GUÍA DIDÁCTICA

Un salto de gigante

GONZALO FERRERÓ
OSWALDO FELIPE

Dirección
BLANCA RESANO

Wee Stories
THEATRE COMPANY

Agrupación Astronómica de Huesca

PAI

0/42 PLANETARIO DE ARAGÓN

El intento de un hombre de meterse en la cabeza el intento de la humanidad de meterse en la cabeza el Universo.

Has visto “Un salto de gigante”. Nuestra intención era que te hicieras preguntas y sintieras la motivación para resolverlas.

Hemos querido transmitir que la curiosidad nos lleva a plantearnos diversas cuestiones. Tratar de contestarlas puede llegar a emocionarnos, a motivarnos a ir cada vez más lejos.

Así se gestó la Ciencia Moderna.

CONTENIDO DE LA GUÍA

- Resumen cronológico de la obra.
- Historia de la astronomía tal como la hemos contado, desde los antiguos vigilantes del cielo hasta Galileo.
- Pinceladas de la historia no tratada en la obra, desde Galileo hasta la actualidad. Los hechos más significativos.
- La carrera espacial.
- Cuestiones para debatir en el aula.
- Actividades de observación.
- Sitios web interesantes.

CRONOLOGÍA ASTRONÓMICA MENCIONADA EN LA OBRA

4000 a.C.

Sumerios y babilonios registran sus primeras observaciones celestes en tablas de arcilla. Dan nombre a las constelaciones.

Siglo IV a.C.

Los griegos proponen que los cielos están compuestos por esferas concéntricas de cristal y que la Tierra es el centro del universo.

Siglo III a.C.

Aristarco de Samos propone que el Sol está en el centro del universo.

Siglo II d.C.

Ptolomeo redacta el Almagesto, compendio del conocimiento griego, en el que expone el movimiento de los planetas, pero bajo la teoría geocéntrica.

Siglo III

La biblioteca de Alejandría es destruida, perdiéndose con ella los grandes libros de conocimiento del mundo. Afortunadamente hay algunas copias en Roma.

Siglo V

Cae el imperio romano de occidente. Son destruidas las copias de los grandes libros pero el Almagesto sobrevive y la Iglesia lo adopta durante la edad oscura.

El imperio romano de Oriente, el imperio Bizantino, guarda copias de los libros de conocimiento. Estos libros viajan a Oriente y son mejorados por los árabes.

Siglo XIII

La luz del conocimiento regresa a Europa y surge el Renacimiento.

Siglo XVI

Copérnico vuelve a proponer la teoría heliocéntrica. La Iglesia la considera herética.

Giordano Bruno propone que el universo es in nito y que el Sol es una estrella más de tantas otras.
Es condenado a muerte por hereje.

Siglo XVII

Galileo descubre con el telescopio que hay satélites alrededor de Júpiter, cráteres en la Luna y las manchas solares.

Kepler redacta sus leyes en las que describe el movimiento de los planetas.

Newton enuncia la ley de gravitación universal.

Siglo XX

Alunizaje del Apollo XI. Al pisar la Luna Amstrong dice: *este es un pequeño paso para un hombre, pero un salto de gigante para la humanidad*.

HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA TAL COMO LA HEMOS CONTADO

¿Has pensado alguna vez lo fácil que tenemos el acceso a la información actualmente?

Nosotros sabemos que nuestro Sol es una estrella y que las estrellas son soles, y que están increíblemente lejos pero… ¿qué pensaba la gente en la antigüedad que eran las estrellas?

Miraban al cielo e intentaban entender, al no comprender algunas cosas crearon la idea de los dioses. Dioses en el cielo que les ayudaban. ¡Lógico! Puede que el Sol, la Luna y las estrellas fueran dioses.

Observaron la luna y descubrieron que entre dos lunas nuevas habían pasado 28 días. Miraron al Sol y vieron que cada día salía por un lugar un poco diferente al anterior. Lo apuntaron y vieron que cada 365 días se repetía un ciclo.

También descubrieron que había otros objetos en el cielo nocturno. Parecían estrellas pero no lo eran. No se movían de la misma manera a través del cielo. Y, a veces, hacían un bucle extraño en el cielo. Encontraron así hasta cinco de esas estrellas errantes. ¿Eran también dioses?

Todo estas observaciones las grabaron en unas tablillas, así hace 5.000 años inventaron la escritura, y gracias a esas tablillas tenemos esa información.

Estos vigilantes del cielo tenían entonces 7 dioses del cielo; el Sol, la Luna y cinco estrellas errantes. Así que dividieron los 28 días del mes por el número 7 y obtuvieron un 4. 4 periodos de 7 días. ¡Ya tenían la semana! y les dieron a los días de la semana los nombres de sus 7 dioses del cielo. Y adoraron a sus dioses. Porque sus dioses les habían dado el día, la semana el mes y el año. Los dioses les habían regalado el tiempo.

Un tiempo después en la Antigua Grecia, hace 2.500 años, sus habitantes quisieron entender el Universo. Por primera vez en este planeta la gente intentaba explicar el mundo en el que vivían en términos naturales, no sobrenaturales.

Al principio se pusieron de acuerdo en que la Tierra era redonda como una pelota y que el Sol, la Luna y las estrellas giraban alrededor de ella de este a oeste, en sentido horario.

Pero si la Tierra es una esfera y no es plana, ¿qué impide que la gente que vive en el Sur se caiga? Y se dieron cuenta de que tenían que resolverlo.

Decidieron que la Luna estaba fija a una esfera de cristal invisible. Imagina una enorme pecera girando sobre la Tierra. El Sol también estaba fijo en una pecera todavía más grande girando alrededor de la otra pecera. Y las cinco estrellas errantes tenían todas sus propias enormes peceras, esferas de cristal, girando alrededor unas de otras, hasta la gran pecera final, una enorme esfera de cristal en el cielo -el fin del Universo-, dónde las estrellas eran luces y estaban fijas.

Así era el modelo griego del Universo

Todas estas ideas estaban en los libros, muchos libros, y todos estos libros estaban en la Biblioteca de Alejandría, lugar de encuentro de todos los sabios y eruditos de la época.

Un día apareció un tal Aristarco de Samos que sugirió que no era la Tierra la que estaba en el centro del Universo. Dijo que era el Sol y que en vez de que el Sol girara en el sentido horario era la Tierra que se movía y giraba alrededor del Sol sentido antihorario.

Lo trataron de loco e ignoraron sus ideas, porque no podía probarlas.

Aristarco escribió un libro con sus brillantes teorías pero lo retiraron de los estantes de la Biblioteca de Alejandría, lo destruyeron y no hay copia.

Todas estas ideas griegas las recogió 400 años después Ptolomeo en el Gran Libro, El Almagesto. Ptolomeo era un matemático, geógrafo, astrónomo y también astrólogo.

La Enciclopedia de Ptolomeo tenía a la Tierra en el centro y el Sol girando alrededor de la Tierra en el otro sentido.

Nosotros sabemos que estos objetos celestes no son dioses en el cielo. Son grandes trozos de roca como la Tierra y Marte o gigantes gaseosos como Júpiter. Ptolomeo y los griegos no lo sabían y pensaban que estos cuerpos celestes eran dioses, pensaban que debían ser perfectos, y que si veíamos manchas en la Luna era por que reflejaba las imperfecciones de la Tierra. Se inventaron que debían estar hechos de una sustancia perfecta digna de Dios que no era ni aire, ni tierra, ni fuego ni agua. Y como no sabían nada de ella la llamaron 'Quintaesencia'

CLAUDIO PTOLOMEO

Y ¿cómo se convirtió en el Gran Libro?

Tiene que ver con la caída del Imperio Romano. La Gran Biblioteca de Alejandría, en Egipto, fue destruida. Pero se habían hecho algunas copias de algunos de los grandes libros griegos y algunos registros de observaciones de los vigilantes del cielo y estaban guardados en Roma. Pero también en Roma los grandes libros de los pensamientos griegos, fueron destruidos.

¿Todos? No, todos menos la Enciclopedia de Ptolomeo que sobrevivió ¡para los siguientes mil años! La luz del conocimiento se extinguió y el centro de la Tierra quedó sumido en la oscuridad, había empezado la Edad Media.

¿Qué quedó? ¿Alguna idea? ¿Alguna estructura? Si. Una: La Iglesia.

La Iglesia adoptó La Enciclopedia de Ptolomeo, el modelo del Universo de Ptolomeo con las esferas concéntricas de cristal invisible y colocó el Cielo, y luego a Dios, en lo más alto de la última esfera, en el séptimo cielo, la morada de Dios.

¿Y cómo salimos de esto?

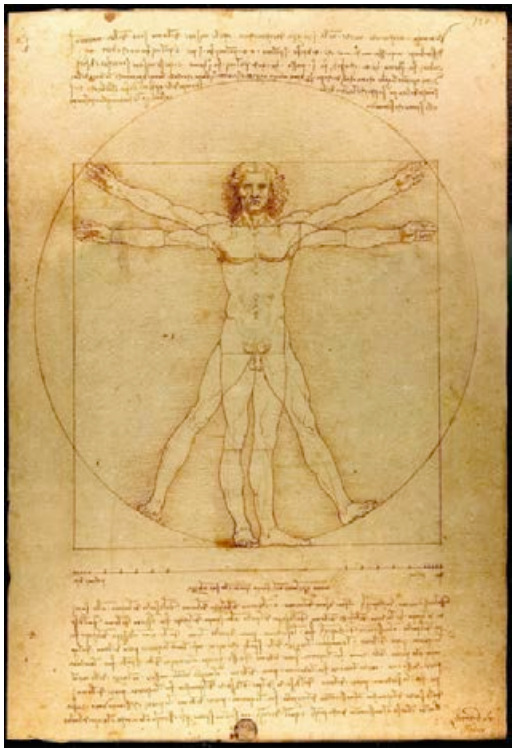
Cuando el Imperio Romano se extendió, creció tanto, era tan grande e insostenible que necesitó dos capitales para mantener el orden: Roma en el Oeste y Constantinopla, actual Estambul, en Turquía, en el Este. Y cuando Roma cayó, Constantinopla no. Al revés. Creció y se convirtió en un nuevo Imperio; el Imperio Bizantino.

Y afortunadamente en el imperio bizantino había copias de todo el conocimiento antiguo, copias de las observaciones astronómicas de los vigilantes del cielo, copias de los grandes libros del pensamiento griego. Y esas copias viajaron lejos, al Este, a Arabia y a Oriente Medio. Bagdad se convirtió en un nuevo lugar de aprendizaje en el mundo.

Y un tiempo después, en 1453 el Imperio Bizantino, también ¡cayó!

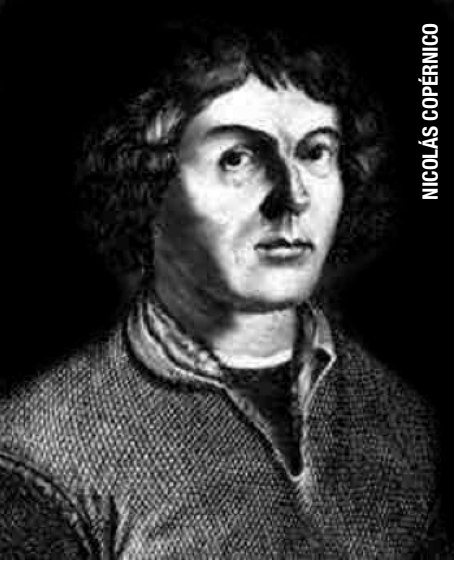
Y todos los pensadores, eruditos, artistas y científicos salieron huyendo. Navegaron por el Mediterráneo hasta Italia,

Empezaba una nueva era, el redescubrimiento de los conocimientos, un nuevo despertar de las ideas, el renacimiento del pensamiento... ¡El Renacimiento!



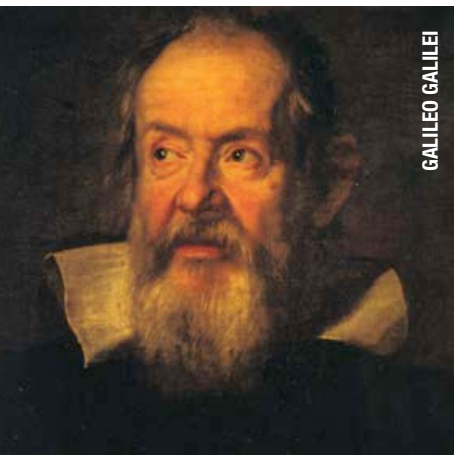
El renacimiento fue un tiempo no sólo para derribar barreras mentales, sino también físicas. Exploradores como Marco Polo viajaron hasta China. Valientes como Cristóbal Colón se atrevieron a navegar a China, pero usando, para su desgracia, el mapa de Ptolomeo. Y Colón descubrió el Nuevo Mundo porque navegaba justo hacia él. Aunque él no sabía que estaba allí.

Con la invención de la Imprenta todos pudimos ampliar nuestros horizontes. El conocimiento se democratizó. Y llegó tan al norte como Polonia, donde empezó la revolución a principios del siglo XVI.



NICOLÁS COPÉRNICO

GIORDANO BRUNO



GALILEO GALILEI

Allí Nicolás Copérnico empezó a dudar del modelo de Ptolomeo con un Universo centrado en la Tierra. Leyó a Aristarco, que casi 2000 años atrás ya tuvo la idea de que la Tierra no estaba en el centro del universo, y escribió su propio libro revolucionario: “Sobre la revolución de las esferas Celestes”.

Copérnico tuvo un problema, muchos problemas.
Los mismos que tuvo Aristarco alrededor de 2000 años antes. Eran ideas.

Pero Copérnico se enfrentó a un problema mayor. Era un religioso. Tanto miedo tenía Copérnico de las consecuencias de este libro, que solo fue publicado muchos años después, cuando estaba en su lecho de muerte.

Al final del Siglo XVI, un librepensador, un monje radical llamado Giordano Bruno había devorado las inspiradoras ideas de Copérnico y las había llevado más lejos, escribiendo su propio libro “Sobre el Universo infinito y los mundos” en el que Bruno describió un Universo que no estaba contenido en esferas invisibles de cristal, sino que era un Universo Infinito, sin final, en el que no sólo estaba nuestro Sol, alrededor del que giraba nuestra Tierra, sino que había otros soles lejanos y otros planetas como la Tierra que giraban alrededor de esos soles. Mucho más peligroso fue que Bruno sugirió que si el Todopoderoso Dios del Cielo había creado nuestra Tierra, pudo haber creado vida en esos otros planetas también, y que cuando las criaturas que vivían en esos planetas miraban a los cielos y veían nuestra Tierra, pensaban que nuestra Tierra era el Cielo. Esto resultó muy grave para la Iglesia.

Bruno fue capturado en Venecia, llevado a Roma, y encerrado para que se pudriera en prisión durante 7 años. Hasta que fue juzgado por herejía, considerado culpable y quemado en la hoguera con la lengua cosida al paladar. Bruno no fue asesinado sólo para conseguir que se callara, sino para que nadie más siguiera su camino. No habría más nuevas ideas, ni más nuevo pensamiento.

Unos años después de que Bruno se convirtiera en ejemplo, hace 400 años, el mundo cambió. Un hombre, Galileo, cogió unas lentes y las colocó en los extremos de un tubo de madera. Hizo su versión del “tubo milagroso” o el telescopio, que es así como empezó a

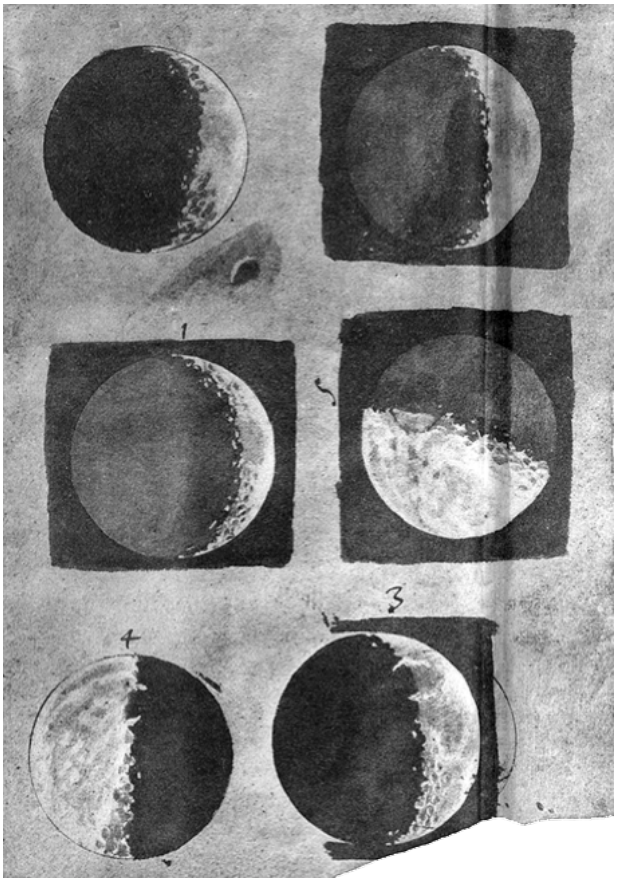
ser conocido. Apuntó con el tubo milagroso hacia el cielo de la noche, permitiéndonos a todos ver más lejos de lo que nunca antes habíamos visto.

Y lo que vio, lo que dibujó, lo que escribió, literalmente movió cielo y tierra. Y esta vez no era sólo una idea. Esta vez había una prueba, una evidencia, porque cualquiera podía mirar en el telescopio de Galileo y ver por sí mismo exactamente lo que él vio. Y se podía repetir una y otra vez con el mismo resultado. ¡Había nacido la Ciencia moderna!

Los 'peligrosos' libros de Galileo, junto con los de Copérnico, Bruno y otros, fueron prohibidos por la Iglesia, encerrados o destruidos. Pero aquí estaba el problema; No se puede encerrar el conocimiento. Cuando ya has leído un libro, no puedes desleerlo. Una vez que has pensado algo, no puedes despensarlo, la verdad ya estaba ahí.

Entonces ¿Qué verdades vio Galileo?

- Vio que la Luna estaba hecha de piedras y rocas, del mismo material que la Tierra, y no de quintaesencia.
- Vio que el Sol tenía manchas, marcas, o sea que Ptolomeo se equivocaba, los cielos no eran perfectos.
- Vio meteoritos atravesando el espacio, de un lugar a otro por donde debían estar las esferas de cristal, luego Bruno tenía razón; las esferas no existían.
- Vio pequeñas estrellas, pequeñas lunas, dando vueltas alrededor de Júpiter y vio que Júpiter no giraba alrededor de la Tierra. Entonces Aristarco, Copérnico y todos los demás buscadores de la verdad tenían razón; El Sol está en el centro y la Tierra se mueve.



DE LO QUE NO HEMOS HABLADO

Hay muchísimos datos y personajes fundamentales de los que no hemos podido hablar en la obra para tener una visión global de la historia del conocimiento y la Astronomía. Aquí va lo que pensamos que es más relevante.

Kepler, basándose en datos observacionales de su maestro Tycho Brahe, descubre el movimiento elíptico de los planetas. Esto evita tener que usar los epiciclos de Ptolomeo. Enuncia sus tres leyes que describen el movimiento de los planetas.

Huygens mejora enormemente el diseño del telescopio. También intenta medir las distancias a las que están las estrellas pero se equivoca en el cálculo.

Newton publica sus Principia en la que basándose en las leyes de Kepler enuncia la Ley de la Gravitación Universal. Así liquida la física aristotélica. Habla de un Universo infinito, en el que habría infinitas estrellas distribuidas uniformemente. Pero, de ser así, iluminarían todo el cielo día y noche. Este problema lo enunció Halley y Olbers lo formuló. Era la paradoja de Olbers.

Newton también inició la espectroscopía, útil para que los astrónomos descubrieran que el Sol era sólo una estrella mediocre de un extremo de la galaxia y que había otras galaxias, otros universos islas.

En el siglo XX astrónomos y astrónomas como Margaret Geller desvelan que el universo está formado por miles de millones de galaxias con enormes espacios vacíos entre ellas.

Podemos decir que la cosmología moderna nace en 1915 con Albert Einstein. Reemplaza la ley de la gravitación universal con la teoría general de la relatividad. Nos dice que la atracción se debe a la curvatura del espacio-tiempo. Espacio, tiempo, materia y energía ahora están relacionados.

Su teoría trabaja con una forma compacta de ecuaciones. Intentó resolverlas y llegaba a la conclusión de que el Universo era dinámico. Pero él no podía concebir un Universo que no fuera estático y se inventó un elemento llamado constante cosmológica, una fuerza que compensaba el efecto gravitatorio de la materia y la energía y así obtener un Universo en equilibrio.

Fridman propone la expansión del Universo.

Hubble demuestra por observaciones que todas las galaxias se alejan de todas las demás. Es la expansión del Universo. Ya no hacía falta la constante cosmológica.

Si todo se expande era lógico pensar que yendo atrás en el tiempo todo provenía de un punto de una gran densidad energética. Un átomo primigénico. Un huevo cósmico. Esta teoría del Big Bang se la debemos a Lemaître.

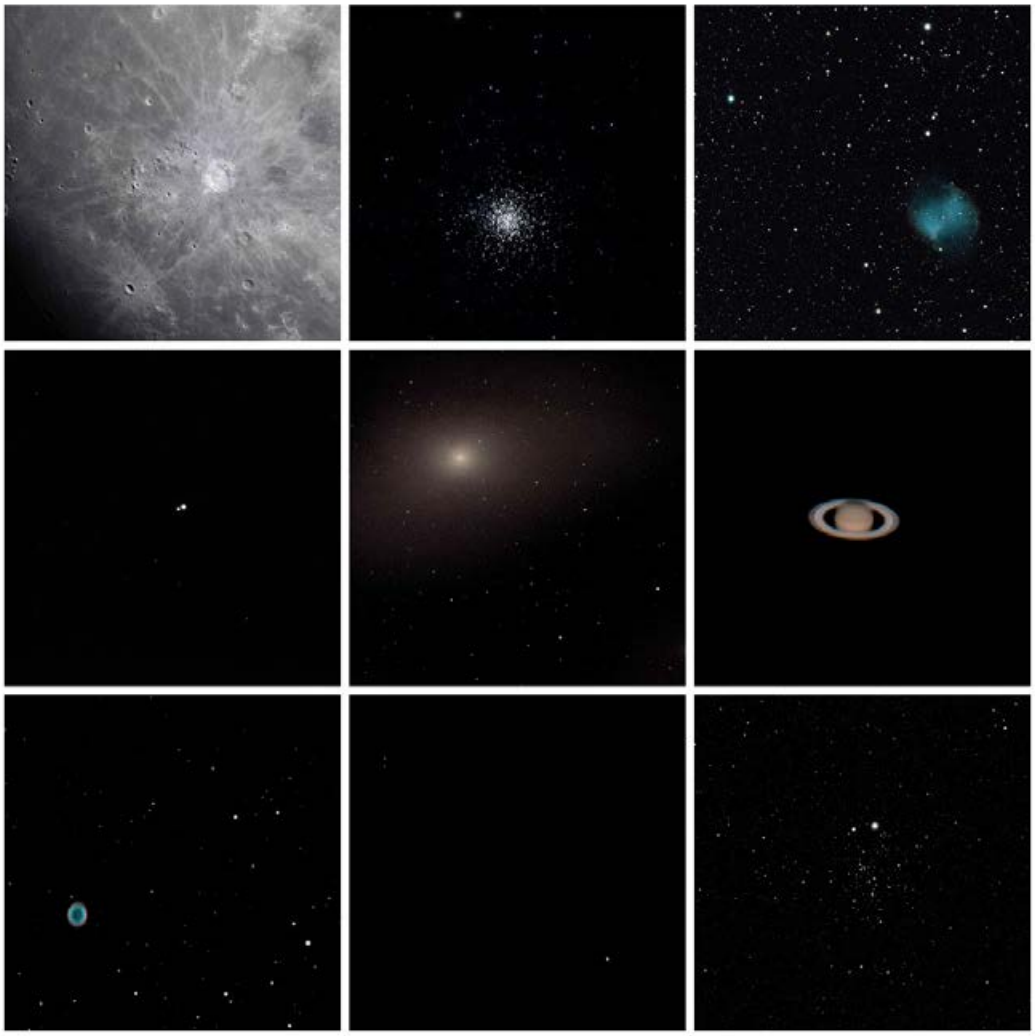
Gamov, Alpher y Herman predicen la existencia de la radiación de fondo de microondas, que demostraría la teoría del Big Bang. Penzias y Wilson encuentran esta radiación.

A este modelo del Big Bang hoy se le llama modelo estándar.

Zwicky describe que las curvas de rotación de las galaxias eran extrañas, parecían tener más materia de la que se veía. Es la materia oscura. No interfiere con la radiación y no podemos detectarla directamente por medio de la luz.

En los 90 se concluye que la expansión del universo es acelerada, con efecto antigravitatorio debido a una energía desconocida, energía oscura, que casualmente tiene el mismo efecto que aquella constante cosmológica de Einstein.

En 2016 se captan por primera vez ondas gravitacionales. Las predijo Einstein cien años antes. Son fundamentales para entender las leyes del Universo, muestran cómo los objetos hacen que el espacio-tiempo se curve.



LA CARRERA ESPACIAL

La carrera espacial fue una competencia entre Estados Unidos y la Unión Soviética que duró aproximadamente desde 1957 a 1975. Supuso el esfuerzo paralelo entre ambos países de explorar el espacio exterior con satélites artificiales, de enviar humanos al espacio y de posar a un ser humano en la Luna.

Carrera espacial: URSS vs EEUU		
4 de octubre de 1957: Sputnik 1 el primer satélite artificial de una serie que envió la Unión Soviética.	**11 de septiembre de 1959:** Luna 2, la segunda nave del programa de la URSS que tenía como objetivo alcanzar la superficie lunar.	**16 de noviembre de 1965:** Venera 3, enviada por la URSS, fue la primera sonda en llegar a Venus. Se convirtió en el primer artefacto humano en alcanzar otro planeta.
3 de noviembre de 1957: Sputnik 2 llevó al primer ser vivo al espacio, una perrita llamada Laika.	**12 de abril de 1961:** La URSS consiguió poner en órbita a Yuri Gagarin a bordo del Vostok 1. Fue el primer ser humano en alcanzar la órbita terrestre. El vuelo duró 1 hora y 48 minutos.	**16 de julio de 1969:** Los EEUU lanzaron la misión Apolo 11 tripulada por Neil Amstrong, Ewing Aldrin y Michael Collins. Cinco días más tarde, Neil Amstrong posó su pie sobre la Luna.
18 de diciembre de 1958: SCORE ("Signal Communication by Orbiting Relay Equipment") Los Estados Unidos situaron en órbita el primer satélite de comunicaciones.	**19 de junio de 1963:** Valentina Tereshkova realizó la última misión tripulada del programa Vostok, y llegó a realizar un total de 48 vueltas alrededor de la Tierra en 3 días.	**30 de mayo de 1971:** La sonda Mariner 9 fue enviada da por los EEUU para orbitar Marte. Convirtiéndose así el 13 de noviembre en el primer satélite que orbitaba en torno a otro planeta.
17 de febrero de 1959: Vanguard 2, los EE.UU colocaron en órbita el primer satélite meteorológico diseñado para medir la distribución de nubes mediante un escáner óptico.	**18 de marzo de 1965:** La URSS mandó dos tripulantes en la nave Vosjod 2, Pável Beliáyev y Alekséi Leónov. Una vez en órbita, Leónov se puso el traje y salió a dar el primer paseo espacial de la historia.	**Julio de 1975:** En el proyecto Apolo-Soyuz, por vez primera en la historia del hombre en el espacio los dos grandes rivales, EEUU y URSS se dan la mano.

https://www.espacio042.com/fotosbd/201120141122436407.pdf

Si hay alguien en nuestro país que puede contar cómo fue la llegada del Apollo XI a la Luna, ese es Carlos González Pintado. Fue jefe de operaciones del complejo de NASA en Madrid en el momento de la llegada del hombre a la Luna. Tiene una web con muchísima información de la carrera espacial contada de manera muy amena, con ensayos de libre descarga. Aquí tienes los enlaces:

http://www.cgonzalez.org/

http://www.cgonzalez.org/app/download/27790714/El+inicio+1.pdf

http://www.cgonzalez.org/app/download/27790724/El+inicio+2.pdf

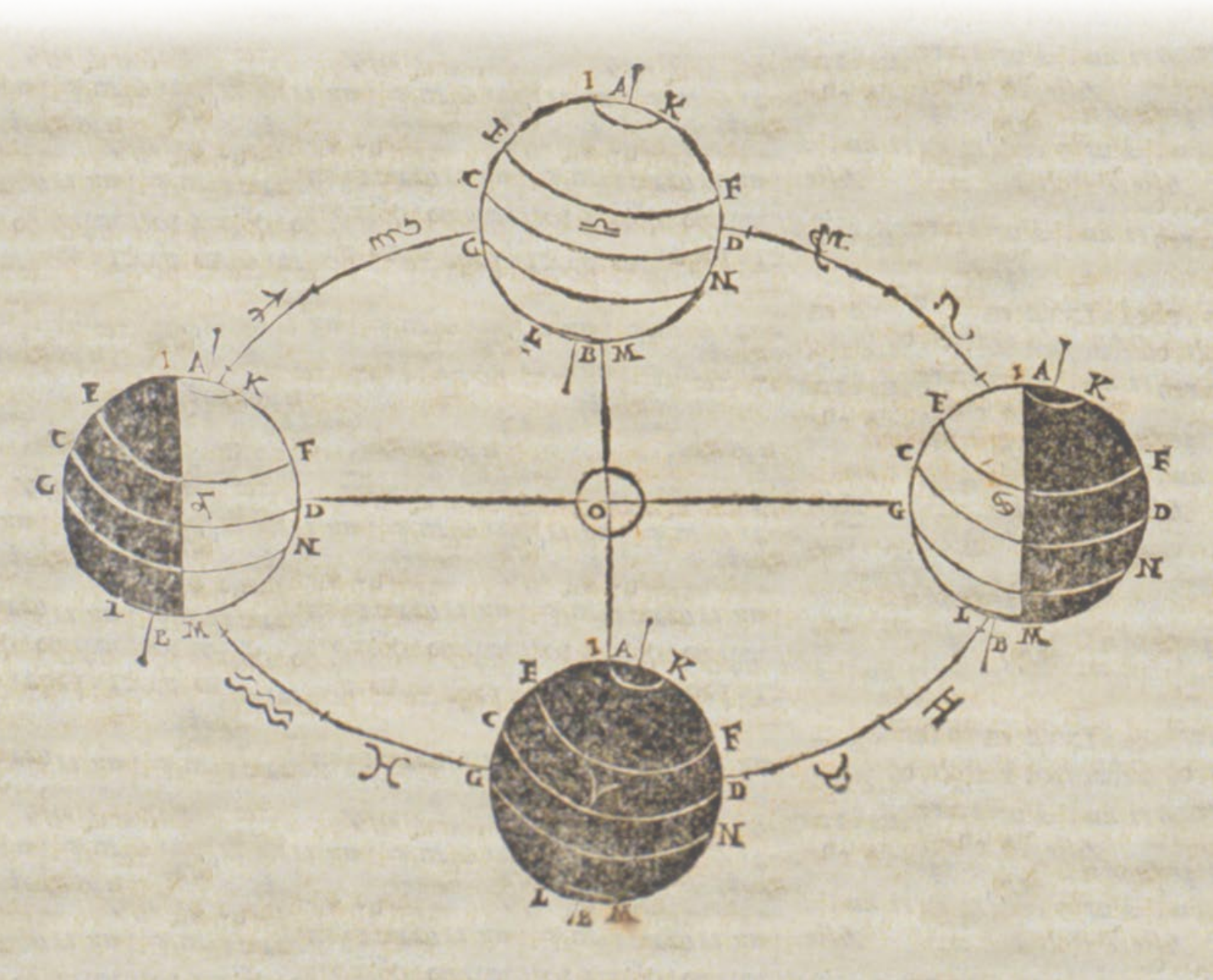
CUESTIONES PARA EL DEBATE EN EL AULA

- El espectáculo que has visto ¿es de ciencias? ¿de historia? ¿de filosofía?
- ¿Te interesa el Cosmos? ¿La Vía Láctea, nuestro sistema solar, La Tierra?
- ¿Sabes qué fue la "carrera espacial"?
- ¿Fue importante el llegar a la Luna?
- ¿Crees que hay que seguir viajando?¿Iremos a Marte?
- ¿La Tierra se está deteriorando?
- ¿Cuándo aparece el ser humano en nuestro planeta?
- ¿Piensas que venimos del mono?
- ¿Cuándo aparecen las primeras anotaciones sobre observaciones del Cosmos?
- ¿Qué creían los sumerios y babilonios que eran los astros celestes?
- ¿Qué habrías pensado tú?
- ¿La tierra está en el centro del sistema solar, o del Universo?
- ¿Qué pensaban los griegos de esto?
- ¿Y Aristarco de Samos que dijo?
- ¿Qué es el Heliocentrismo?
- Antes de Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno… ¿como se llamaban los planetas?
- ¿De qué eran dioses?
- ¿Qué fue el Almagesto?
- ¿Fueron importantes las aportaciones de Ptolomeo?, ¿explicaba todo?
- Ptolomeo era matemático, astrónomo, astrólogo... ¿qué es eso? ¿Cual es la diferencia entre un astrónomo y un astrólogo?
- ¿Porqué el Almagesto se convirtió en el "Gran Libro"?
- ¿Qué pensaba la Iglesia en aquella época?
- ¿Qué ocurría si no pensabas lo mismo que la Iglesia?
- ¿Quién fue Copérnico? ¿Qué planteó?
- ¿Y Giordano Bruno?
- ¿Cuál fue el principal problema que tuvo Copérnico para que no se aceptase su teoría?
- ¿Quién fue Galileo Galilei?
- ¿Cuál es el cambio que aporta Galileo?
- ¿Qué importancia tuvo que Galileo descubriese los satélites de Júpiter?
- ¿Qué es entiendes tú por Ciencia?
- ¿Has visto algún capítulo de la serie Cosmos de Carl Sagan?
- ¿Es un problema que ya seamos más de 7.000.000.000 de personas en el planeta?

ACTIVIDADES DE OBSERVACIÓN

Siéntete Galileo:

- Con prismáticos o telescopio busca a Júpiter y sus satélites. Busca en internet sus efemérides y trata de identificar cada uno de sus cuatro lunas mayores.
- Identifica en la Luna cráteres con los nombres de los personajes que han aparecido en la obra. Busca información sobre qué día es mejor observar dichos cráteres.
- Acércate al planetario y observa, siempre con los filtros adecuados, las manchas solares.
- Puedes descargar folletos del Planetario de Aragón con información para conocer el Cosmos a través del cristal:
  https://www.espacio042.com/fotosbd/201120141126417703.pdf
  y otras guías interesantes.



ENLACES INTERESANTES

Nuestra página web con información del espectáculo y de todo lo que hacemos.
www.pai.com.es

Planetario de Aragón, el espacio 042,
www.espacio042.com

Agrupación Astronómica de Huesca *(Dentro de la web de la agrupación hay una página de enlaces interesantes)*
www.aahu.es **www.aahu.es/asp/enlaces.asp**

Y la web de Carlos González Pintado
www.cgonzalez.org