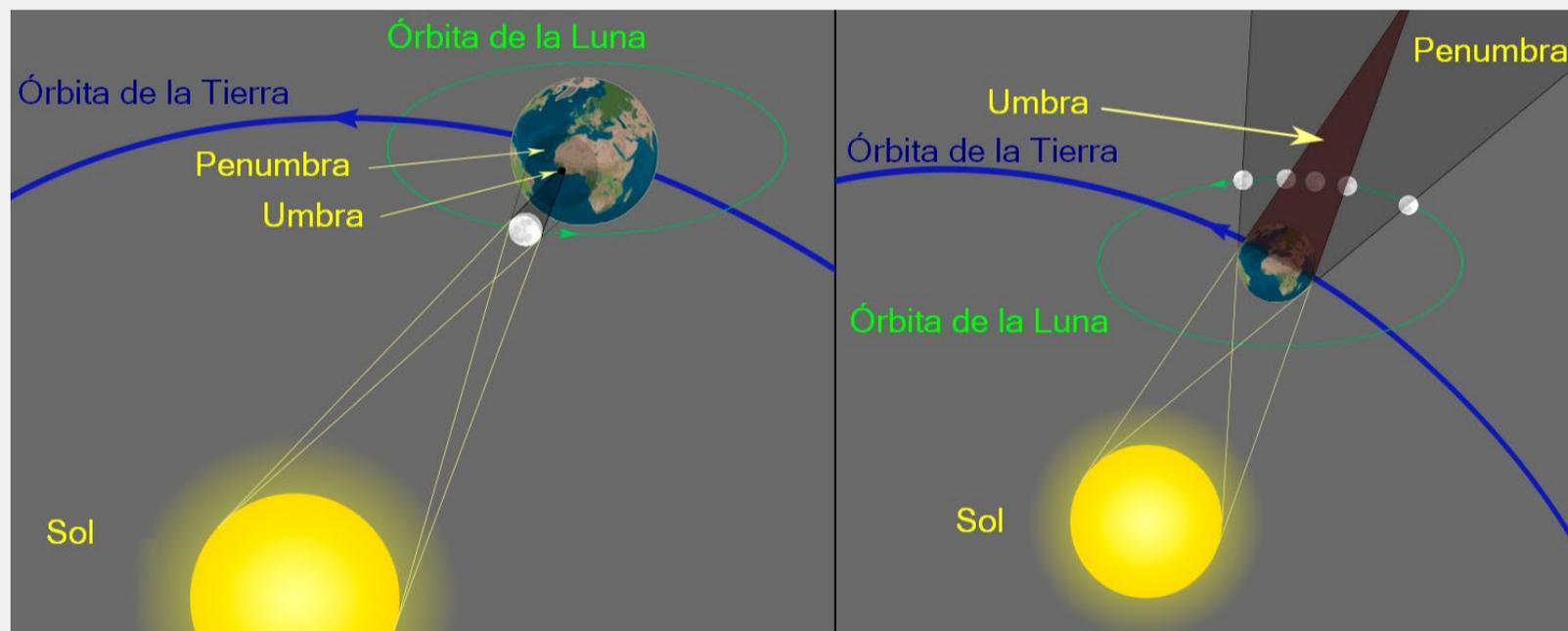
### Actividad 3 ¿Por qué y cómo se producen los eclipses?

En la actividad anterior se propuso relacionar diámetros y distancias para conocer las coincidencias numéricas que intervienen en los eclipses y, también, analizar las fases lunares y su conexión con estos fenómenos. En esta actividad podrán inferir por qué y cómo se producen, expresarlo con vocabulario de astrónomos y conocer los diferentes tipos de eclipses, tanto de Sol como de Luna.

#### Primera parte. Geometría de los eclipses

- a. El ciclo de las fases lunares que ya analizaron es permanente. Cada fase se repite mensualmente y dos de ellas intervienen en los eclipses; sin embargo, no hay eclipses todos los meses. Hay una condición más para considerar, que es clave. Para inferir de qué se trata, analicen los tres sets de gráficos que siguen (sets **a. 1**, **a. 2** y **a. 3**) y respondan las preguntas a continuación.

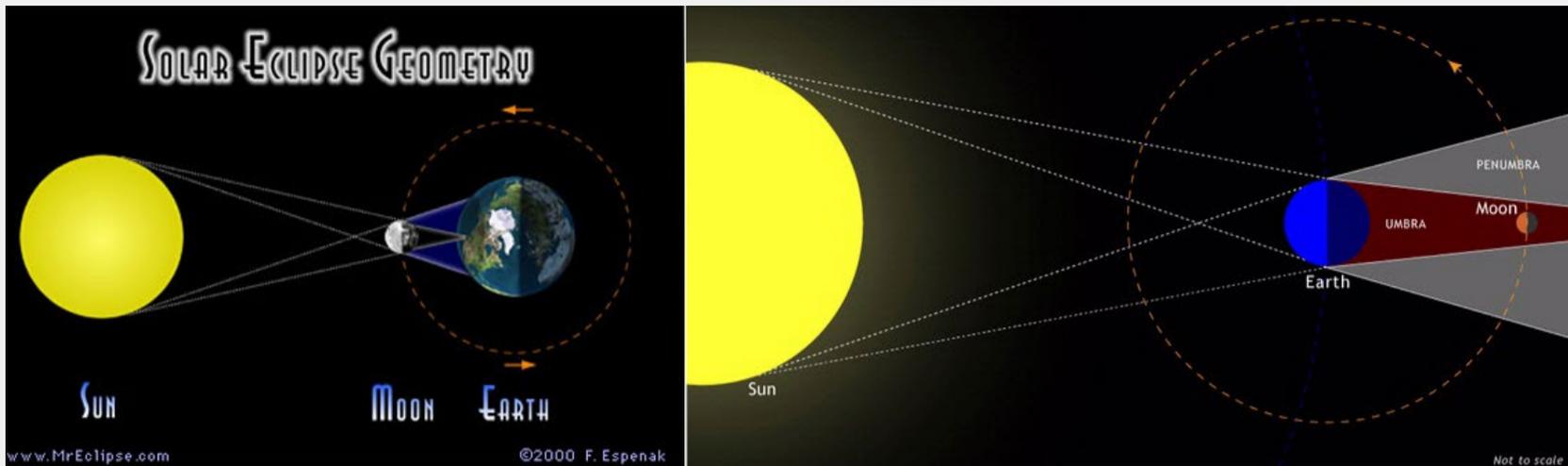
#### Set a. 1



Eclipses de Sol y de Luna vistos desde arriba.

- ¿En qué fase y posición está la Luna en cada eclipse?

## Set a. 2

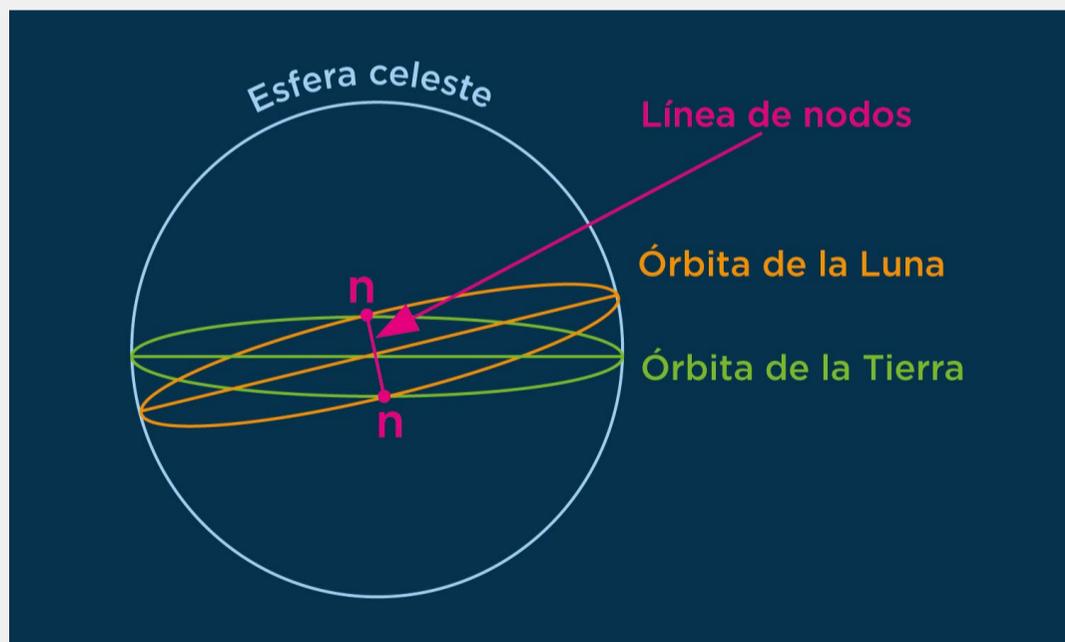


Eclipses de Sol y de Luna vistos de perfil.

- ¿Cómo están los tres astros en ambos eclipses?

Si se pudieran aislar en el espacio las órbitas de la Tierra y de la Luna y proyectarlas en la esfera celeste (comúnmente llamada *cielo*, que es la esfera ideal que rodea al observador terrestre, al que se supone en su centro), el resultado simplificado sería el siguiente:

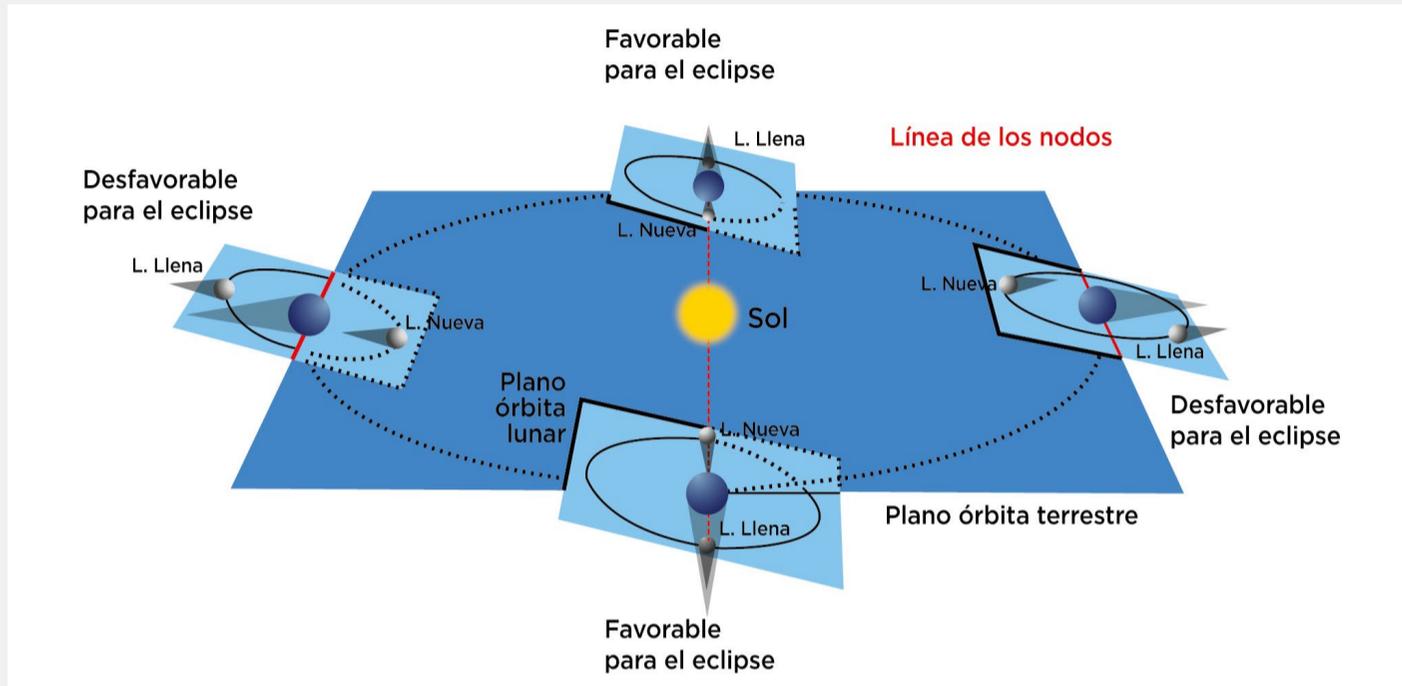
## Set a. 3



Inclinación de la órbita lunar respecto de la terrestre. Su proyección en la esfera celeste.

Es posible observar que ambas órbitas no coinciden, sino que forman un ángulo de unos  $5^\circ$

(que aquí se muestra exagerado). Entonces, se interceptan en una línea que se llama “línea de los nodos”, porque sus puntos extremos son, precisamente, los nodos. Se dice que la órbita lunar está inclinada  $5^\circ$  respecto de la órbita terrestre. Solo cuando la Luna pasa por nodos o sus cercanías, los tres astros —Sol, Tierra y Luna— pueden alinearse. La siguiente imagen muestra un detalle de los tres, la inclinación mencionada y la línea de los nodos. Las sombras son elocuentes.



Inclinación de la órbita lunar respecto de la terrestre y línea de los nodos.

- ¿Por qué se considera que los nodos son puntos claves? ¿Dónde debe ubicarse la Luna para que ocurra un eclipse y por qué?

**Para tener en cuenta**

*Aclaración:* el primer set de gráficos (**a.1**) muestra la fase y la posición que tiene la Luna en ambos eclipses. El segundo set (**a.2**) muestra, además de esa posición, la alineación requerida, con el cono de sombra involucrado (negro en el eclipse de Sol y rojizo en el de Luna) y la penumbra (azul en ambos). El tercer set (**a.3**) muestra, en dos imágenes, la inclinación orbital de la Luna con respecto a la órbita terrestre y dos puntos claves, llamados nodos, protagonistas de los eclipses. De aquí en más, es importante tener muy en cuenta el contenido conceptual de estas imágenes.

**Segunda parte. Condiciones astronómicas con vocabulario de astrónomos**

b. Luego de analizar las simulaciones, animaciones y gráficos propuestos en las actividades anteriores, ya están en condiciones de referirse al tema empleando vocabulario de astrónomos. Completen el siguiente cuadro:

Condiciones astronómicas de los eclipses			
	Posición de la Luna	Fase de la Luna	Alineación
En eclipse de Sol	Luna en...		Luna en un nodo o sus cercanías.
En eclipse de Luna	Luna en...		Luna en un nodo o sus cercanías.

- c. Respondan las siguientes preguntas:
- ¿Cuál es para ustedes la principal condición que define la ocurrencia de un eclipse y por qué?
  - ¿En qué circunstancia orbital consideran que se producirían eclipses de Sol y de Luna todos los meses, y cómo se distribuirían?
- d. Sol, Tierra y Luna se mueven. Consulten el anexo 2, [“Movimientos de los tres astros”](#) y respondan: ¿por qué la zona terrestre desde la que se puede observar un eclipse se desplaza a medida que avanza el fenómeno y cómo sucede?

**Tercera parte. Tipos de eclipses**

e. Hay diferentes tipos de eclipses, tanto de Sol como de Luna. Completen con esos tipos el cuadro que sigue, incluyendo algunas características. Elijan e inserten una imagen de cada uno.

**Recursos digitales**



Internet tiene cientos de sitios web para consultar. Se sugiere leer el artículo [“Cuáles son los distintos tipos de eclipses que existen y dónde se verán los próximos”](#), en *BBC Mundo*, del 27 de febrero de 2017. Es de divulgación masiva y contiene buena información.

Para la selección de imágenes, se sugieren los sitios de NASA y ESO (Observatorio Europeo Austral). Pueden buscarse con las palabras claves “NASA real eclipses images” y “ESO real eclipses images”. De esa forma, aparecerán múltiples enlaces posibles. Luego, se selecciona “Imágenes” en el menú superior de búsqueda de Google.

G.C.A.B.A. | Ministerio de Educación e Innovación | Subsecretaría de Planeamiento Educativo, Ciencia y Tecnología.

Tipos de eclipses			
Eclipses de Sol	Características	Eclipses de Luna	Características
Total		Total	
Parcial		Parcial	
Anular		Penumbral	
Híbrido			

**Para tener en cuenta**



*Aclaración:* cuando resuelvan toda la secuencia sabrán buscar tipos de eclipses por año, registrar cuándo y cómo ocurrieron en el pasado y cuándo y cómo ocurrirán en el futuro.

- f. Ingresen en la simulación [“Eclipse Interactive”](#), en *highered.mheducation* (ya explorada en la actividad 2). Practiquen con sus tres comandos para simular eclipses y modifiquen variables.

### Para tener en cuenta

#### Cómo utilizar la simulación

A la izquierda de la simulación se muestran eclipses de Sol y de Luna vistos por encima (arriba) y de perfil (abajo). A la derecha y abajo se elige entre eclipse de Sol y de Luna y la elección modifica lo que ocurre a la izquierda. En el cuadro, arriba a la derecha, se muestra el aspecto del eclipse seleccionado, visto desde la Tierra.

#### Glosario

- “*Tiltfromorbit*” (inclinación de la órbita): modifica la alineación requerida en un eclipse, siendo  $0^\circ$  la alineación exacta.
- “*Earth-Moon distance*” (distancia Tierra-Luna): indica la distancia Tierra-Luna comprendida entre la de perigeo (punto de la órbita lunar más cercano a la Tierra) y la de apogeo (punto de la órbita lunar más lejano a la Tierra), siendo 384.400 km el promedio.
- “*Size of Moon*” (tamaño de la Luna): permite variar el diámetro de la Luna (100 % es el que se ve desde la Tierra).

- g. A partir de lo realizado con el simulador resuelvan las siguientes consignas:
- ¿Por qué se produce un eclipse anular de Sol?
  - ¿Cómo consideran que opera la posición de la Luna en un nodo o cerca de un nodo en los tipos de eclipses?
  - Describan lo que sucede durante los eclipses de Sol y de Luna teniendo en cuenta lo siguiente: alineación exacta ( $0^\circ$  *tiltfromorbit*) y tamaño real de la Luna (*Size of Moon* 100 %). Observen eclipses de Sol y de Luna y luego modifiquen el tamaño de la Luna (agrandar y achicar). ¿Qué debería cambiar para observar un eclipse anular de Sol más brillante (anillo solar más grande)?
  - ¿Qué circunstancia hipotética consideran que acortaría la etapa de totalidad (tiempo en que el astro está totalmente eclipsado) de un eclipse total de Luna?
  - Propongan otras circunstancias para explorar con el simulador.

## Actividad 4 Eclipses 2019-2021

Todos los años ocurren eclipses de Sol y de Luna. Se los puede apreciar desde diferentes lugares del planeta que van cambiando cada vez, en función de las circunstancias peculiares de cada uno. Algunas de esas circunstancias se repiten a intervalos de dieciocho años y diez u once días (o período Saros) y, otras, cada 400 años.

En esta actividad se propone indagar dos eclipses en particular: el total de Sol del 2 de julio de 2019 y el total de Luna del 26 de mayo de 2021.

### Primera parte. Diagramas que dicen mucho

Los diagramas de eclipses de Sol y de Luna permiten conocer de antemano cómo ocurrirán estos eventos, sus circunstancias globales y locales. Algunos se elaboran sobre mapas de los lugares de la Tierra desde donde se verán. Otros, dibujan su aspecto en un corte transversal. Todos se basan en datos numéricos. Aquí se analizará parte de esa información.

#### a. Diagramas de eclipse de Sol

Trabajarán con el eclipse del 2 de Julio de 2019, en el sitio web del prestigioso *Almanaque Náutico* de Reino Unido, cuya información astronómica es de alta calidad. Muestra las circunstancias globales y locales del evento en tres representaciones que deben tener en cuenta: circunstancias globales (arriba, *global circumstances*); simulación (medio); y circunstancias locales (abajo, *local circumstances*).

#### Para tener en cuenta

Para acceder a las circunstancias mover el *scroll*. Hay un código de colores en las circunstancias globales: gris oscuro en zona de 200 km de ancho, donde se ve como eclipse total; gris medio en zona donde se ve como parcial (aun siendo total); gris claro en zona donde se ve incompleto (porque el Sol sale o se pone “durante” el eclipse); blanco donde el eclipse no se ve.

- Ingresen en [“Total Eclipse of the Sun: 2019 July 02”](#), en *The Astronomical Data Portal* (@UK Hydrographic Office. *Products and Services of Her Majesty's Nautical Almanac Office*. Observen la ocurrencia del eclipse en la simulación (medio) y en el diagrama global (arriba) y respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Dónde está el punto de vista de estos diagramas tal como se ven en pantalla?
  - ¿Cómo se ve este eclipse desde Argentina según los colores?
  - ¿Desde qué países se puede ver el eclipse como total, como parcial y como incompleto? ¿Desde qué países de la región representada no se ve?

- Muevan el *scroll* hacia abajo y observen las circunstancias locales (*local circumstances*) del eclipse y su animación (*animation*) desde las siguientes ciudades argentinas: Ciudad de Buenos Aires, San Juan, Posadas, Viedma, y una a su elección. Respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Qué porcentaje de Sol eclipsado (*máximo obscuration*) ve cada observador de esas localidades?
  - ¿A qué se debe la diferencia referida en la pregunta anterior, si el evento es uno y sucede simultáneamente para todos?
  - Elijan una localidad (fuera de Argentina) de la lista de circunstancias locales en las que deberían ubicarse para observar el fenómeno como total.
  - Observen y comparen animación y circunstancias locales para Manaos (Brasil), Medellín (Colombia) y Punta Arenas (Chile).
  - ¿Todas las personas enfrentadas a este eclipse total de Sol de las localidades analizadas lo ven como total? ¿O cómo lo ven?
  - Las personas que lo ven como total, ¿lo experimentan así de comienzo a fin o cómo lo experimentan?
- Elaboren una conclusión general acerca de cómo ven este mismo eclipse total de Sol observadores con diferente ubicación geográfica.

### b. Diagramas de eclipses de Luna

Trabajarán con el eclipse total de Luna del 26 de mayo de 2021, graficado en [“Total Eclipse of the Moon: 2021 May 26”](#), en *The Astronomical Data Portal @ UK Hydrographic Office. Products and Services of Her Majesty's Nautical Almanac Office.*

#### Para tener en cuenta



La imagen tiene dos partes. La superior muestra el corte transversal del cono de sombra terrestre y su penumbra (gris oscuro y claro respectivamente), y la Luna atravesando ambas en etapas indicadas en Tiempo Universal (UT en inglés). P es penumbra y U es umbra (sombra). En este diagrama aparecen algunos momentos en particular: P1, la Luna entra en la zona de penumbra; U1, entra en la sombra; MID, instante medio del eclipse; U4, la Luna sale completa de la sombra o umbra, y P4, la Luna sale completa de la penumbra (fin del eclipse).

La parte inferior muestra las zonas de la Tierra desde donde se ve el eclipse. Su código de colores es el siguiente: áreas blancas, el eclipse es visible (Luna está sobre el horizonte durante todo el eclipse); áreas en gris oscuro, el eclipse no es visible (Luna debajo

del horizonte durante todo el eclipse); y áreas con diferentes tonos de gris: la Luna está saliendo u ocultándose durante las principales etapas del eclipse (saliendo con el eclipse comenzado en el lado izquierdo del diagrama, y ocultándose antes que el eclipse termine en el lado derecho del diagrama).

- Ingresen en la imagen (hagan clic sobre ella para agrandar), analicen y respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Cómo se ve este eclipse total de Luna desde Argentina, según los colores?
  - ¿Qué lugares elegirían para verlo en su esplendor?
  - ¿Los habitantes de qué lugares no lo pueden ver?
  - ¿Hay quienes lo ven como parcial o todos los enfrentados al eclipse lo ven como total? ¿Por qué?

### c. Comparación de los diagramas de elipses de Sol y de Luna

- Comparen los diagramas de ambos eclipses totales, teniendo en cuenta el código de colores de cada uno, y respondan las siguientes preguntas:
- ¿En cuál de ellos todos los observadores posibles ven al astro totalmente eclipsado y en cuál hay observadores que solo lo ven parcialmente eclipsado?
- ¿Cuál es el motivo por el que esto ocurre?

## Segunda parte. Etapas y duración

- d. Lean la siguiente información para analizar las etapas de un eclipse y su duración.

### Etapas y duración de un eclipse

Aun dentro de un eclipse total hay diferentes **etapas**, denominadas penumbral y umbral. La penumbral, que ocurre al principio y al final del evento, es el tiempo en el que el astro eclipsado atraviesa la penumbra que rodea al cono de sombra. La etapa umbral es el tiempo en el que el astro atraviesa la umbra o cono de sombra que lo eclipsa. Y, dentro de esta última, ocurre la etapa de totalidad propiamente dicha, en la que el astro está totalmente eclipsado (porque está totalmente dentro del cono de sombra).

La **duración** de los eclipses varía en cada ocasión. Se mide en función de instantes precisos. Algunos, ya mencionados, son P1, U1, U2, U3, U4 y P4, que marcan los instantes en los que el astro que será eclipsado entra o sale de P (penumbra) y U (umbra o sombra). En un eclipse de Sol U y P son producidas por la Luna, y en un eclipse de

Luna U y P son producidas por la Tierra, en ambos casos porque el Sol ilumina a la Luna y a la Tierra.

(El código de P y de U es el siguiente: P1, instante en que el astro que será eclipsado entra en la penumbra; U1, instante en el que entra en la umbra o sombra (comienza a verse parcialmente eclipsado); U2, el astro entró completamente en la sombra y comienza la “totalidad propiamente dicha”; U3, el astro comienza a salir de la sombra (nuevamente se ve parcialmente eclipsado); U4, sale completamente de la sombra. P2: sale de la penumbra).

La duración de la totalidad propiamente dicha varía significativamente según se trate de un eclipse total de Sol o de Luna. El Sol puede permanecer oculto durante un máximo de siete minutos; en cambio, la Luna, durante unos cien minutos. En un eclipse de Sol esta duración varía con la posición del observador terrestre.

- e. Las etapas y duración de los eclipses también se publican en varias efemérides astronómicas con diagramas. Observen los diagramas [“Total Solar Eclipse of 2019 July 02”](#) y [“Total Lunar Eclipse of 2021 May 26”](#), de NASA, para los eclipses totales de Sol del 2 de julio de 2019 y de Luna del 26 de mayo de 2021, respectivamente.
  - Busquen en ambos diagramas los instantes mencionados (P1, U1, U2, U3, U4 y P4).
  - Completen los cuadros que siguen (duración de los eclipses y duración del astro totalmente eclipsado). Pueden hacerlo en Tiempo Universal (TU) o *Universal Time* (UT en inglés), empleado en estos sitios, o en HOA (Hora Oficial Argentina), es decir, restando tres horas al TU. Resuelvan las consignas planteadas a continuación de cada cuadro.

Duración de los eclipses		
	Eclipse total de Sol 2-07-2019	Eclipse total de Luna 26-05-2021
P1		
U1		
U2		
U3		
U4		

Duración de los eclipses		
	Eclipse total de Sol 2-07-2019	Eclipse total de Luna 26-05-2021
P4		
Duración completa (P1-P4)		
Duración etapa umbral (U1-U4)		

Nota: los eclipses que están analizando ocurren cerca del perigeo (punto de la órbita lunar más cercano a la Tierra).

- ¿Cuál es la diferencia de tiempo de la etapa umbral de ambos eclipses y a favor de qué eclipse total ocurre?
- ¿A qué atribuyen la diferencia calculada en el punto anterior?
- ¿Qué datos numéricos consideran que podrían respaldar su razonamiento?
- Busquen, en los respectivos diagramas, el tiempo que el astro está totalmente eclipsado (la totalidad propiamente dicha). (Para el eclipse de Sol está en *Duration* –en este caso, corresponde a un observador ubicado justo frente al fenómeno a  $17^{\circ} 22'S$  y  $108^{\circ} 58'O$ – y para el eclipse de Luna está en *Eclipse durations/total*.)

Duración del astro totalmente eclipsado	
Eclipse total de Sol	Sol totalmente en sombras.....
Eclipse total de Luna	Luna totalmente en sombras.....
Diferencia	....., a favor de..... (astro eclipsado).

- ¿Por qué creen que ocurre esa diferencia?
- ¿Cómo imaginan que debería ser la configuración del planeta y su luna para que la relación fuera al revés?

### Tercera parte. Visibilidad y Geografía

- f.** Observen y comparen los mapas de visibilidad de los eclipses totales de Sol y de Luna, similares a los que ya analizaron en los [puntos a. y b.](#) de esta actividad, pero ahora en las siguientes versiones recortadas:
- [“SE2019Jul02T”](#), en *Wikipedia*.
  - [“Visibility Lunar Eclipse 2021-05-26”](#), en *Wikipedia*.
- g.** Resuelvan las siguientes consignas:
- Comparen la extensión de la zona terrestre en la que se pueden ver el Sol y la Luna totalmente ocultos (totalidad propiamente dicha). Uno de los eclipses solo se ve como total desde la Tierra en una franja de 200 kilómetros de ancho; en el otro, desde miles de kilómetros. ¿Qué extensión corresponde a cada uno?
  - ¿A qué atribuyen esa diferencia?
  - Observen la franja terrestre atravesada por la sombra lunar del eclipse total de Sol del 2 de julio de 2019 (donde la estrella es eclipsada 100 %). Aparece recuadrada en amarillo y agrandada en el mapa [“Figure-6”](#), en *eclipsophile*. ¿Qué lugar elegirían para verlo desde Argentina?
  - ¿Qué diferencia porcentual de Sol eclipsado hay con su lugar de residencia (que ya observaron en primera parte, punto **a.** de esta actividad)?
  - ¿A qué lugar del Océano Pacífico irían para disfrutar el eclipse total de Luna del 26 de mayo de 2021, según su mapa de visibilidad?
  - ¿Qué fenómeno natural habitual podría malograr la observación directa de cualquier eclipse a alguien ubicado en un sitio geográfico que la permita?

### Cuarta parte. Organizar la observación de un eclipse

- h.** Imaginen cómo será su propia vida en el futuro y seleccionen un año en particular. Escriban el año seleccionado en la caja rectangular y cursor titilante del portal [“Eclipses Online Portal”](#) de *astro.ukho.gov.uk* y entren. Una vez allí, elijan un eclipse para analizarlo, como lo hicieron ya en esta secuencia.
- i.** Organicen una observación del eclipse seleccionado, ya sea en tierra firme o navegando en el mar, considerando cada aspecto de las actividades precedentes de esta secuencia.
- j.** Reproduzcan el eclipse elegido utilizando [Stellarium](#), un potente simulador libre y gratuito, que permite visualizar fenómenos astronómicos al posicionarse en una ubicación determinada y seleccionar la fecha y el horario correspondientes (pueden consultar el [tutorial de Stellarium](#) en el Campus Virtual de Educación Digital). Para la visualización del eclipse elegido, es posible seguir el paso a paso descrito en el anexo 3, [“Paso a paso para visualizar un eclipse con Stellarium”](#).
- k.** Expliquen por qué (tamaños, distancias, condiciones astronómicas), cómo (tipos, etapas, diagramas, duración, visibilidad) y cuándo se producen los eclipses de Sol y de Luna, para compartir con los posibles observadores del eclipse elegido. Comparen esta explicación con la que obtuvieron en la [actividad 2, punto b.](#), antes de las actividades propuestas.

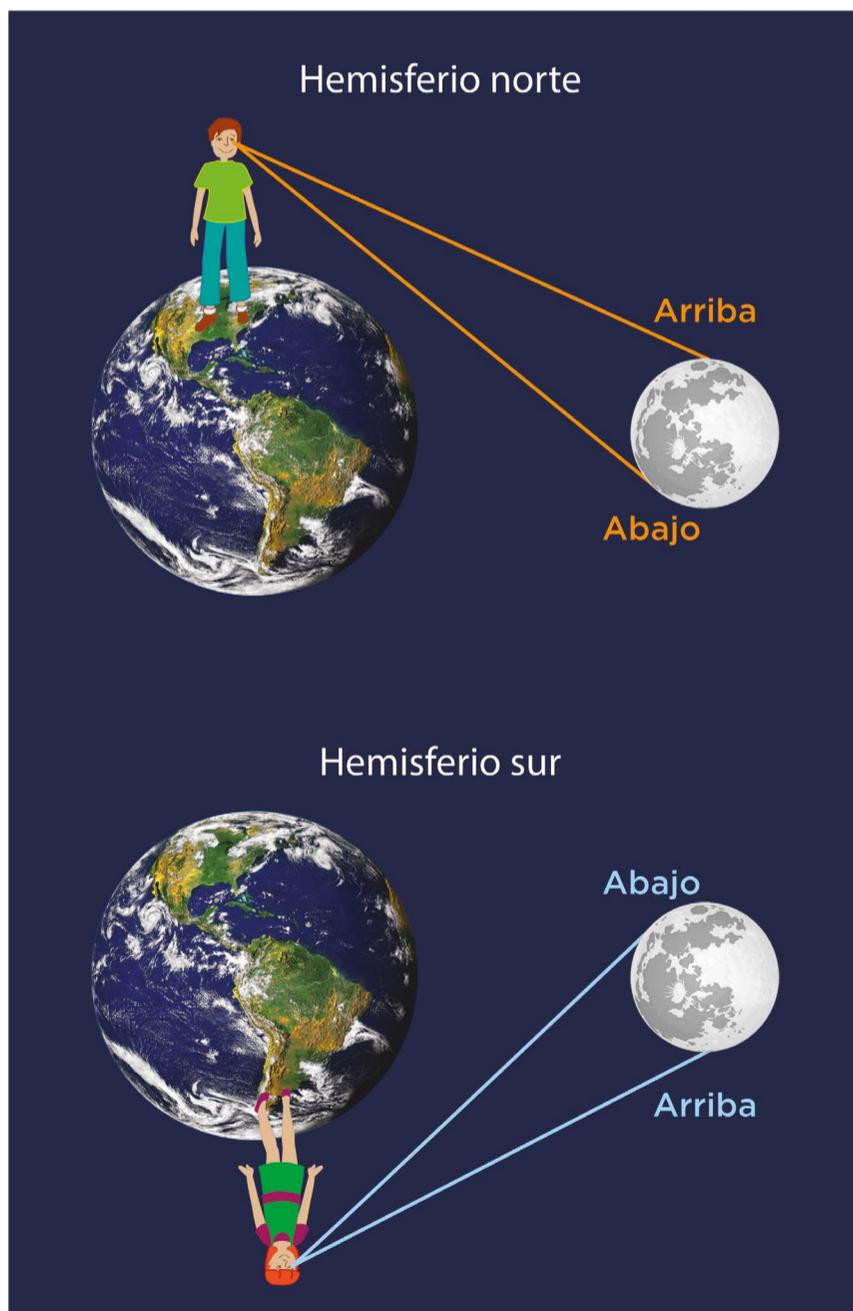
## Anexos

### Anexo 1 Un aspecto, dos perspectivas

Los diferentes aspectos que la Luna presenta al observador terrestre —las fases lunares—, conforman un ciclo que dura unos 29 días y medio (29 días, 12 horas, 44 minutos y 3 segundos). Es necesario considerar una cuestión relacionada con la posición del observador de ese ciclo. Si dos personas observan y toman una imagen de la Luna llena en un mismo instante, desde dos lugares que están en latitudes equivalentes y con la misma longitud geográfica, por ejemplo:  $45^\circ$  N  $70^\circ$  O y  $45^\circ$  S  $70^\circ$  O (lugares de Estados Unidos y Argentina respectivamente), ocurre lo que muestra la imagen.

Ambas personas ven la misma Luna llena en el mismo instante, pero la ven invertida una respecto de la otra. Esto se debe a que tienen diferente perspectiva de observación, en función de su posición geográfica (el “arriba” de una es el “abajo” de la otra).

El fenómeno es aún más llamativo si las personas del ejemplo observan las fases cuarto creciente y cuarto menguante. La persona del hemisferio sur que observa el cuarto **c**reciente ve la Luna como una letra **C**, y la del hemisferio norte como una letra **D**. En el cuarto menguante o **d**ecreciente, la persona del hemisferio sur la ve como una letra **D**, y la del hemisferio norte como una **C**.



Luna llena vista desde latitudes medias de los hemisferios norte y sur.

## Anexo 2

### Movimientos de los tres astros

Desde muy chicos aprendemos los movimientos de la Tierra y de la Luna y quizá los del Sol. Estos movimientos son permanentes. A continuación, un repaso.

La Tierra realiza varios movimientos, pero dos ejercen influencia directa sobre todos los seres vivos que la habitan: la *rotación* en torno a su eje en sentido directo, es decir, de oeste a este (sentido antihorario mirando por encima del polo norte), que completa en 24 horas, y la *traslación* en torno al Sol, también en sentido directo, recorriendo una órbita elíptica en 365 días y casi 6 horas (365 días, 5 horas, 48 minutos y 46 segundos), es decir, un año.

La Luna realiza varios movimientos, pero aquí se consideran tres: *rotación* muy lenta en torno a su eje en sentido directo, que completa en 27 días y casi un tercio (27 días, 7 horas, 43 minutos, 11,5 segundos); *revolución* en torno a la Tierra en sentido directo, que completa también en 27 días y casi un tercio (la sincronía de ambos movimientos es la causa por la que desde la Tierra siempre se ve la misma cara de la Luna); *traslación* en torno al Sol, acompañando a la Tierra a lo largo de su órbita en un año.

El Sol tampoco está inmóvil. Consideremos dos movimientos: *rotación* diferencial en torno a su eje en sentido directo (diferencial porque, como no es sólido, tarda menos tiempo en completar cada rotación en su ecuador —27 días— que en su zona polar —más de 30 días—, y *traslación* en torno al centro de la galaxia a la que pertenece (la Vía Láctea), completando cada órbita en unos 230.000.000 de años.

## Anexo 3

### Paso a paso para visualizar un eclipse con Stellarium

1. Ingresar a la aplicación.
2. Abrir la ventana de Ubicación en el menú que se encuentra sobre el lateral izquierdo. También pueden acceder con la tecla F6.



Ventana de Ubicación.

- En esta ventana, seleccionar la ubicación correspondiente desde donde se quiera observar el eclipse elegido. Pueden utilizar el buscador.

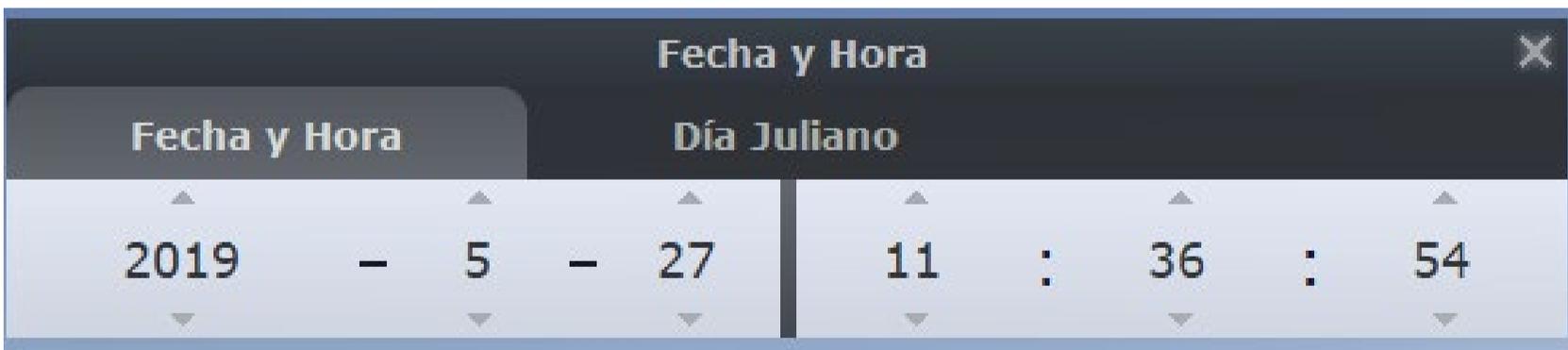
Menú Información de ubicación actual.

4. Abrir la ventana de Fecha/Hora en el menú que se encuentra sobre el lateral izquierdo. También pueden acceder con la tecla F5.



Ventana de Fecha/Hora.

5. En esta ventana, seleccionar la fecha y el horario correspondiente al eclipse elegido.



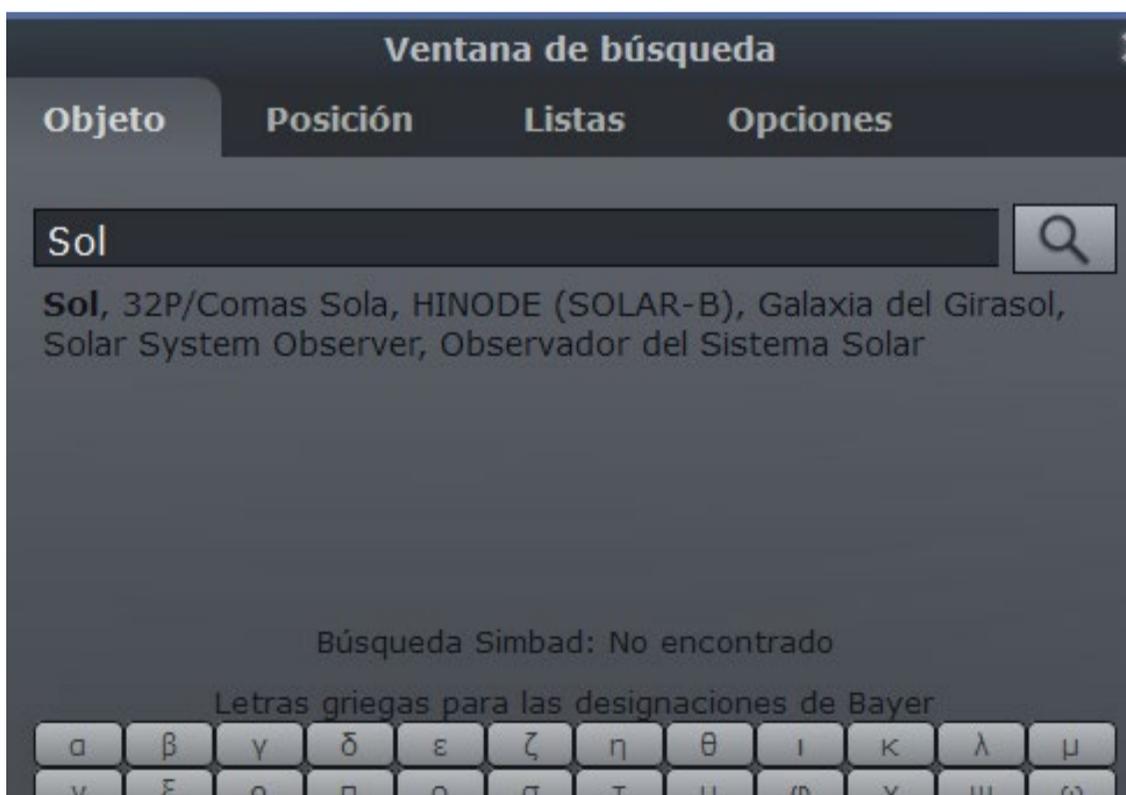
Selección de fecha y hora.

6. Abrir la ventana de búsqueda que se encuentra en la barra lateral. También se puede acceder presionando la tecla F3.



Ventana de búsqueda.

7. En esta ventana, escribir “Sol” y presionar Enter para fijar la visualización en el objeto. Esta acción puede activarse o desactivarse presionando la barra espaciadora.



Ventana de búsqueda. Objeto. Sol.

8. En el menú que se encuentra sobre el borde inferior encontrarán algunas herramientas que les serán útiles para la observación del fenómeno.



Menú Herramientas.

- Pueden activar o desactivar la visualización del suelo y la atmósfera haciendo clic en los iconos correspondientes o presionando las teclas G y A, respectivamente.
- Pueden utilizar los comandos de velocidades del control del tiempo que se encuentran en el menú, haciendo clic en los íconos o presionando J para disminuir la velocidad, K para restablecer el ritmo normal o L para aumentar la velocidad de reproducción.
- Pueden manipular el zoom para visualizar el eclipse de cualquiera de las siguientes maneras:
  - Utilizando la rueda del mouse.
  - Con el teclado, presionando Ctrl + ↑ para aumentar y Ctrl + ↓ para disminuir.
  - En caso de contar con una pantalla táctil, pueden manejar el zoom, acercando o alejando la vista con dos dedos.

## Notas

- <sup>1</sup> Fuente: Kirk, G.S.; Raven, J. y Schofield, M. (2017). *Los Filósofos Presocráticos. Historia crítica con selección de textos*. Cap. 2. España: Gredos.
- <sup>2</sup> Fuente: Colón, F. (1892). [Historia del Almirante Don Cristóbal Colón](#). Vol II. Cap. CIII. Madrid, España: Tomás Minuesa.

## Imágenes

Página 13. *Eklipsi i plote lunar*, en Wikimedia Commons, <https://bit.ly/2x6ggOs>.  
*Lunar Eclipse Diagram*, en Smithsonian. National Air and Space Museum, <https://s.si.edu/2eP8J8l>.



**Vamos Buenos Aires**