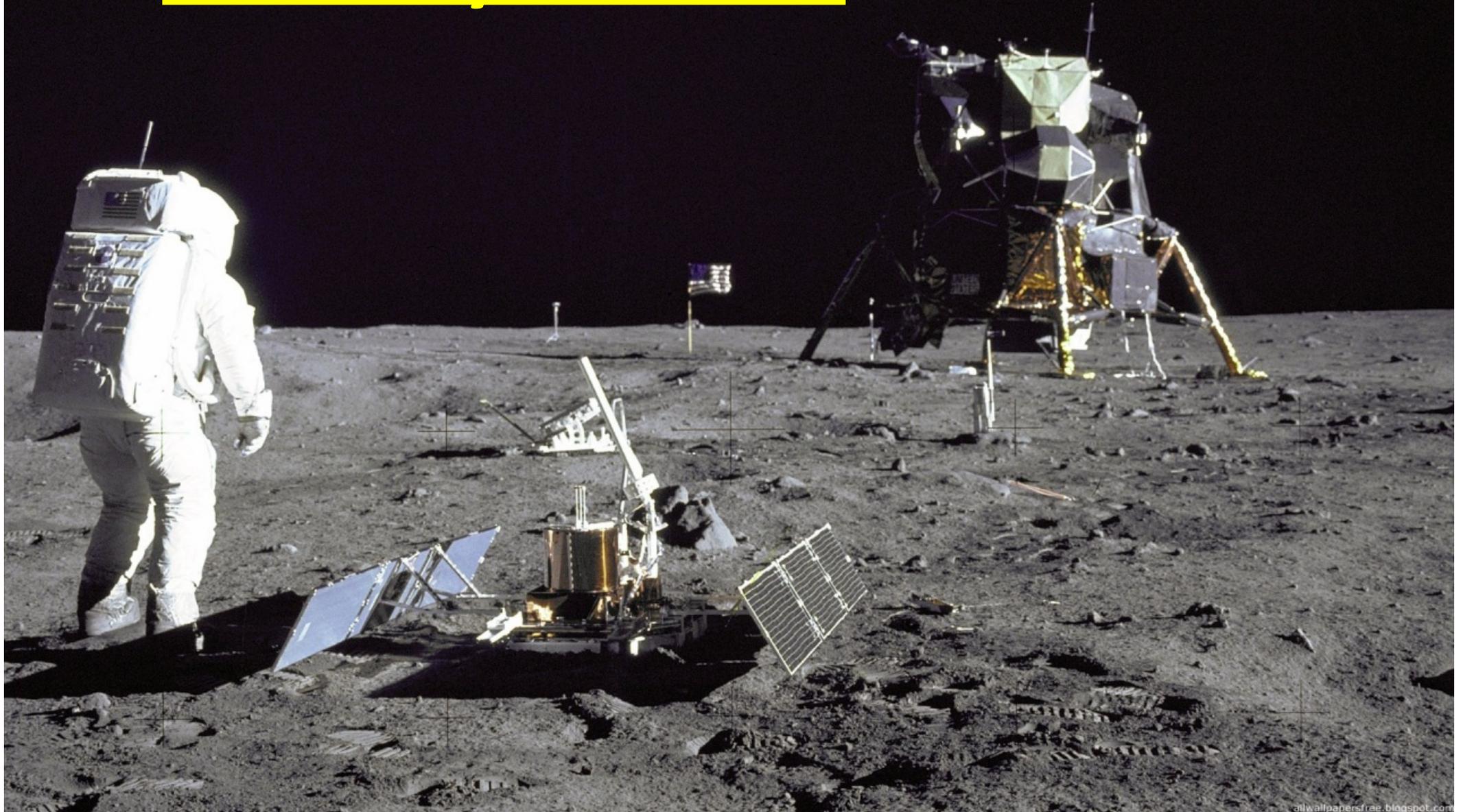


Historia de l'Astronomia



La Luna y sus fases



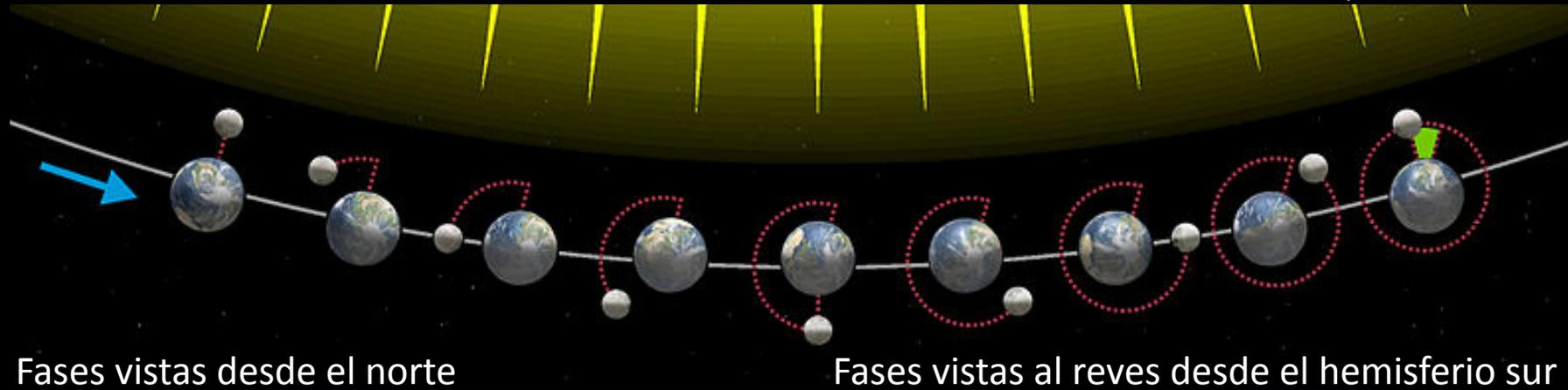
La Luna



La Luna (Su movimiento)

Entre los patrones de movimientos celestiales mas cotidianos están las estaciones del año, el día/noche, y las fases de la Luna.

(Fuente: Wikipedia)



Luna Nueva astronómica:
No visible, muy cercana al Sol. Solo es visible en eclipses solares.

Cuarto creciente:
Circulo partido por la mitad. Sale por el este a las 12pm, cenit 6pm, se pone 0hrs.

Luna Llena: Se ve la totalidad de la cara de la Luna. Sale 6pm, cenit 0hrs, se pone 6am (mitad del mes lunar)

Cuarto menguante:
Similar a cuarto creciente, pero en sentido opuesto. Sale por el este a las 0hrs, cenit 6am, se pone 12pm.

Luna Negra:
ultima fase del ciclo lunar.

Luna Nueva visible:
Visible hacia el oeste, 1 dia después de la luna nueva astronómica

Luna Gibosa Creciente:
comienza a tomar forma redonda.

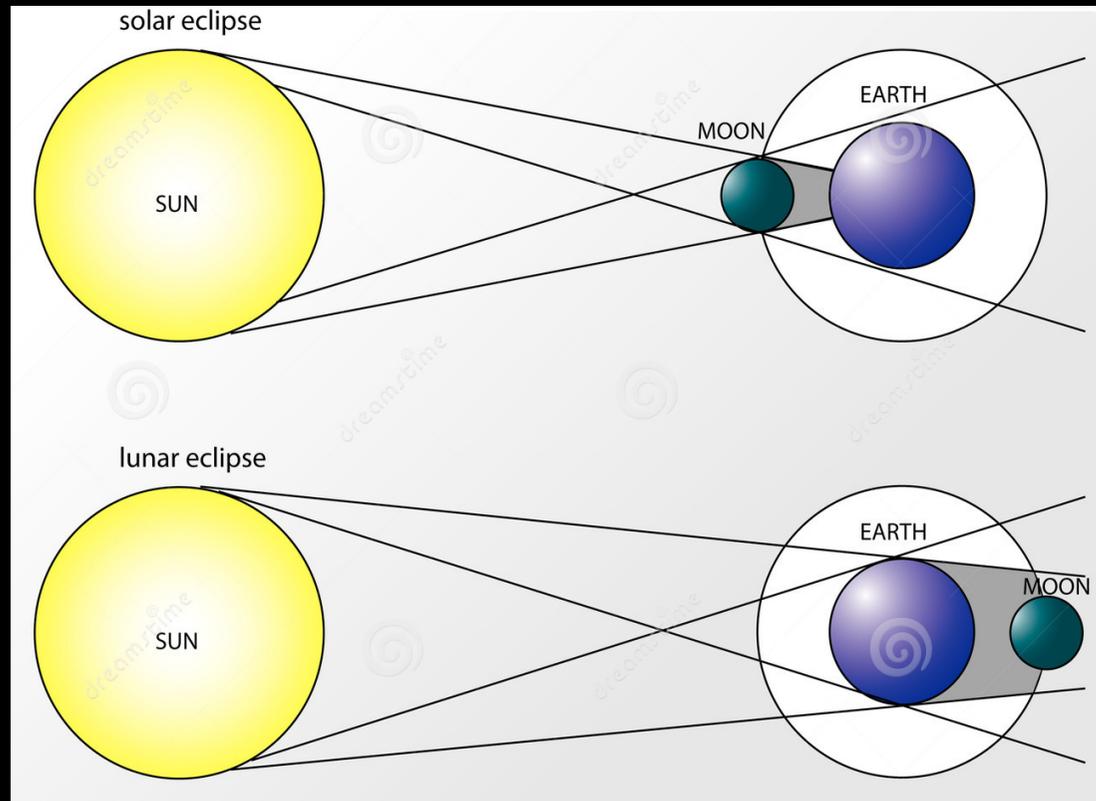
Luna Gibosa Menguante:
luna comienza menguar, tomando forma cóncava.

Luna Menguante o *Vieja*:
Vista hacia el este, justo antes del alba. Forma de guadaña

La Luna (generalidades de su movimiento)

Eclipses

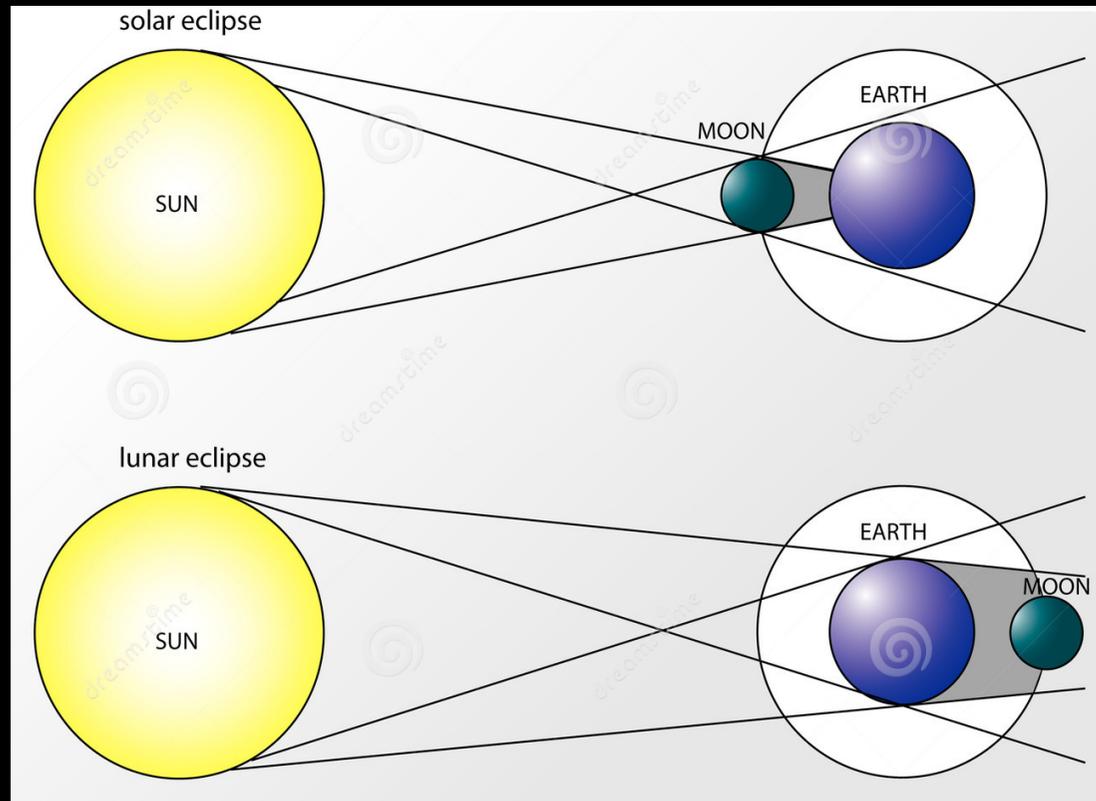
- Ambos, la Tierra y la Luna, causan sombras de la luz solar
- Estas sombras causan eclipses cuando el Sol, la Tierra y la Luna están alineados
- Dos tipos: lunar y solar
- **Eclipse lunar:** La Tierra esta entre el Sol y la Luna
- **Eclipse Solar:** la Luna esta entre el Sol y la Tierra



La Luna (generalidades de su movimiento)

Eclipses

- **Eclipse lunar:** La sombra de la Tierra cubre la Luna entera y el eclipse lunar puede ser visto desde cualquier parte de la Tierra.
- **Eclipse Solar:** la sombra de la Luna cubre solo una porción pequeña de la Tierra. Solo es visible en ciertas partes en las cuales se esta moviendo la sombra del eclipse.



La Luna (generalidades de su movimiento)

- Órbita de la luna está inclinada con respecto al plano de la eclíptica (Plano Tierra-Sol)
- Puntos donde ambos planos se intersectan se llaman "nodos"



La Luna (generalidades de su movimiento)

Condiciones para los eclipses

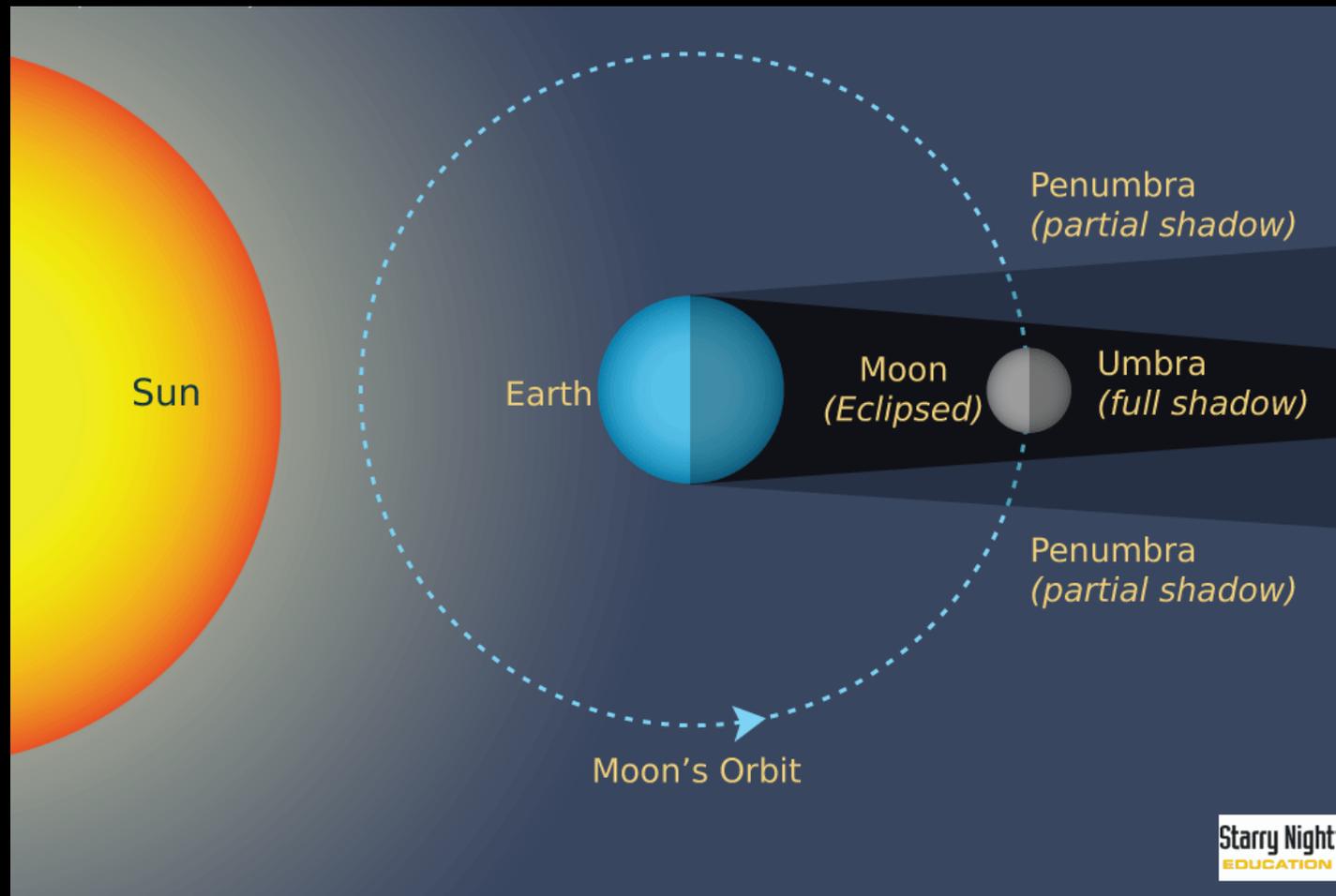
- (1) Fase de la luna debe ser Llena (para un eclipse lunar) o Nueva (eclipse solar)
- (2) La luna llena o nueva deben suceder en un periodo cuando los nodos están alineados con la línea Sol-Tierra



La Luna (generalidades de su movimiento)

Sombras internas y externas

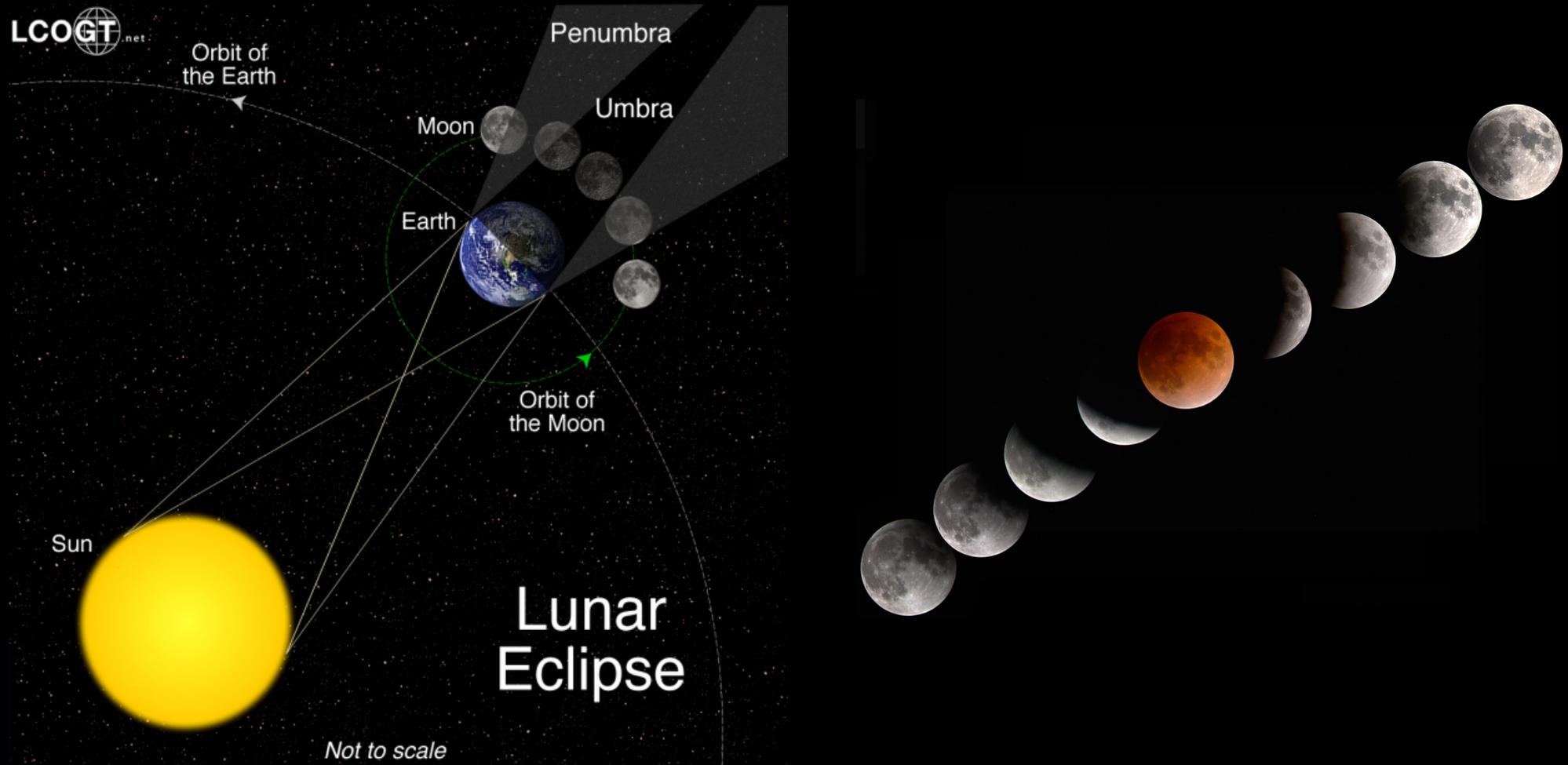
- Umbra: luz solar completamente bloqueada.
- Penumbra: Luz solar parcialmente bloqueada.



La Luna (generalidades de su movimiento)

Eclipse Lunar

- Eclipse Total: Sol-Tierra-Luna perfectamente alineados, y la luna pasa por la umbra
- Eclipse parcial: Solo parte de la luna pasa por la umbra
- Eclipse penumbral: La Luna solo pasa por la penumbra de la Tierra



Before Eclipse



Mid-Eclipse







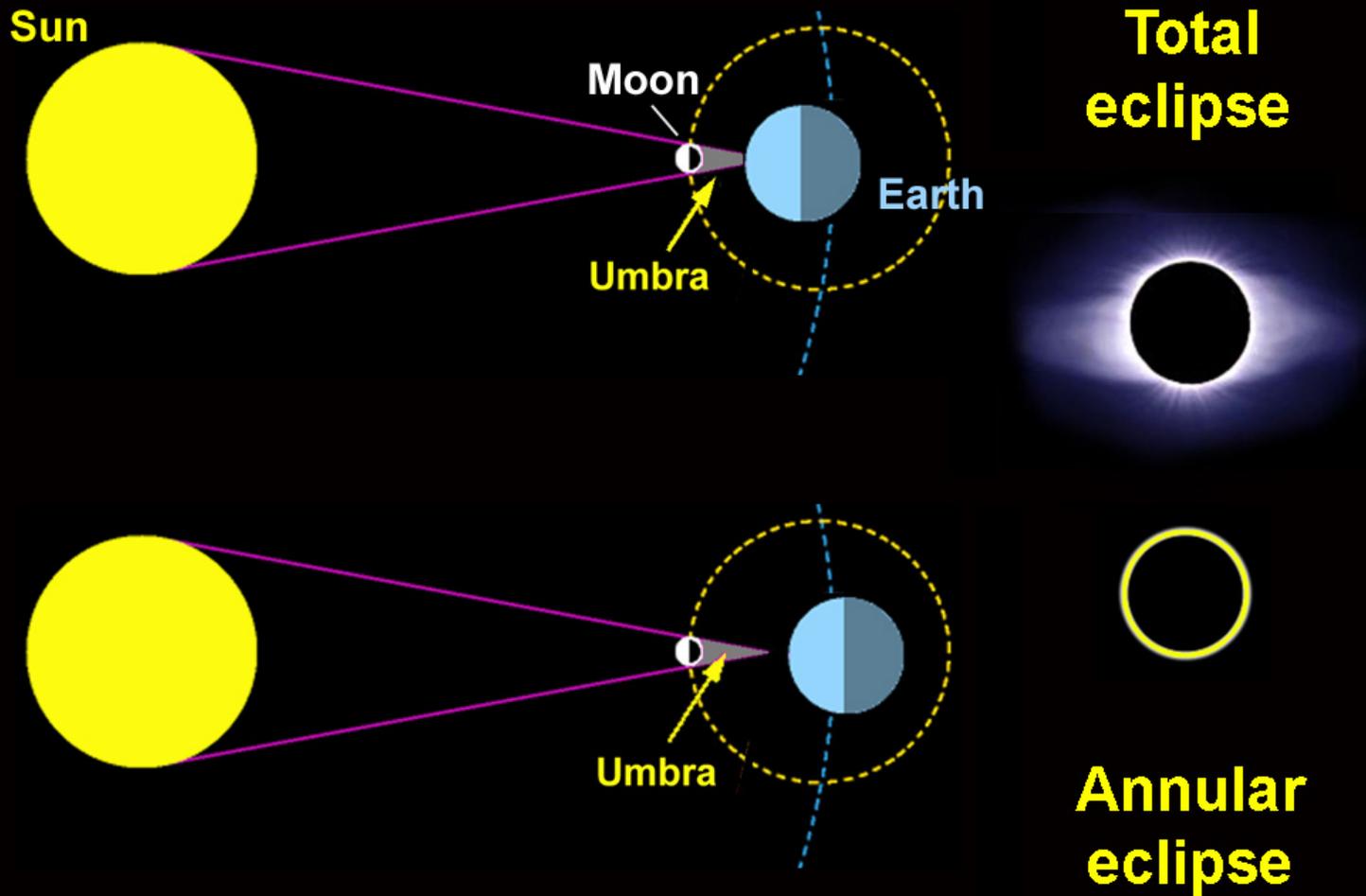
©2004 Fred Espenak

www.MrEclipse.com

Porque la luna es roja?

La Luna (generalidades de su movimiento)

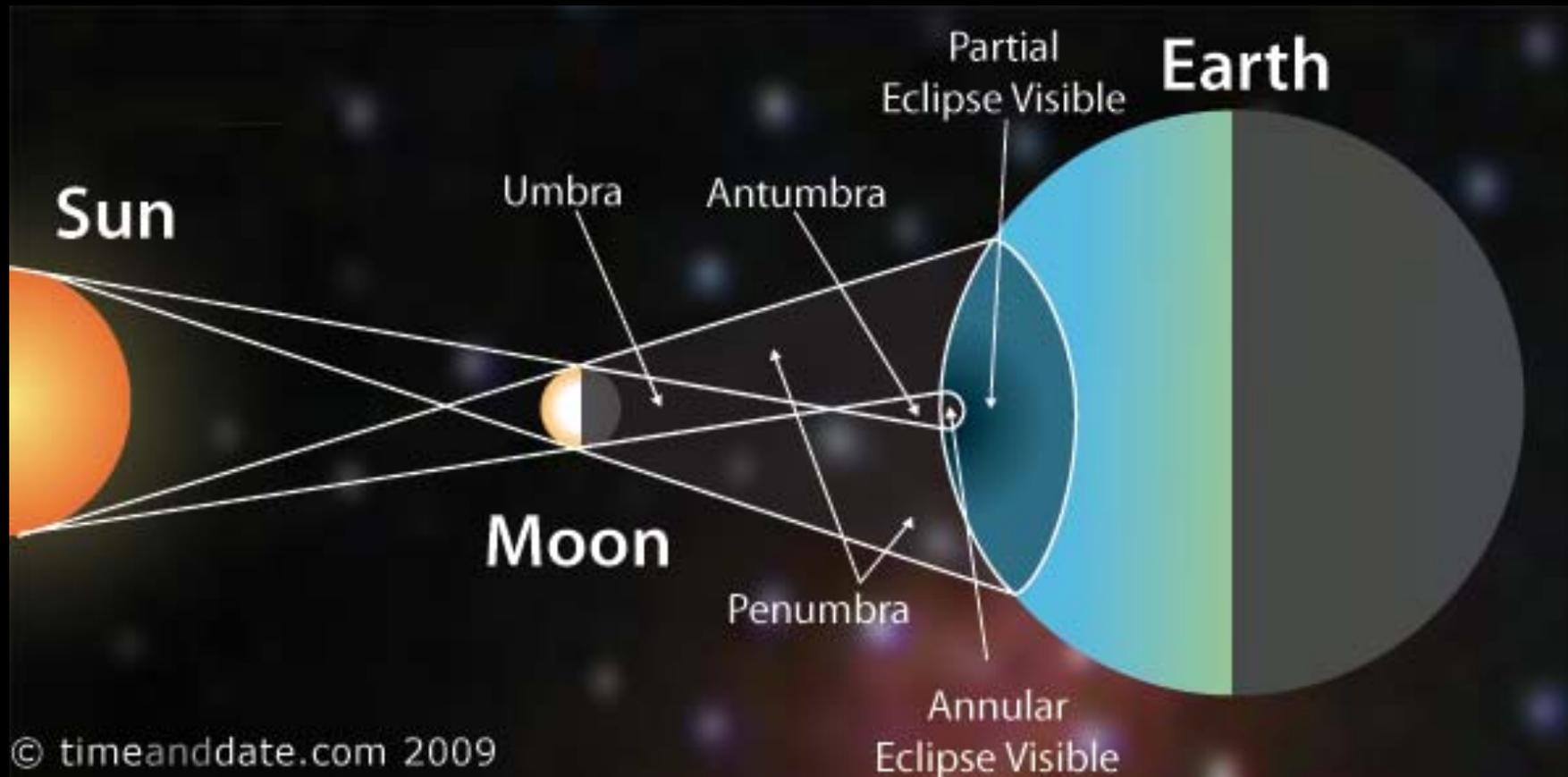
Eclipse Solar



La Luna (generalidades de su movimiento)

Eclipse Solar

- Total: Cuando la Luna está en una parte de su órbita relativamente cerca de la Tierra.
- Anular: Cuando la Luna esta mas alejada de la Tierra, la umbra puede no llegar a la Tierra
- Parcial: Visto en una zona de 7000km alrededor del eclipse total. Producido por la sombra penumbral de la luna

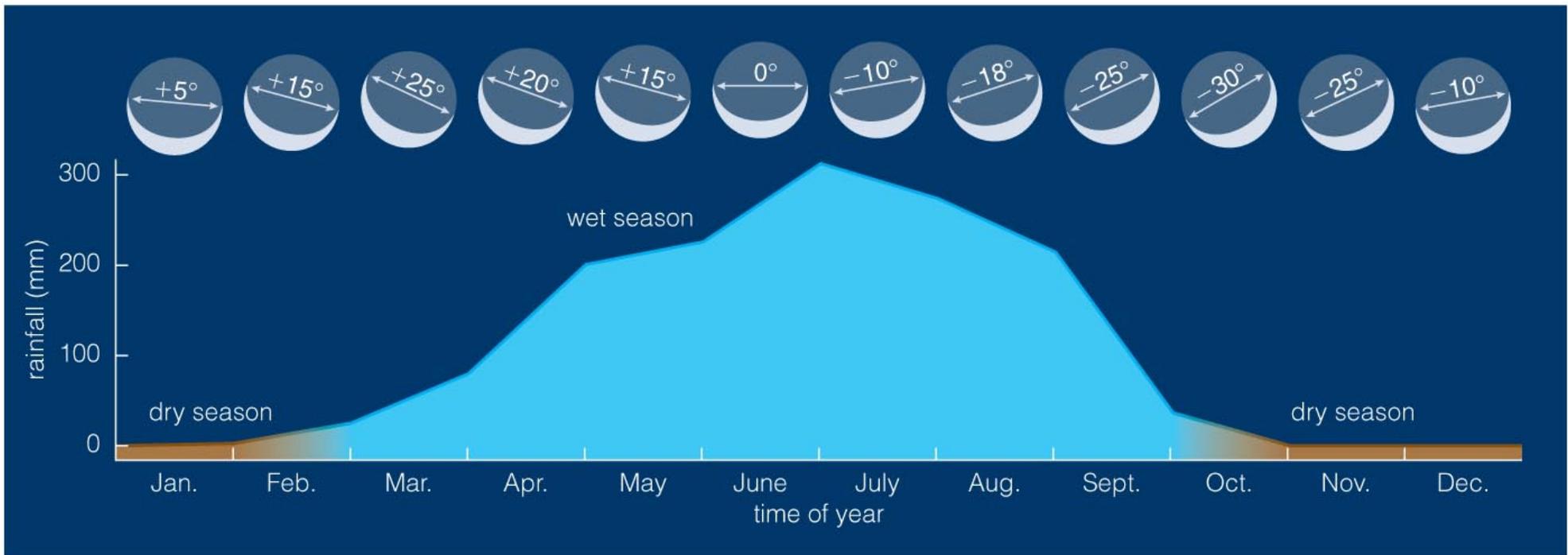


Historia de l'Astronomia



¿Cómo las sociedades antiguas beneficiaron de las observaciones astronómicas?

- Tiempo y estaciones del año
 - para fines prácticos, incluida la agricultura
 - para propósitos religiosos y ceremoniales
- Ayuda a la navegación
- Astrología (al menos en la década de 1980)



Los pueblos antiguos de África central (6500 aC) podían predecir las estaciones a partir de la orientación de la luna creciente

Table 3.1 The Seven Days of the Week and the Astronomical Objects They Honor

The correspondence between objects and days is easy to see in French and Spanish. In English, the correspondence becomes clear when we look at the names of the objects used by the Teutonic tribes who lived in the region of modern-day Germany.

<i>Object</i>	<i>Teutonic Name</i>	<i>English</i>	<i>French</i>	<i>Spanish</i>
Sun	Sun	Sunday	dimanche	domingo
Moon	Moon	Monday	lundi	lunes
Mars	Tiw	Tuesday	mardi	martes
Mercury	Woden	Wednesday	mercredi	miércoles
Jupiter	Thor	Thursday	jeudi	jueves
Venus	Fria	Friday	vendredi	viernes
Saturn	Saturn	Saturday	samedi	sábado

Dias de la semana vienen del Sol, Luna y planetas visible

¿Qué lograron las civilizaciones antiguas en astronomía?

- Cronometraje diario
- Seguimiento de las estaciones y el calendario
- Monitoreo de los ciclos lunares
- Monitoreo de planetas y estrellas
- Predicción de eclipses
- Y más ...

- Obelisco egipcio: las sombras indican la hora del día.

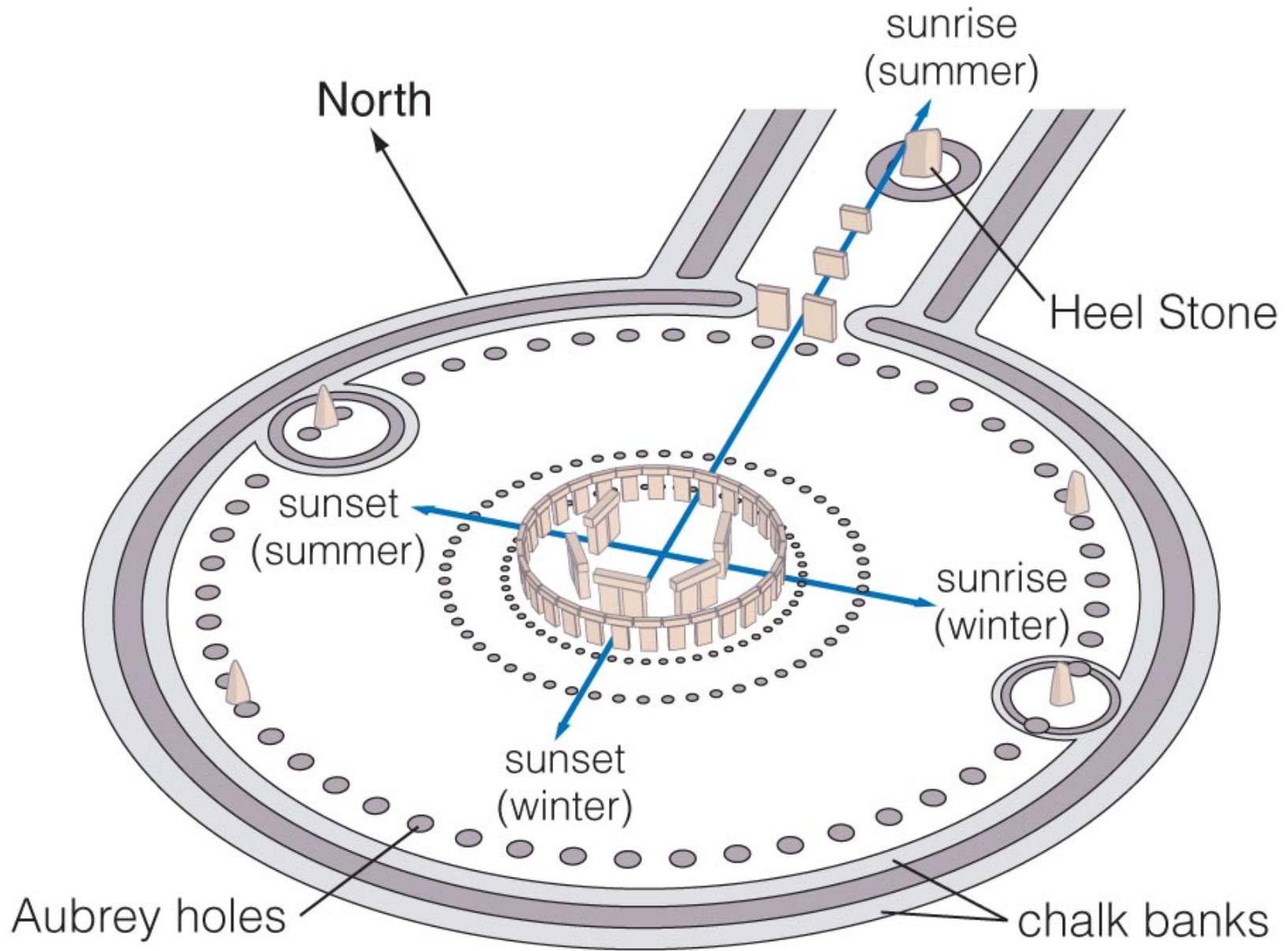


Arqueoastronomía



a The remains of Stonehenge today.

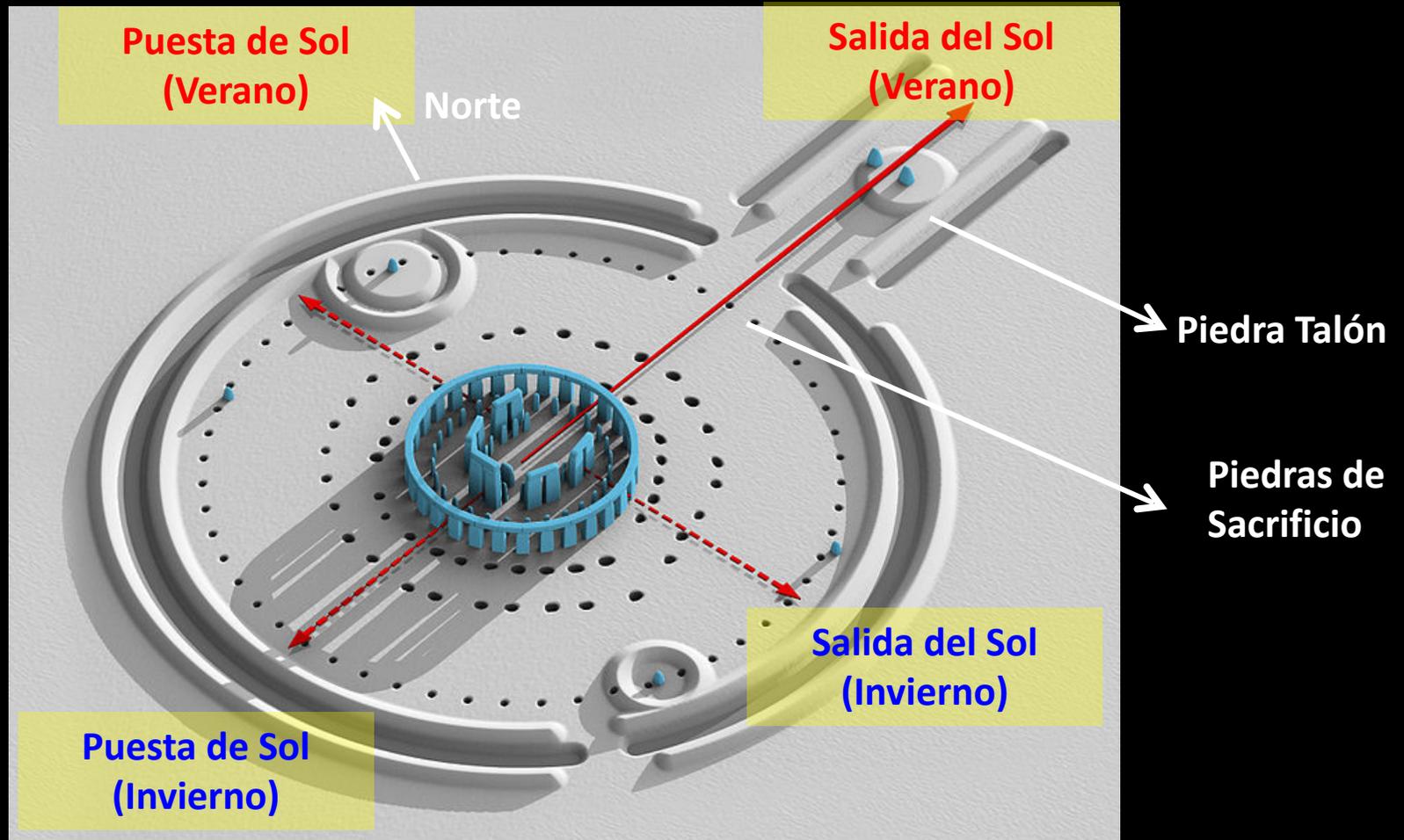
Inglaterra: Stonehenge (completado alrededor de 1550 aC)



England: Stonehenge (1550 B.C.)

Marcando las estaciones del año

Caso emblemático: Stonehenge, Inglaterra.



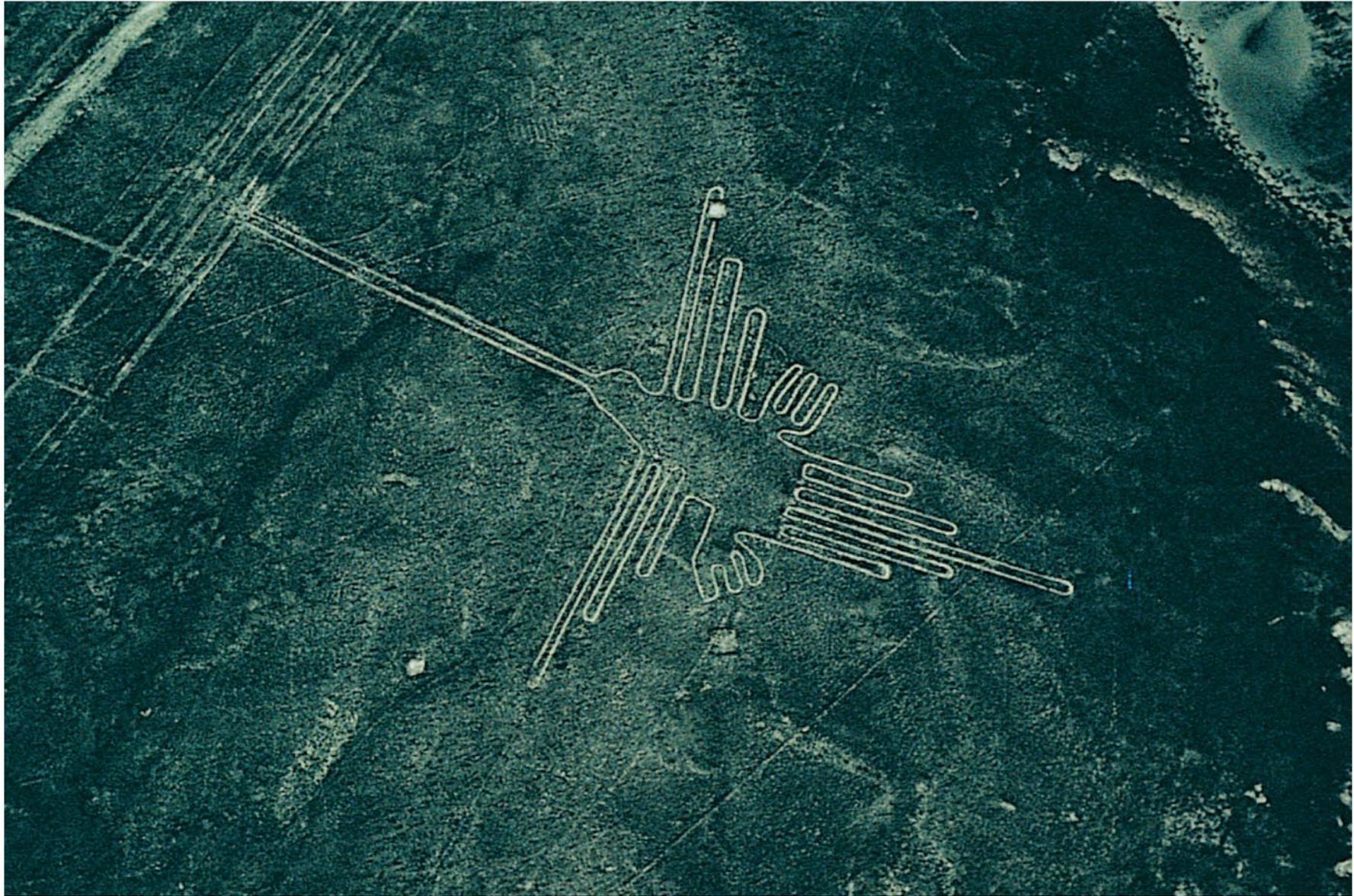


Nuevo México: Anasazi kiva alineado norte-sur



a A single dagger of sunlight pierces the center of the carved spiral only at noon on the summer solstice.

SO Estados Unidos: "Sun Dagger" marca el solsticio de verano



Perú: líneas y patrones, algunos alineados con estrellas.



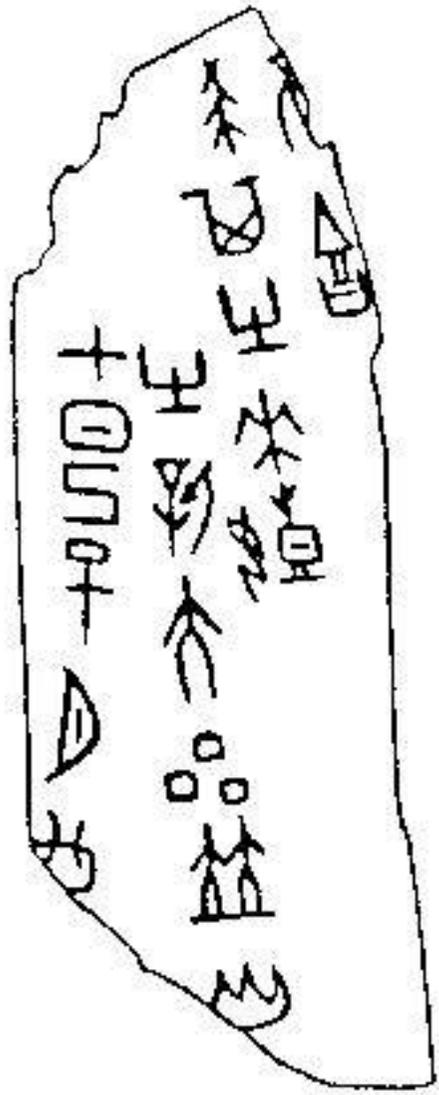
Macchu Pichu, Perú: Estructuras alineadas con solsticios.



Pacífico Sur: los polinesios eran muy hábiles en el arte de la navegación celestial



Francia: pinturas rupestres de 18,000 a. C. puede sugerir conocimiento de fases lunares (29 puntos)



*"On the Jisi day,
the 7th day of
the month, a big
new star
appeared in the
company of the
Ho star."*



"On the Xinwei day the new star dwindled."

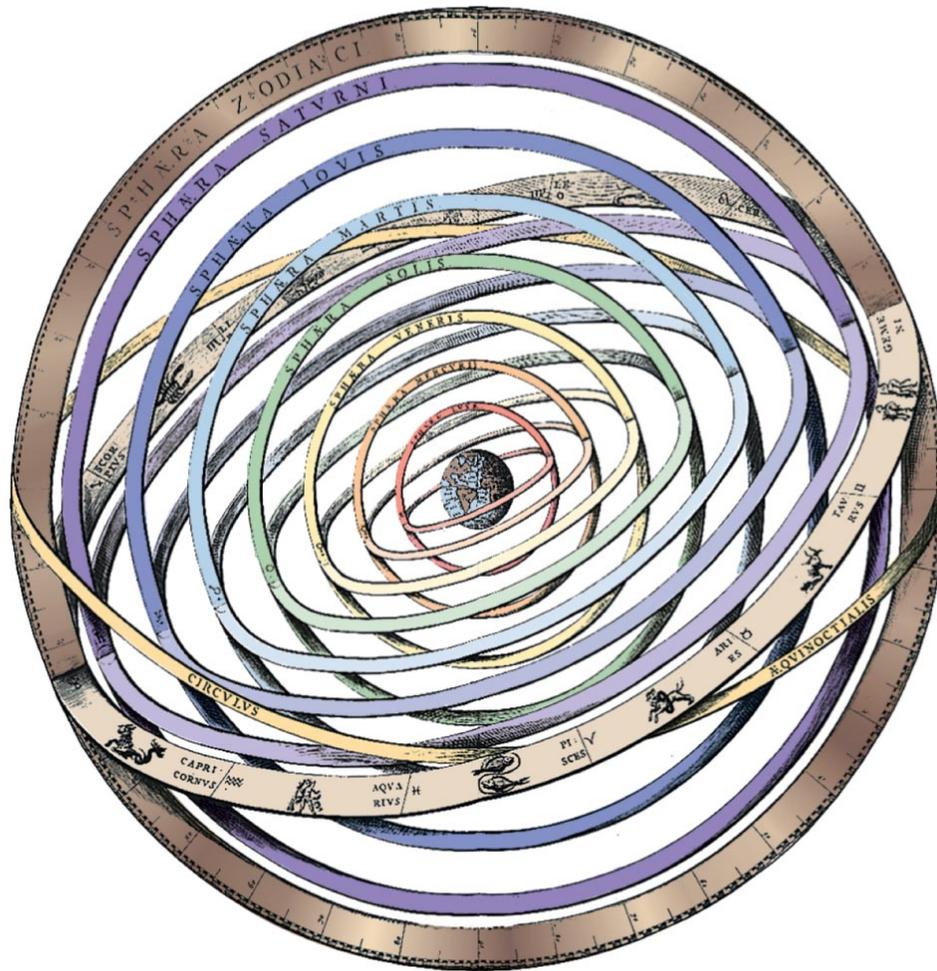
Inscripción del siglo XIV a.

China: los primeros registros conocidos de explosiones de supernova (1400 a. C.)

Ciencia en la antigua Grecia

- ¿Por qué la ciencia moderna tiene sus raíces en los griegos?
- ¿Cómo explicaron los griegos el movimiento planetario?
- ¿Cómo se conserva el conocimiento griego a través de la historia?

¿Por qué la ciencia moderna tiene sus raíces en los griegos?



- Los griegos fueron las primeras personas conocidas por hacer modelos de la naturaleza.
- Intentaron explicar patrones en la naturaleza sin recurrir al mito o lo sobrenatural.

Greek geocentric model (c. 400 B.C.)

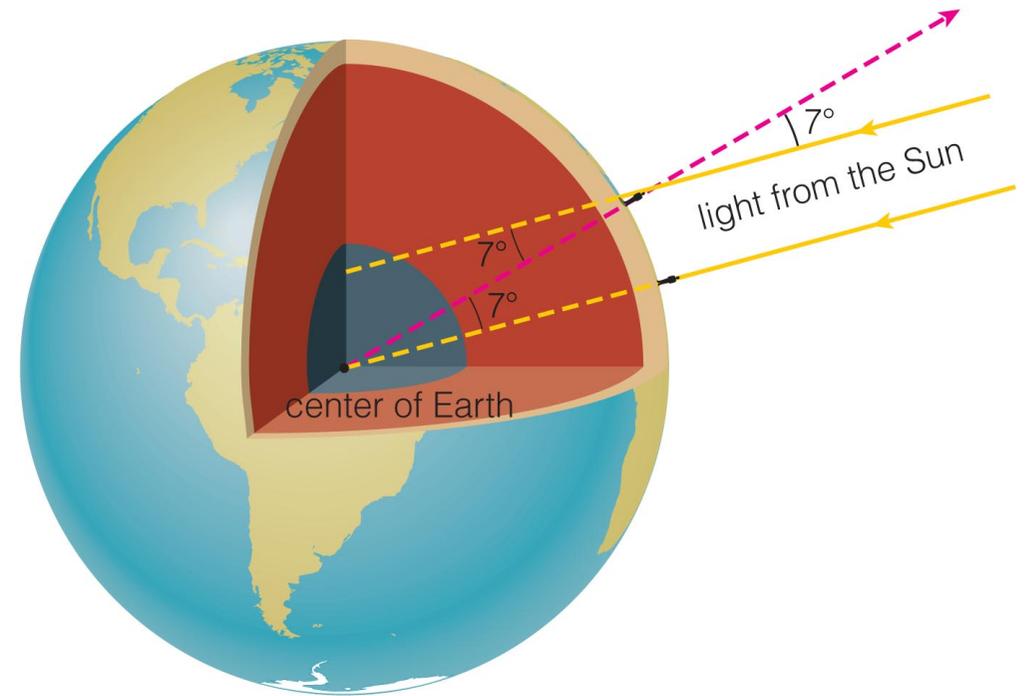
Tema especial: Eratóstenes mide la tierra (c. 240 aC)

Mediciones: altitud del sol
al solsticio

Syene a Alexandria

distancia ≈ 5000 stadia

ángulo = 7°



Calcula la circunferencia de la Tierra:

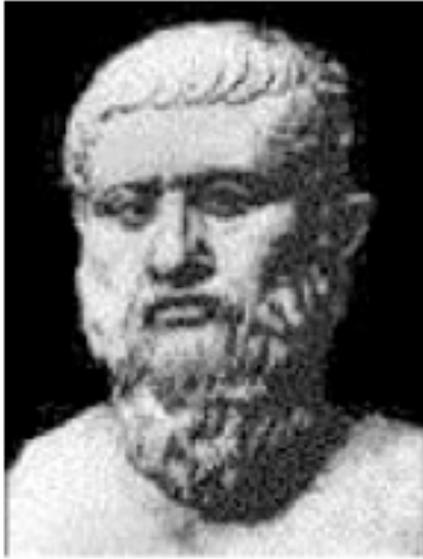
$7/360 \times (\text{circum. Earth}) = 5000 \text{ stadia}$

$\Rightarrow \text{circum. Earth} = 5000 \times 360/7 \text{ stadia} \approx 250,000 \text{ stadia}$

valor moderno ($\approx 40,100 \text{ km}$):

Estadio griego $\approx 1/6 \text{ km} \Rightarrow 250,000 \text{ stadia} \approx 42,000 \text{ km}$

¿Cómo explicaron los griegos el movimiento planetario?



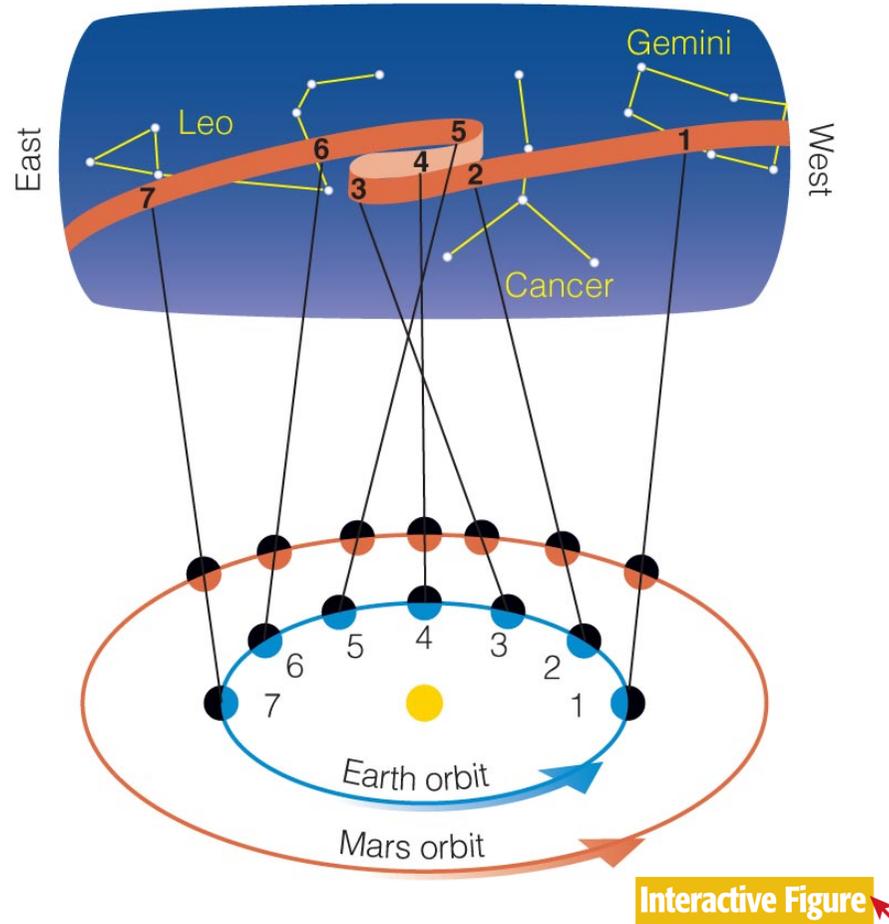
Plato

- Tierra en el centro del universo
- Los cielos deben ser "perfectos": los objetos se mueven en esferas perfectas o en círculos perfectos.



Aristotle

Pero esto dificultaba explicar el aparente movimiento retrógrado de los planetas ...



Durante un período de 10 semanas, Marte parece detenerse, retroceder y luego avanzar nuevamente.



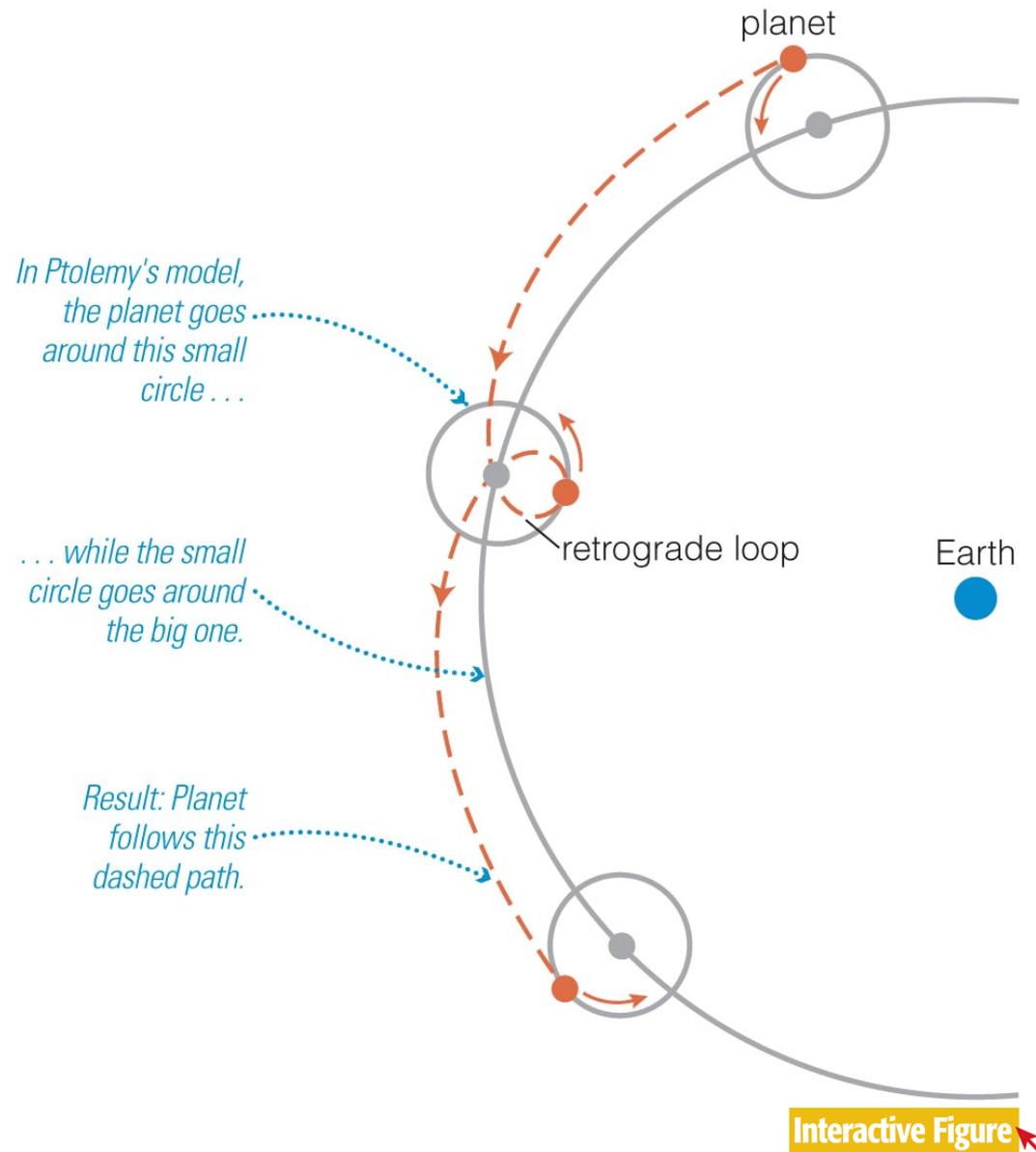
Ptolomeo

El modelo geocéntrico más sofisticado fue el de Ptolomeo (A.D. 100-170): el modelo ptolemaico:

Suficientemente preciso para permanecer en uso durante 1.500 años.

Traducción árabe de la obra de Ptolomeo llamada Almagest ("la mejor compilación")

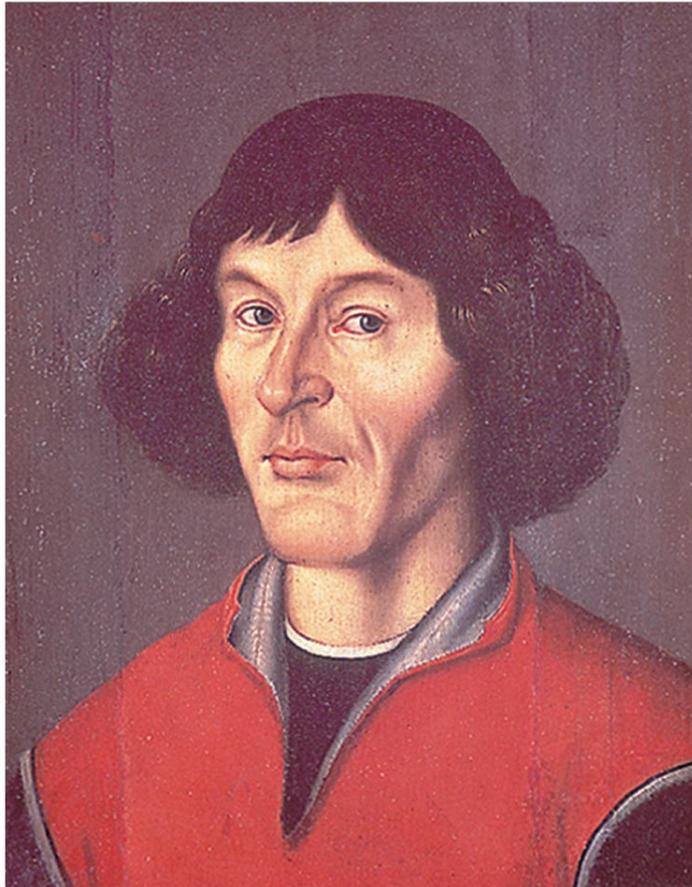
Entonces, ¿cómo explica el modelo ptolemaico el movimiento retrógrado?
Los planetas realmente retroceden en este modelo ...



La revolución copernicana

- ¿Cómo desafiaron Copernicus, Tycho y Kepler al modelo centrado en la Tierra?
- ¿Cuáles son las tres leyes de movimiento planetario de Kepler?
- ¿Cómo solidificó Galileo la revolución copernicana?

¿Cómo desafiaron Copernicus, Tycho y Kepler al modelo centrado en la Tierra?

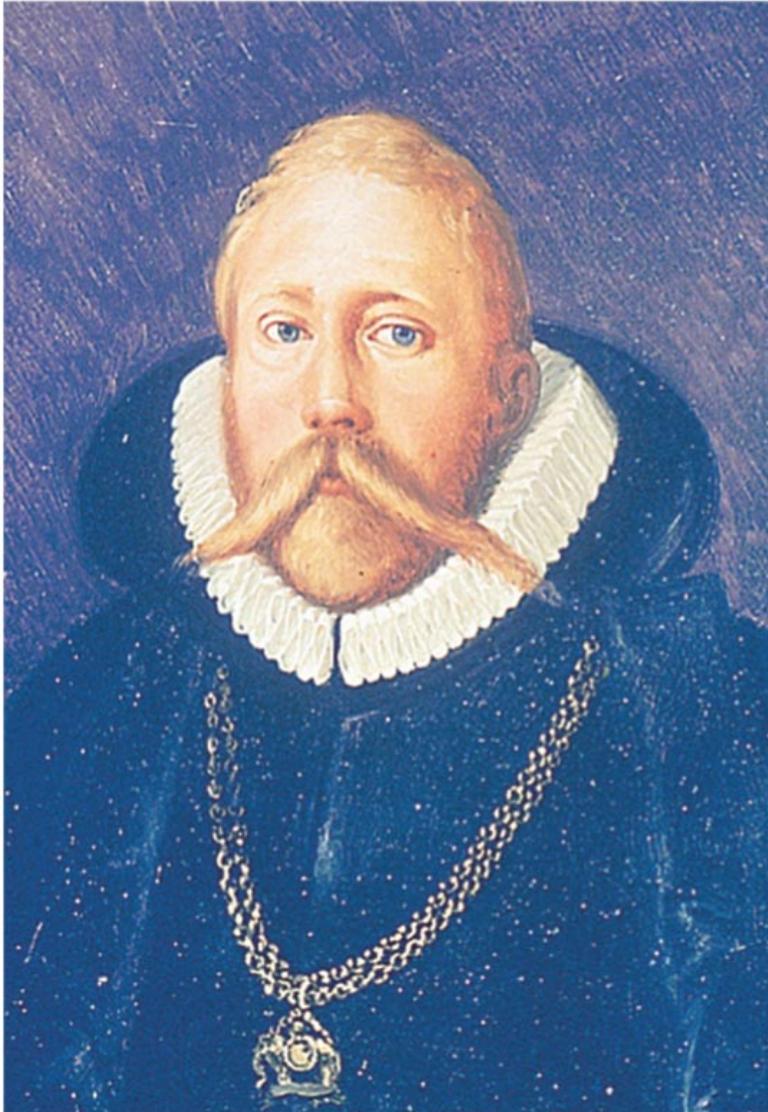


Copérnico
(1473-1543)

- Propuesta de un modelo centrado en el Sol (publicado en 1543)
- Modelo utilizado para determinar el diseño del sistema solar (distancias planetarias en AU)

Pero . . .

- El modelo no era más preciso que el modelo ptolemaico para predecir las posiciones planetarias, porque aún usaba círculos perfectos.

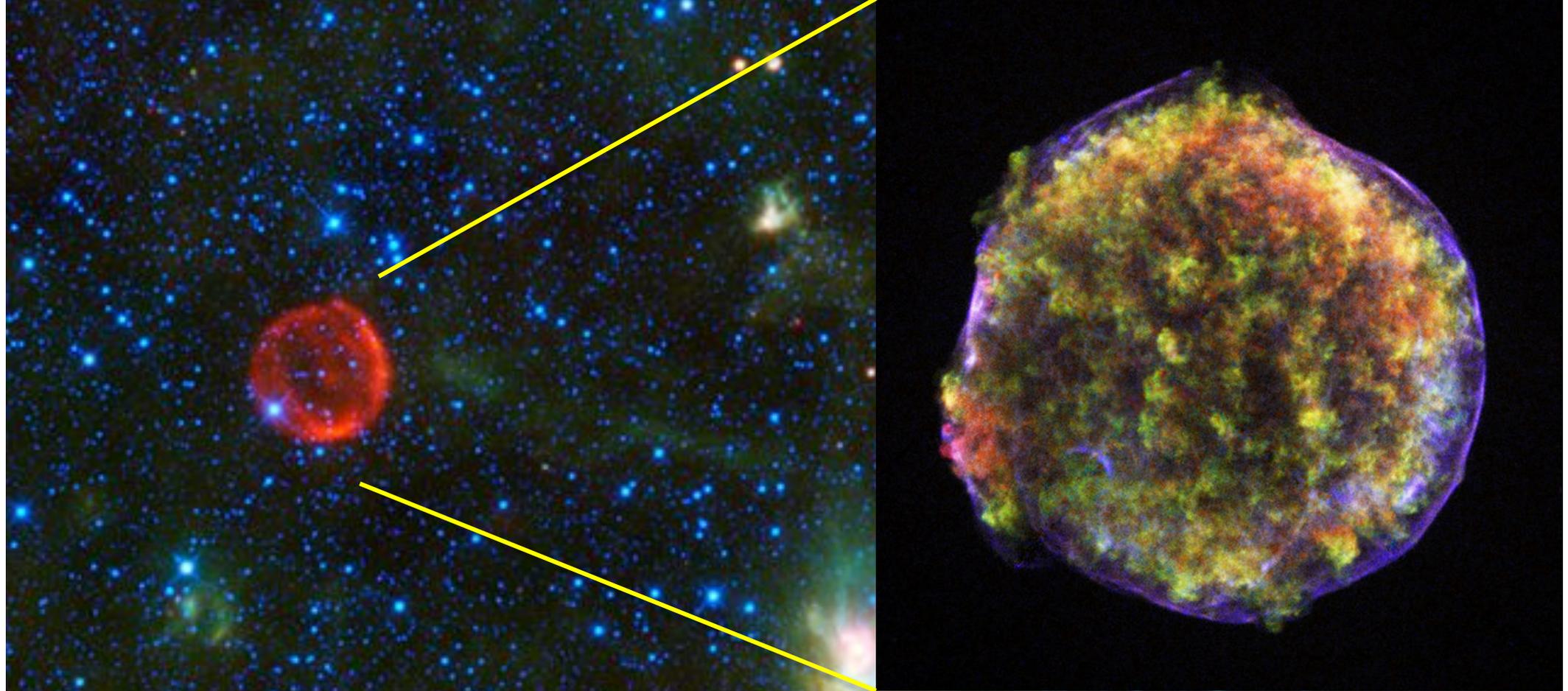


Tycho Brahe (1546-1601)

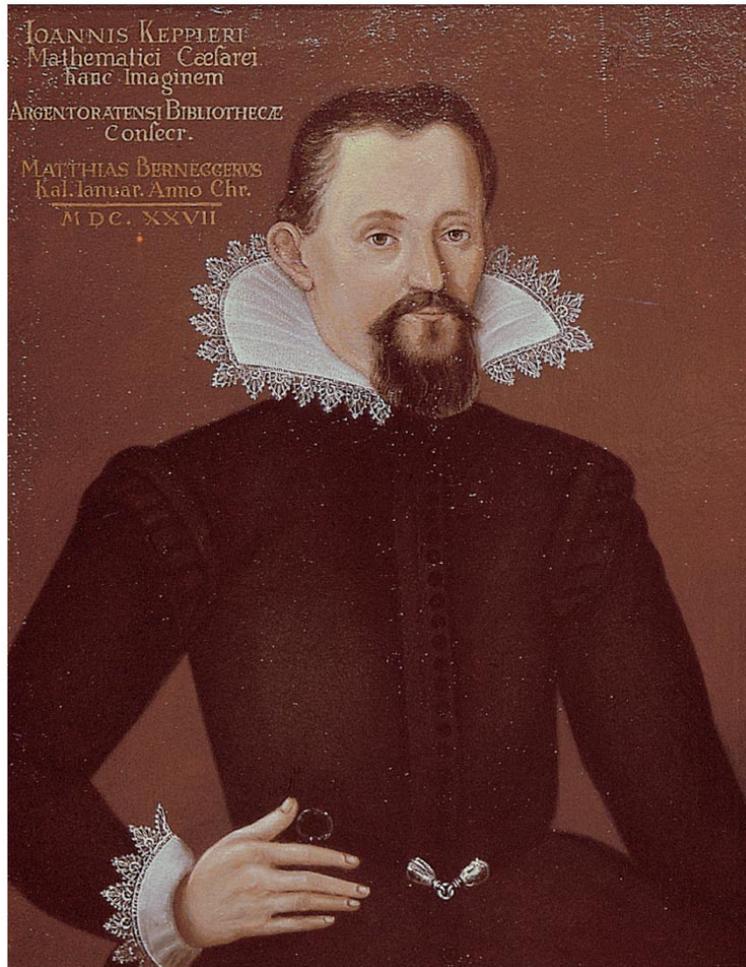
- Compiló, sin telescopios, las mediciones más precisas (un minuto de arco) jamás realizadas de posiciones planetarias.
- Personaje muy arrogante por su nobleza e inteligencia.
- Aún no se pudo detectar la paralaje estelar, y por lo tanto, aún se pensaba que la Tierra debe estar en el centro del sistema solar (pero se reconoce que otros planetas giran alrededor del Sol).
- Contrató a Kepler, quien usó las observaciones de Tycho para descubrir la verdad sobre el movimiento planetario.

Observación de una “nueva estrella” por Tycho Brahe, publicado en *De Stella Nova*, 1573





Remanente de la Supernova de Tycho (SN 1572)

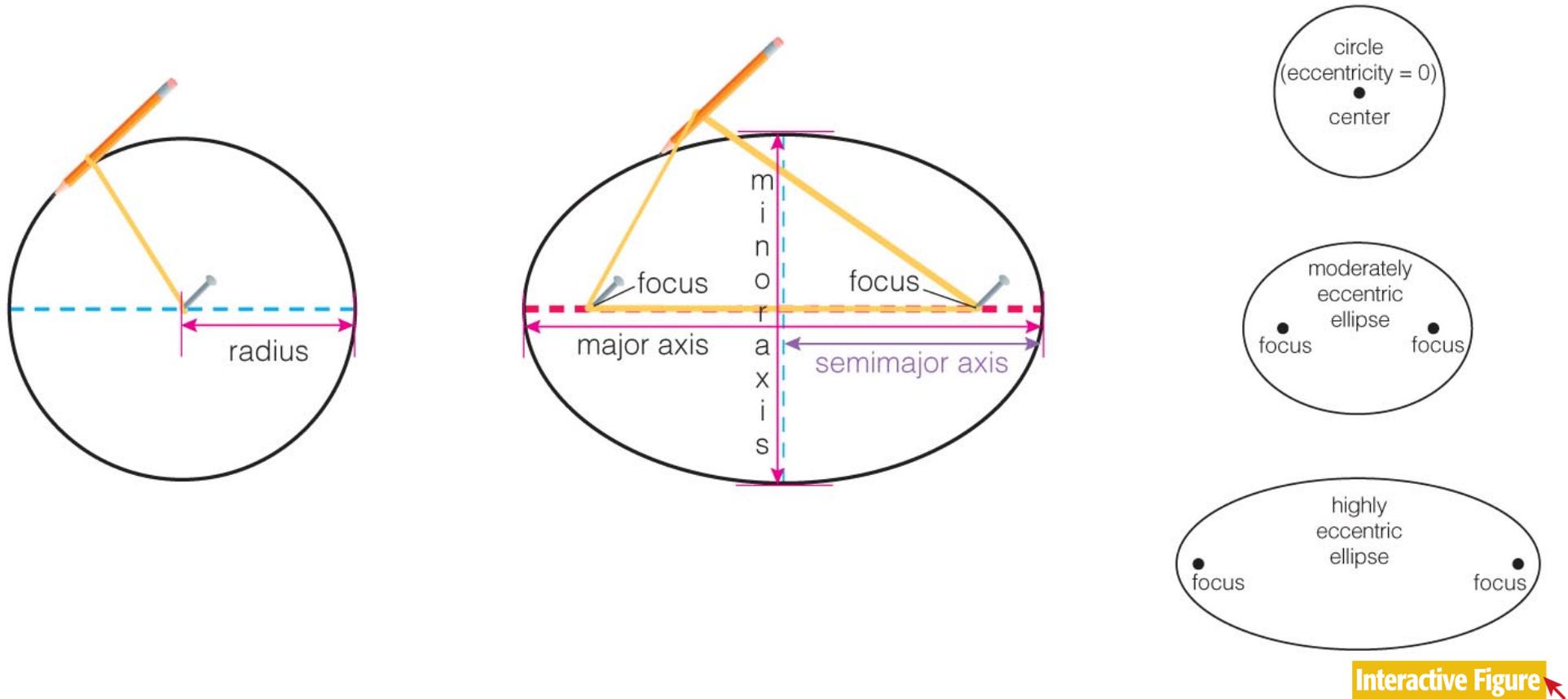


Johannes Kepler
(1571-1630)

- Kepler primero intentó hacer coincidir las observaciones de Tycho con órbitas circulares
- Pero una discrepancia de 8 minutos de arco lo condujo finalmente a las elipsis.

- "Si hubiera creído que podíamos ignorar estos ocho minutos [de arco], habría remendado mi hipótesis en consecuencia. Pero, dado que no estaba permitido ignorar, esos ocho minutos señalaron el camino hacia una reforma completa en astronomía".

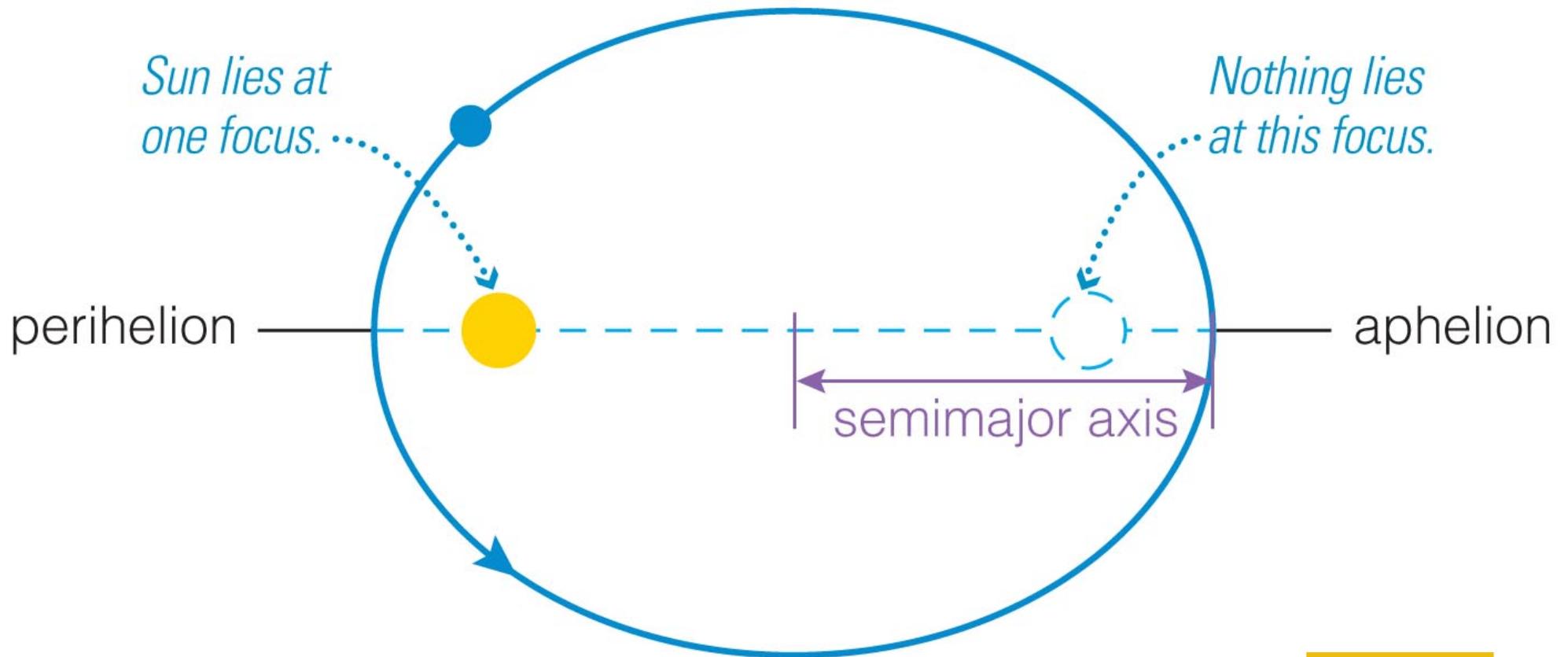
¿Qué es una elipse?



Una elipse parece un círculo alargado.

¿Cuáles son las tres leyes de movimiento planetario de Ke1

Primera ley de Kepler: la órbita de cada planeta alrededor del Sol es una elipse con el Sol en un foco.

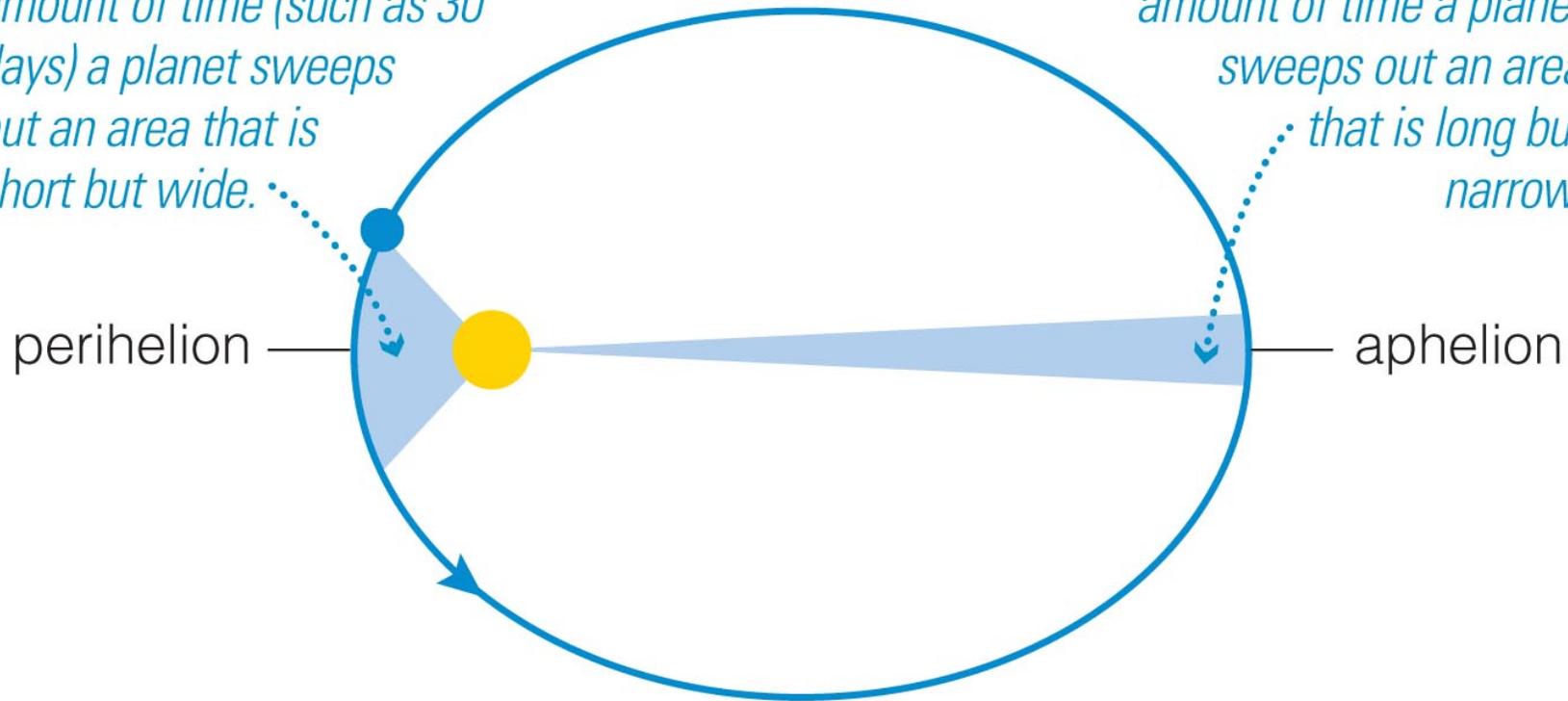


Interactive Figure 

Segunda ley de Kepler: cuando un planeta se mueve alrededor de su órbita, barre áreas iguales en tiempos iguales.

Near perihelion, in any particular amount of time (such as 30 days) a planet sweeps out an area that is short but wide.

Near aphelion, in the same amount of time a planet sweeps out an area that is long but narrow.



The areas swept out in 30-day periods are all equal.

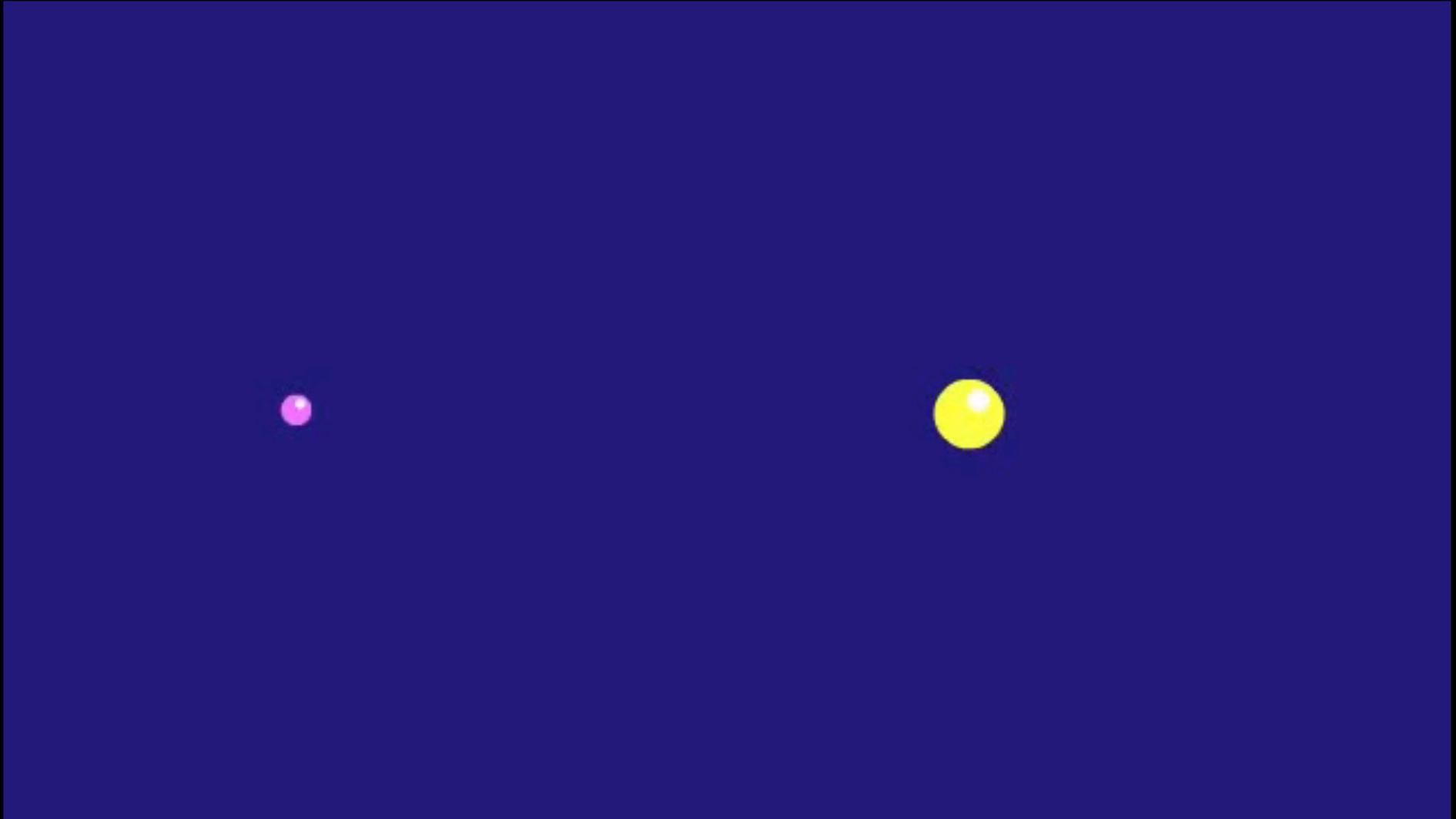
Interactive Figure 

Esto significa que un planeta viaja más rápido cuando está más cerca del Sol y más lento cuando está más lejos del Sol.

Las Leyes de Kepler

Segunda Ley.

Un planeta se mueve en su orbita barriendo áreas iguales en tiempos iguales.



La tercera ley de Kepler

Los planetas más distantes orbitan alrededor del Sol a velocidades promedio más lentas, obedeciendo la relación

$$p^2 = a^3$$

p = período orbital en años

a = prom. distancia de Sun en UA

Pregunta

Un asteroide orbita al Sol a una distancia promedio $a = 4$ AU. ¿Cuánto tiempo toma orbitar el Sol?

- A. 4 años
- B. 8 años
- C. 16 años
- D. 64 años

Hint: Remember that $p^2 = a^3$

Pregunta

Un asteroide orbita al Sol a una distancia promedio $a = 4$ AU. ¿Cuánto tiempo toma orbitar el Sol?

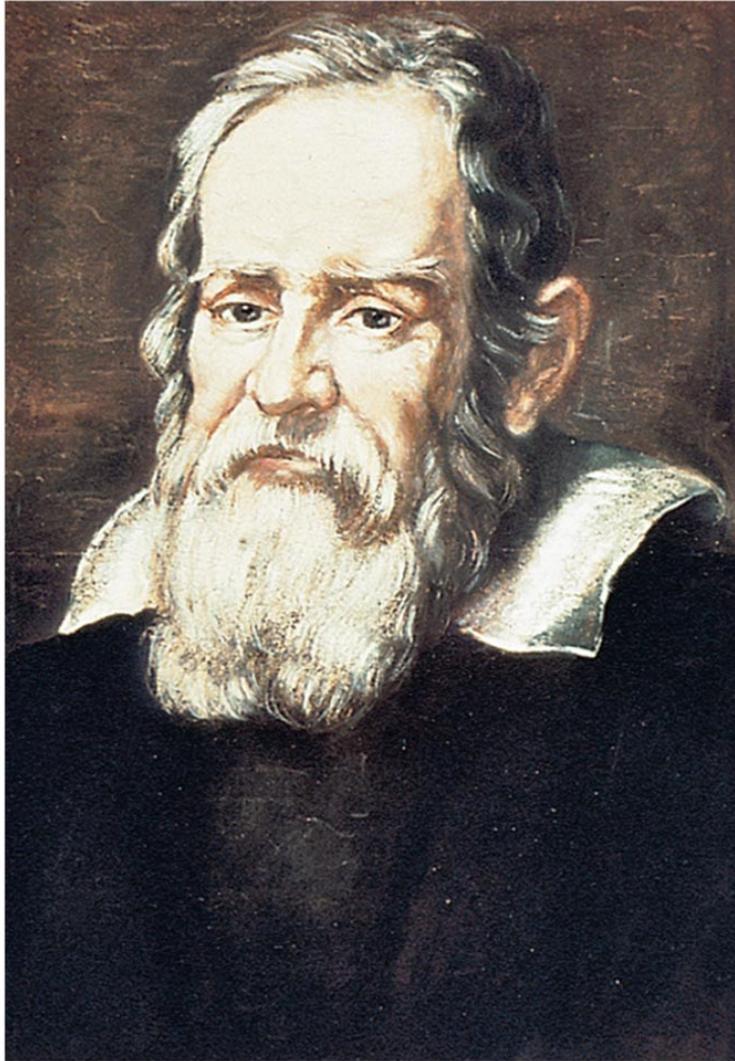
- A. 4 años
- B. 8 años**
- C. 16 años
- D. 64 años

Necesitamos encontrar p para que $p^2 = a^3$.

Como $a = 4$, $a^3 = 4^3 = 64$.

Por lo tanto, $p = 8$, $p^2 = 8^2 = 64$.

¿Cómo solidificó Galileo la revolución copernicana?



Galileo superó las principales objeciones a la visión copernicana. Tres objeciones clave enraizadas en la visión aristotélica fueron:

1. La Tierra no podría moverse porque los objetos en el aire se quedarían atrás.
2. Las órbitas no circulares no son "perfectas" como deberían ser los cielos.
3. Si la Tierra estuviera realmente en órbita alrededor del Sol, detectaríamos paralaje estelar.

Galileo (1564–1642)

Superando la primera objeción (naturaleza del movimiento):

Los experimentos de Galileo mostraron que los objetos en el aire se quedarían con la Tierra a medida que se mueve.

- Aristóteles pensó que todos los objetos, naturalmente, descansan.
- Galileo demostró que los objetos permanecerán en movimiento y la fuerza actúa para frenarlos (la primera ley del movimiento de Newton).

Superando la segunda objeción (perfección celestial):



- Las observaciones de Tycho de cometa y supernova ya desafiaron esta idea.
- Usando su telescopio, Galileo vio:
Manchas solares en el sol ("imperfecciones")
Montañas y valles en la Luna (demostrando que no es una esfera perfecta)

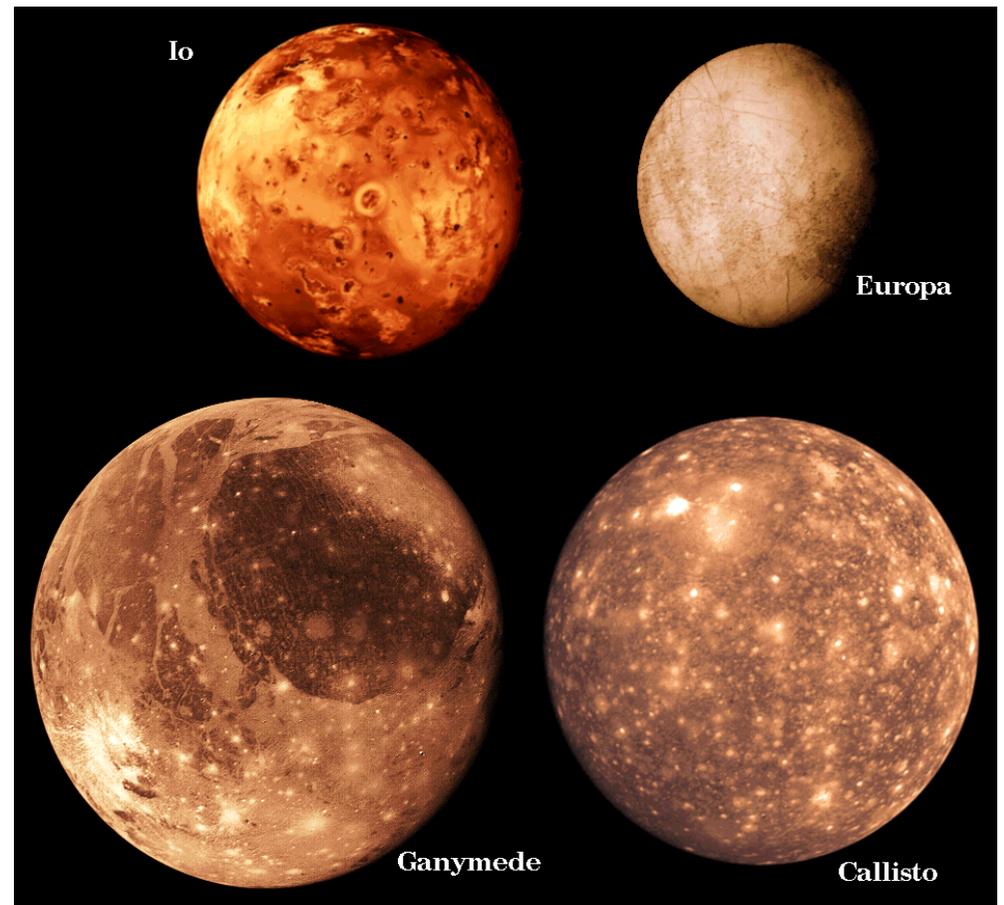
Superando la tercera objeción (paralaje):

- Tycho pensó que había medido distancias estelares, por lo que la falta de paralaje parecía descartar una Tierra en órbita.
 - Galileo demostró que las estrellas deben estar mucho más lejos de lo que Tycho pensó, en parte al usar su telescopio para ver la Vía Láctea son innumerables estrellas individuales.
- > Si las estrellas estaban mucho más lejos, entonces la falta de paralaje detectable ya no era tan preocupante.

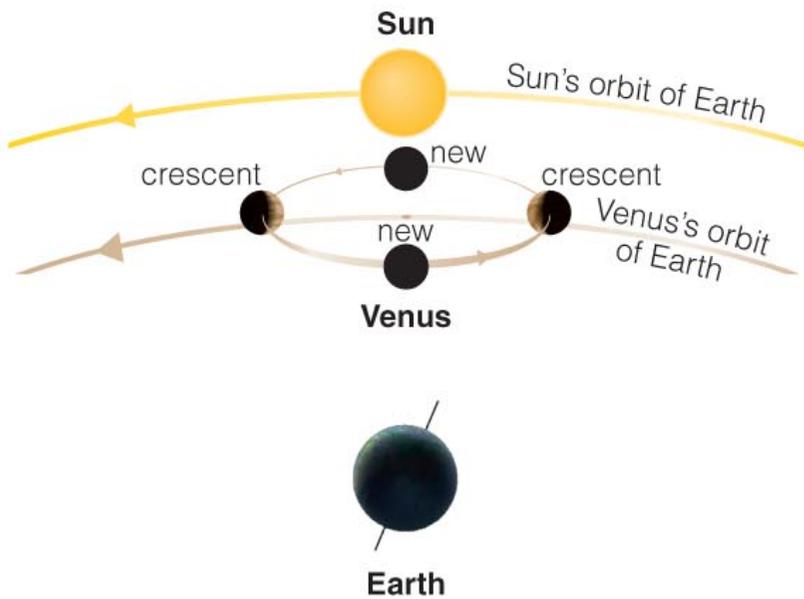
Observaciones Jovianas
1610

2. Jovis. mar. H. 12	○ **
30. mar.	** ○ *
2. Apr.	○ *** *
3. mar.	○ * *
3. Ho. 5.	* ○ *
4. mar.	* ○ **
6. mar.	** ○ *
8. mar. H. 13.	* * * ○
10. mar.	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. vesp.	* ○ *
13. mar.	* * ○ *

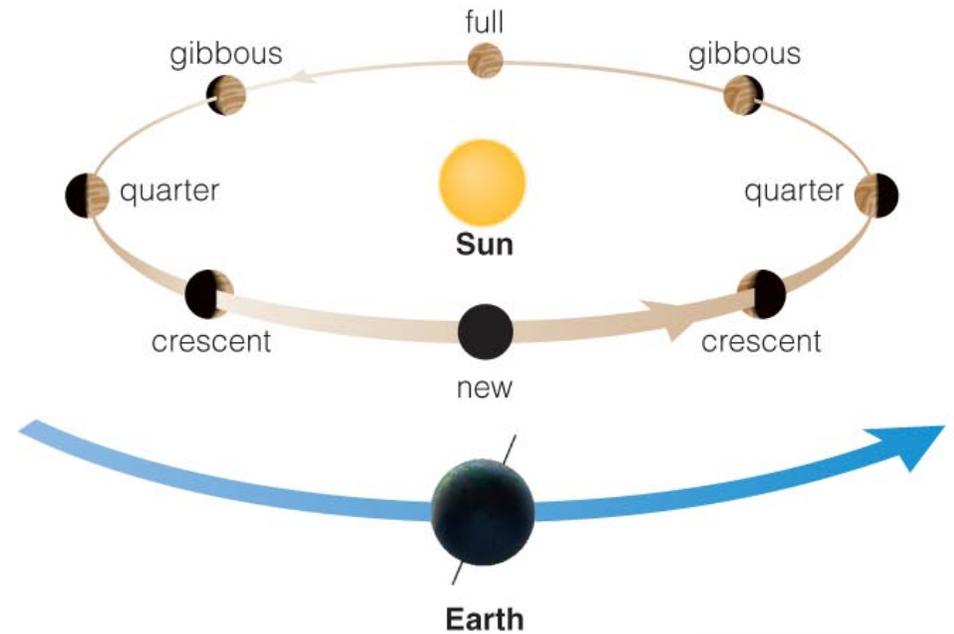
Galileo también vio cuatro lunas orbitando alrededor de Júpiter, demostrando que no todos los objetos orbitan alrededor de la Tierra.



Ptolemaic View of Venus



Copernican View of Venus



Interactive Figure 

Las observaciones de Galileo de las fases de Venus demostraron que orbita el Sol y no la Tierra.



© 2010 Pearson Education, Inc. **El juicio de Galileo**

Joshua 10:12-13

Entonces Josué habló a Jehová el día en que Jehová entregó al amorreo delante de los hijos de Israel, y dijo en presencia de los israelitas:

Sol, detente en Gabaón;

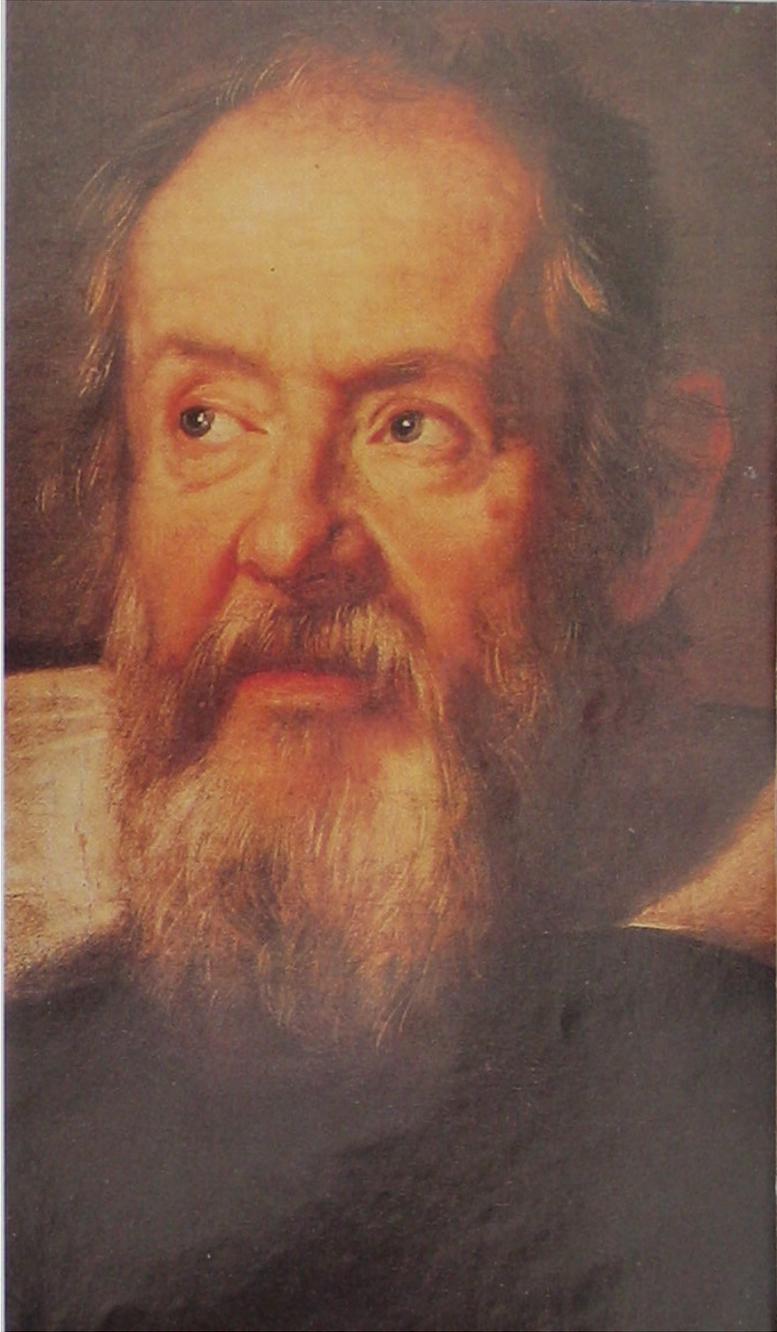
Y tú, luna, en el valle de Ajalón.

Y el sol se detuvo y la luna se paró,

Hasta que la gente se hubo vengado de sus enemigos.

¿No está escrito esto en el libro de Jaser? Y el sol se paró en medio del cielo, y no se apresuró a ponerse casi un día entero.

El juicio de Galileo



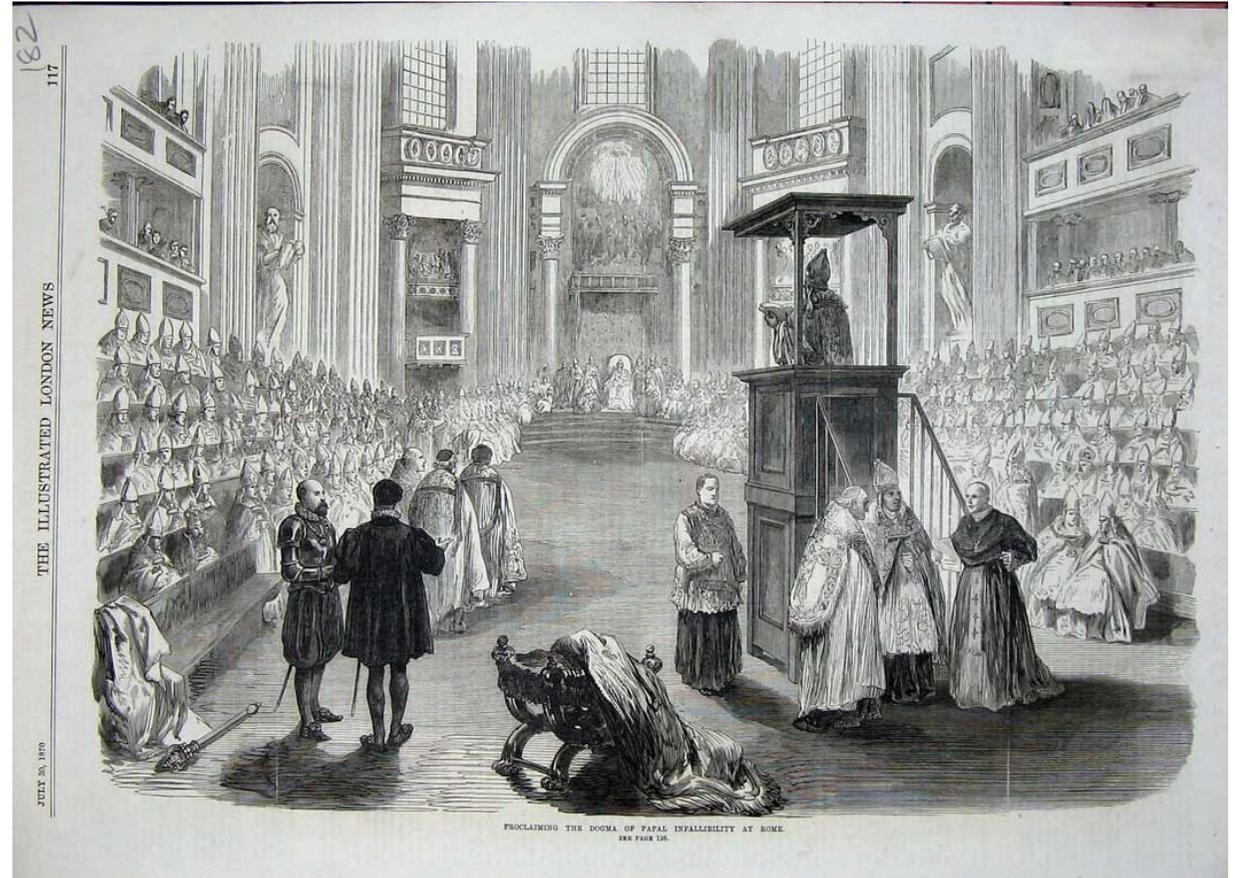
Galileo



Papa Urbano VIII

Infalibilidad Papal

- "Sus definiciones, de sí mismas, y no del consentimiento de la Iglesia, son justamente consideradas irreformables, ya que se pronuncian con la asistencia del Espíritu Santo, una ayuda prometida a él en el bendito Pedro".

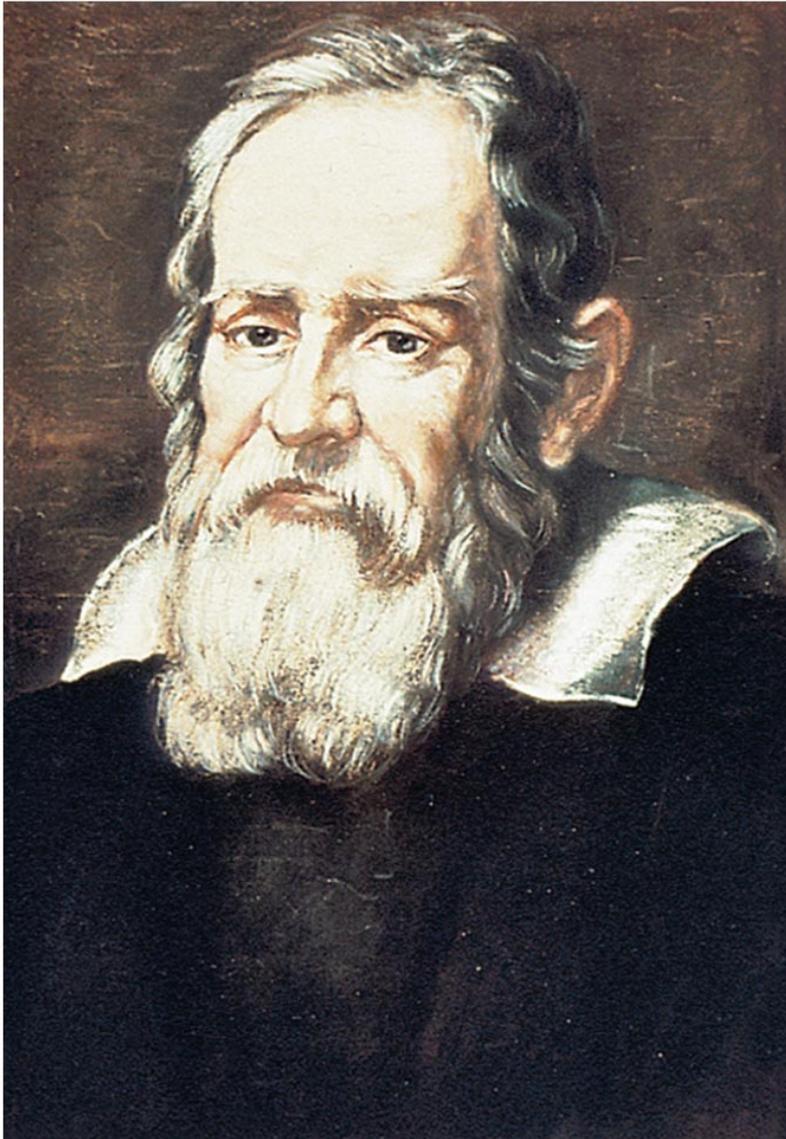


Y si no estuvo de acuerdo con las doctrinas sancionadas por la Iglesia:



- "La Biblia fue escrita para mostrarnos cómo ir al cielo, no cómo van los cielos". - Cardenal Baronius (1598), una cita citada por Galileo





Galileo Galilei

La Iglesia Católica ordenó a Galileo que se retractara de su afirmación de que la Tierra orbita el Sol en 1633 y prohibió su libro.

El juicio pronto fue visto como un choque entre el dogma y el pensamiento libre y ayudó a reducir el poder político de la iglesia.

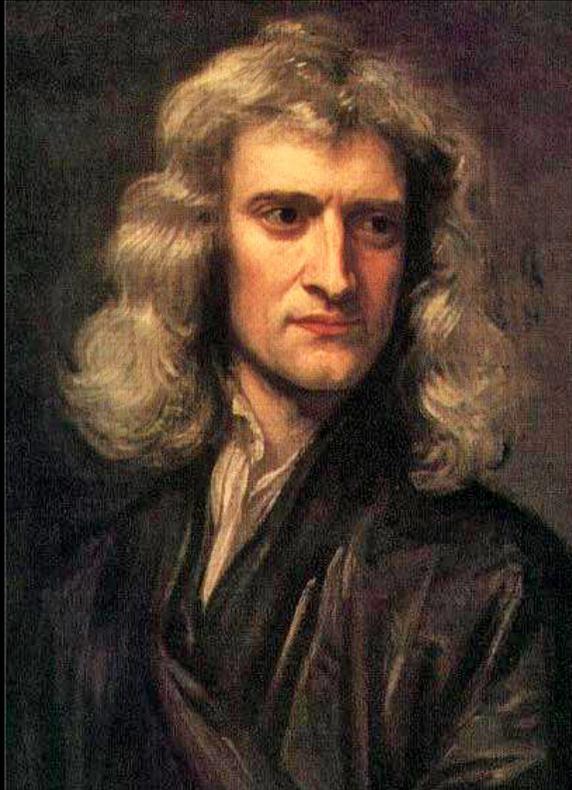
Su libro sobre el tema fue eliminado del índice de libros prohibidos de la Iglesia en 1824.

Exoneración

- En 1992, 359 años después del juicio de Galileo y 350 años después de su muerte, el Papa Juan Pablo II estableció una comisión que finalmente emitió una disculpa, levantando el edicto de la Inquisición contra Galileo.



Newton y la Gravitación Universal.



Sir Isaac Newton (1643-1727). Padre de la ciencia Moderna.

Unificación de mecánica terrestre y celeste en su obra maestra *Principia*

Leyes de movimiento y gravitación

Al derivar las leyes de Kepler desde su concepción matemática (geométrica) del Universo, y predecir trayectorias de planetas, cometas, equinoccios, etc, Newton derriba finalmente cualquier duda acerca de la teoría Heliocéntrica.

Newton y la Gravitación Universal.

Se generalizan y explican razones de las leyes de Kepler

Primera ley de Kepler: Los objetos celestes se pueden mover en cualquiera de los siguientes tipos de orbitas: circular, elíptica, hiperbólica, parabólica.

Segunda ley de Kepler: consecuencia directa de que los movimientos planetarios son producidos por una fuerza central

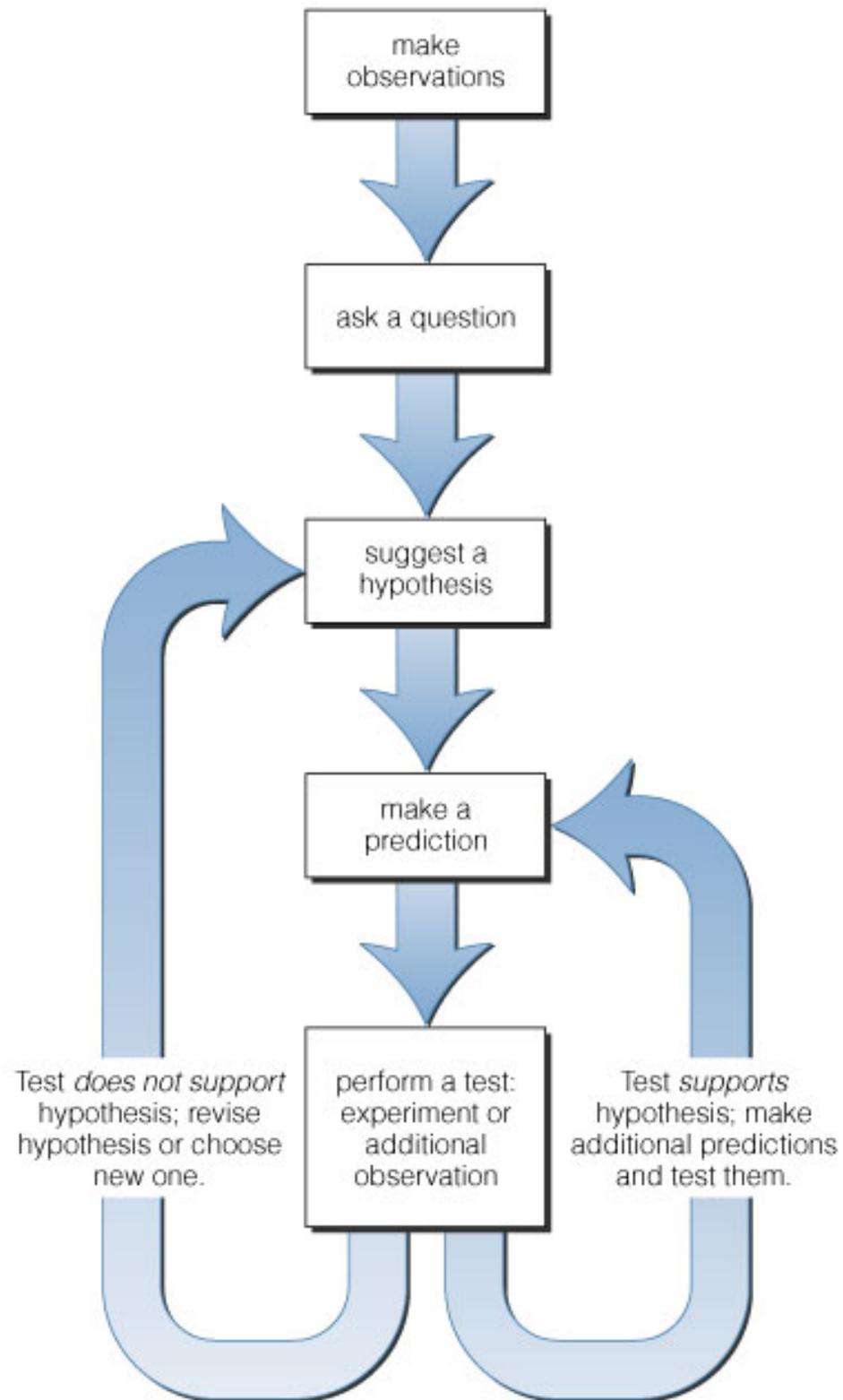
Tercera ley de Kepler: Fuerza gravitatoria disminuye con el cuadrado de la distancia.

Ciencia

¿Cómo podemos distinguir la ciencia de la non-ciencia?

- Definir ciencia puede ser sorprendentemente difícil.
- La ciencia del latín scientia, que significa "conocimiento".





El método científico idealizado

Basado en proponer y probar hipótesis

hypothesis = conjetura educada

Las observaciones y los experimentos son clave

Las observaciones más precisas distinguen entre diferentes hipótesis

Pero la ciencia rara vez procede de esta manera idealizada ... Por ejemplo:

- Algunas veces comenzamos por "solo mirar" y luego podemos encontrar posibles explicaciones.
- Algunas veces seguimos nuestra intuición en lugar de una línea particular de evidencia.

Hallmarks of Science: #1

La ciencia moderna busca explicaciones para fenómenos observados que dependen únicamente de causas naturales.

(Un modelo científico no puede incluir intervención divina)

Hallmarks of Science: #2

La ciencia progresa a través de la creación y prueba de modelos de la naturaleza que explican las observaciones de la manera más simple posible.

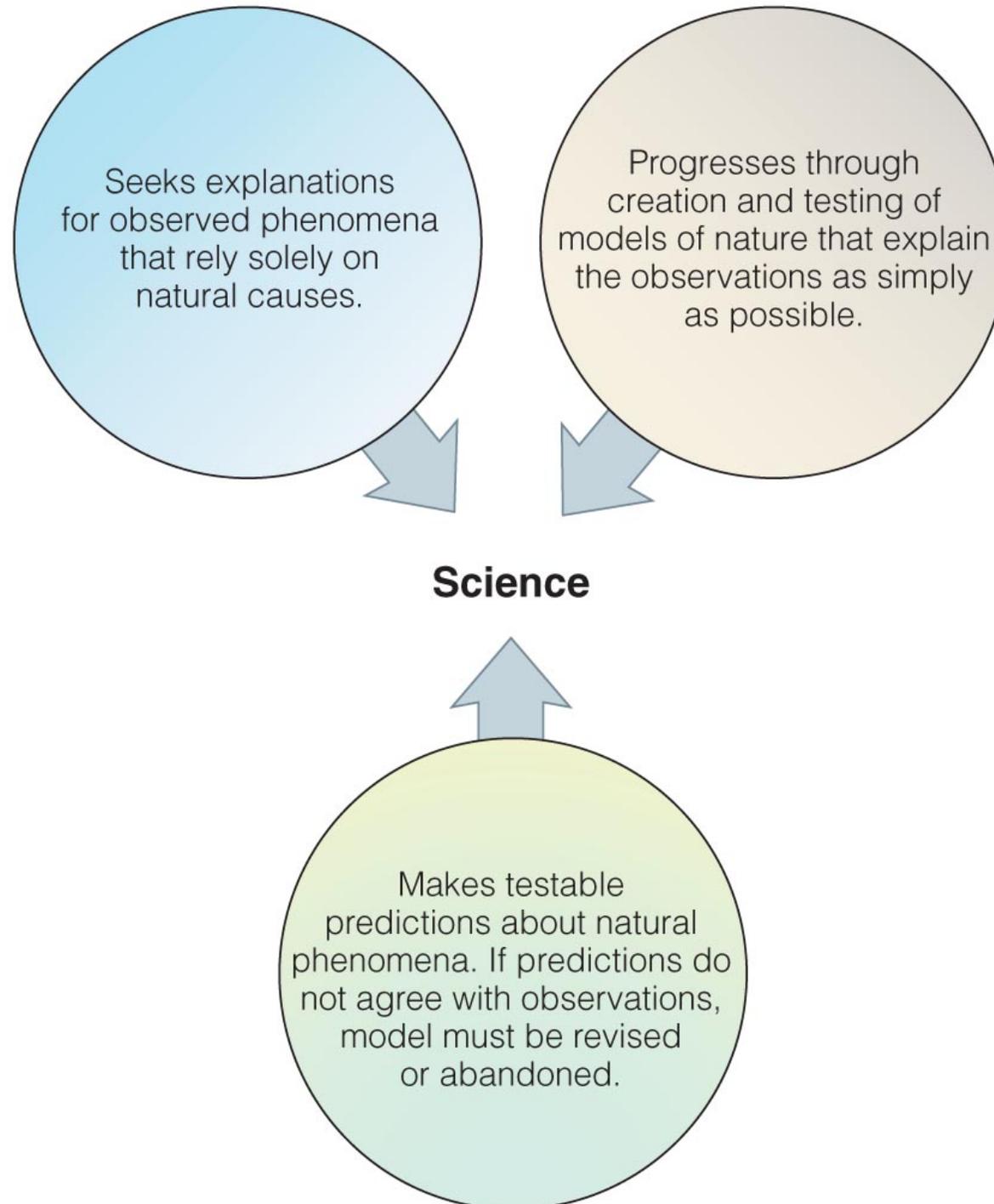
(Simplicity = "Navaja de Occam")

Hallmarks of Science: #3

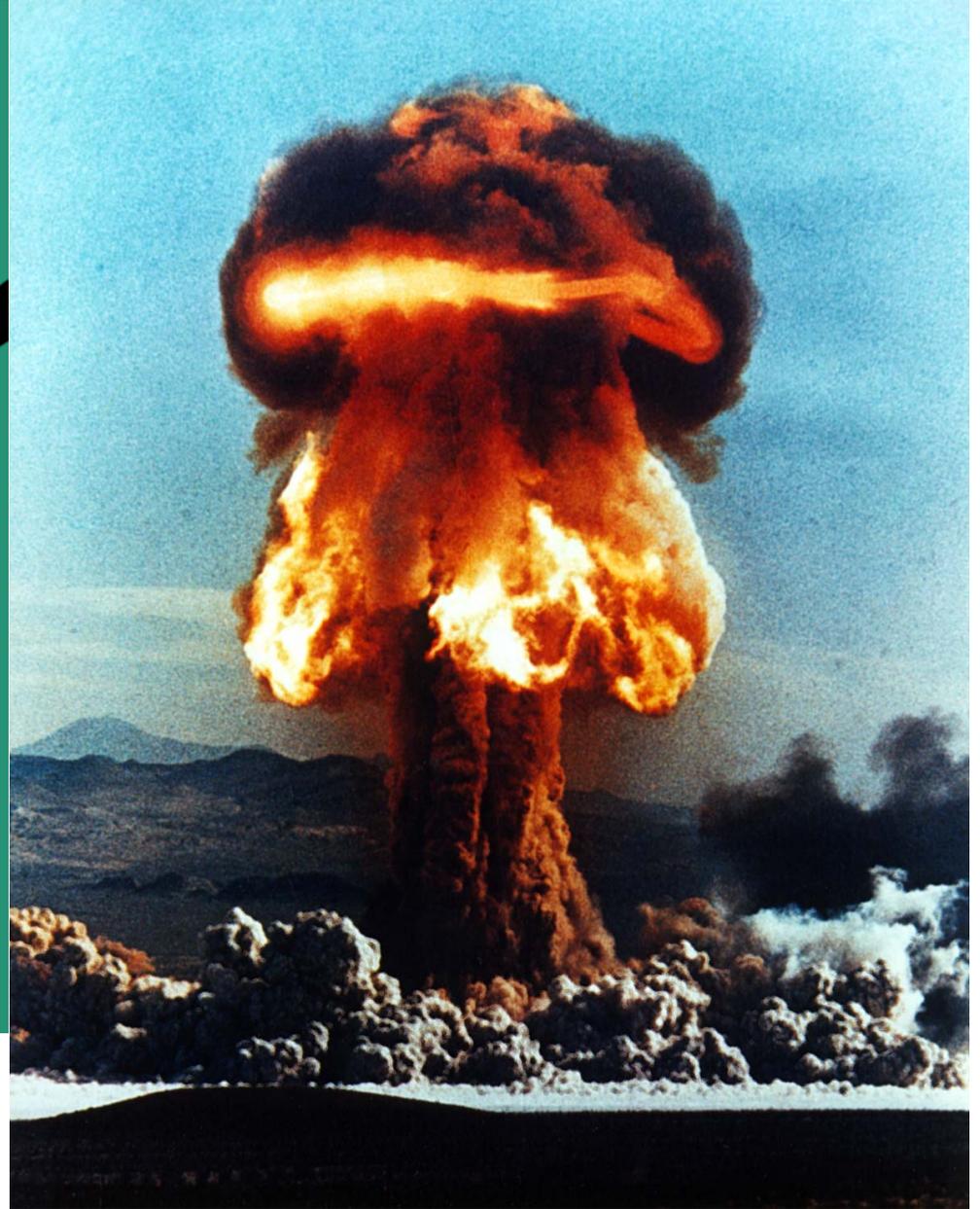
Un modelo científico debe hacer predicciones comprobables sobre los fenómenos naturales que nos obligarían a revisar o abandonar el modelo si las predicciones no concuerdan con las observaciones.

En otras palabras, un modelo científico debe ser falsable. (Karl Popper)

Hallmarks of Science



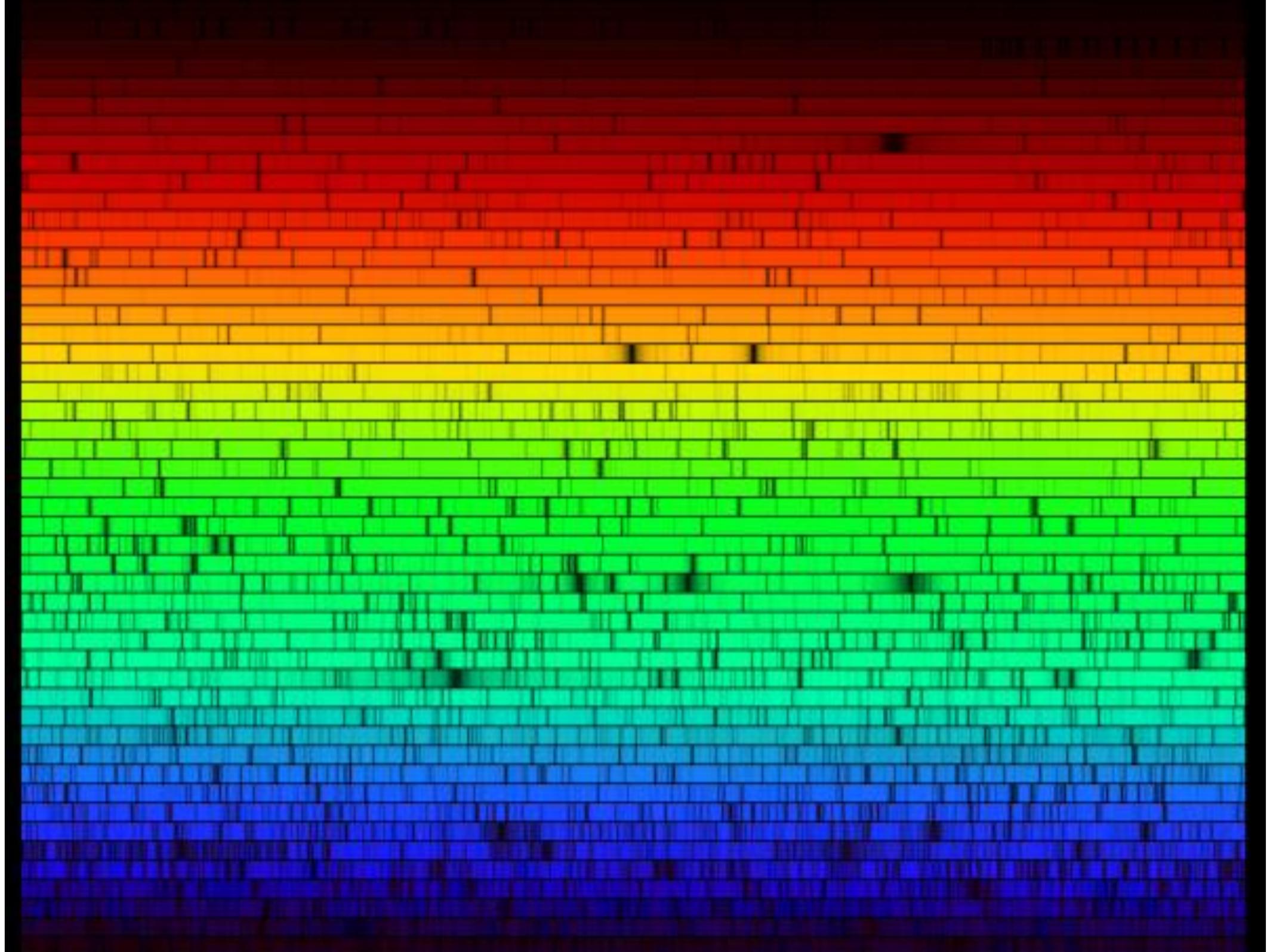
¿Qué hay de nuestras aprehensiones y miedo a la ciencia?



Valor espiritual de la ciencia

1. El universo no es caprichoso y vengativo.
2. Hay belleza y orden más allá de nuestros sueños más antiguos.
3. Unidad y simetría: todo el universo está formado por los mismos elementos y obedecen las mismas leyes físicas





Progreso científico:

El crecimiento acumulativo de un sistema de conocimiento con el tiempo en el que las funciones útiles se conservan y las características no útiles son abandonadas, basadas en el rechazo o la confirmación del conocimiento comprobable.



¿Qué es una teoría científica?

- La palabra teoría tiene un diferente significado en la ciencia que en la vida cotidiana.
- En la ciencia, una teoría NO es la misma como una hipótesis:
Una teoría científica debe:
 - Explica una gran variedad de observaciones con algunos principios simples, Y
 - Debe ser apoyada por evidencias convincentes.
 - NO debe haber fallado ninguna prueba crucial de su validez.

Pregunta

La teoría de la evolución de Darwin cumple todos los criterios de una teoría científica. Esto significa:

- A. La opinión científica se divide en partes iguales en cuanto a si la evolución realmente sucedió.
- B. La opinión científica corre alrededor del 90% a favor de la teoría de la evolución y alrededor del 10% en contra.
- C. Después de más de 100 años de pruebas, la teoría de Darwin se mantiene más fuerte que nunca, habiendo cumplido con éxito todos los desafíos científicos a su validez.
- D. Ya no hay dudas de que la teoría de la evolución es absolutamente verdadera.

Pregunta

La teoría de la evolución de Darwin cumple todos los criterios de una teoría científica. Esto significa:

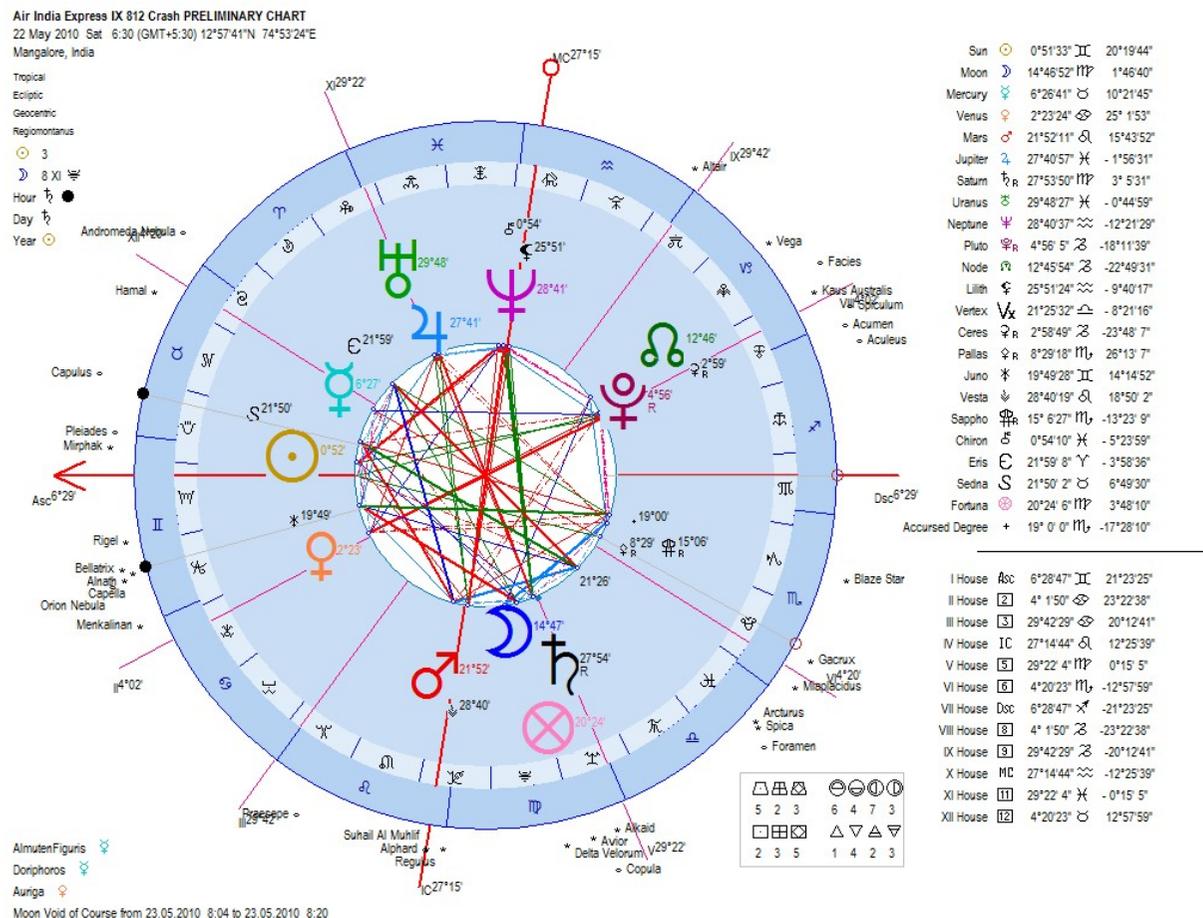
- A. La opinión científica se divide en partes iguales en cuanto a si la evolución realmente sucedió.
- B. La opinión científica corre alrededor del 90% a favor de la teoría de la evolución y alrededor del 10% en contra.
- C. Después de más de 100 años de pruebas, la teoría de Darwin se mantiene más fuerte que nunca, habiendo cumplido con éxito todos los desafíos científicos a su validez.
- D. Ya no hay dudas de que la teoría de la evolución es absolutamente verdadera.

Astrología

- ¿En qué se diferencia la astrología de la astronomía?
- ¿Tiene la astrología alguna validez científica?
- Otros reclamos paranormales

¿En qué se diferencia la astrología de la astronomía?

- La astronomía es una ciencia centrada en aprender cómo funcionan las estrellas, los planetas y otros objetos celestes.
- La astrología es una búsqueda de influencias ocultas en las vidas humanas basadas en las posiciones de los planetas y las estrellas en el cielo.



¿Tiene la astrología alguna validez científica?

- Las pruebas científicas han demostrado que las predicciones astrológicas no son más precisas de lo que cabría esperar por pura casualidad.



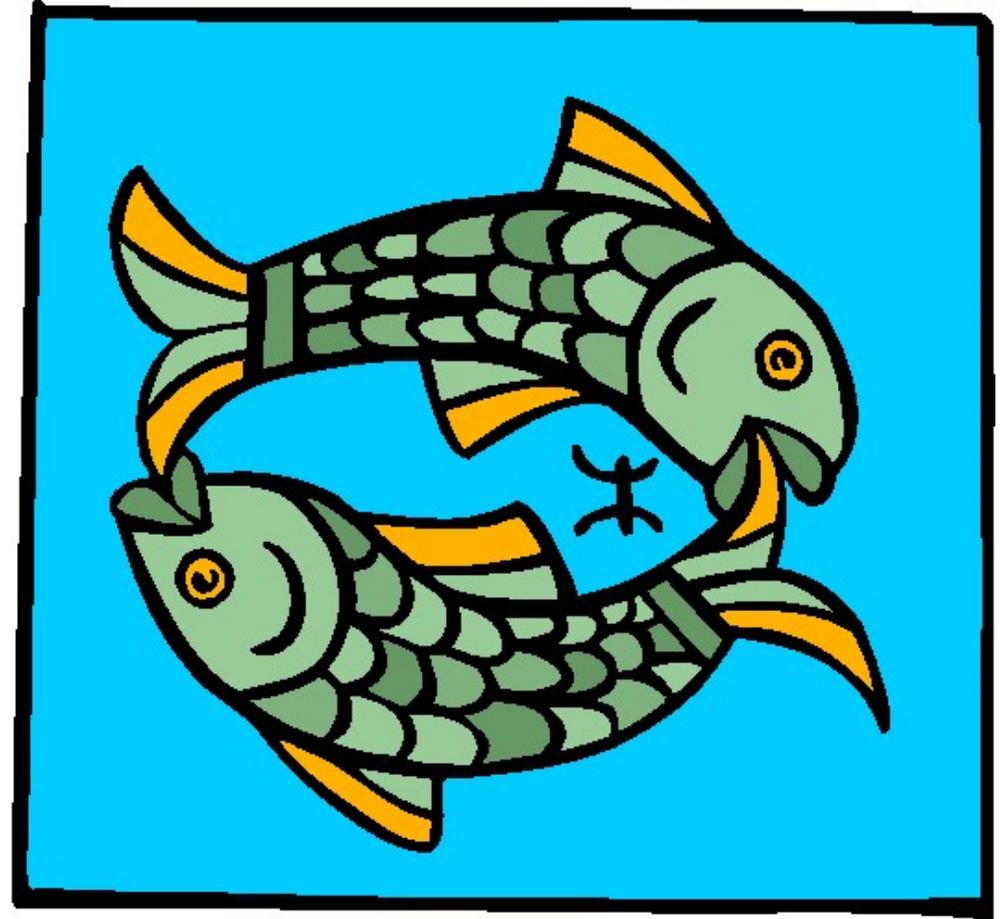
Gemelos del tiempo astrológico

Un estudio que involucró a 2,101 personas nacidas en Londres durante 3-9 de marzo de 1958. Nacieron en promedio 4.8 minutos aparte, por lo que fueron precisamente aquellos para los que los astrólogos había predicho 'similitudes realmente excepcionales de la vida y temperamento'.

Las mediciones a las edades de 11, 16 y 23 habían proporcionado puntajes de prueba para IQ, lectura y aritmética; calificaciones de maestros y padres sobre el comportamiento como la ansiedad, agresividad y sociabilidad autoevaluaciones de la capacidad tales como arte, música y deportes; y varios otros como ocupación, propensión a los accidentes y estado civil;

¡No se encontró correlación!

El tamaño del efecto debido a la astrología fue 0.00 ± 0.03 .



- Desconfirma la idea de los signos del sol (¡evidentemente, 2,101 Piscis tenían pocas similitudes!)

¿Por qué es importante?

- Si alguno de estos fenómenos tiene validez fáctica, tendrá un profundo impacto en la forma en que entendemos el mundo que nos rodea.
- Por esta razón Explicaciones extraordinarias demandan una prueba extraordinaria.