

Júpiter y las Lunas Galileanas

Nivel: 3º. 4º Secundaria y Bachillerato - Duración: 40 a 60 minutos

Traducción y adaptación de la lección original: Jupiter and the Galilean Moons

Notice

This lesson plan was created by Digitalis Education Solutions, Inc. (DigitalisEducation.com) and is provided free of charge as a public service to encourage the teaching of astronomy.

It was written for use with a Digitalium[®] planetarium system. You may need to modify this lesson to work with other systems with different capabilities.

License

Permission is granted to copy, distribute, and modify this document provided that existing copyright notices, the text of this license, and the text of the "Notice" section are not removed or modified, other than to add your own copyright notice for your modifications.

Copyright

Copyright 2003-2008, Digitalis Education Solutions, Inc

Copyright de la Traducción y adaptación al español, ASTROdidactico.com 2008.

Aviso (esto es solo una traducción del **original Notice**)

Este plan de lección ha sido creado por **Digitalis Education Solutions, Inc.**

(DigitalisEducation.com) y es gratuito siempre como un servicio público para promover la enseñanza de la Astronomía. Está escrito para ser usado con un planetario Digitalium[®]. Puede ser que necesites modificar esta lección para trabajar con otros planetarios de diferentes capacidades.

Licencia (esto es solo una traducción del **original License**)

Se permite copiar, distribuir y modificar este documento siempre que los textos originales y traducidos de *copyright*, *license* y *Notice* no sean borrados ni modificados, salvo que añadas tu propio anuncio de copyright por tus modificaciones.

Objetivos

- Que los alumnos aprendan:
- Definiciones básicas de los términos "planeta", "satélite," y "órbita";
- La importancia histórica y algunos hechos sobre la vida de Galileo Galilei;
- Algunas características de Júpiter y de sus cuatro satélites más grandes, los satélites galileanos;
- Cómo las observaciones de Galileo de los satélites galileanos proporcionaron la evidencia para el modelo heliocéntrico del Sistema Solar;

- Acontecimientos sobre las recientes misiones, espaciales en curso, y futuras a Júpiter o a sus satélites galileanos.

Materiales necesarios

- Linterna y pilas adicionales
- **OPCIONAL:** Póster del retrato de Galileo Galilei
- **OPCIONAL:** Carteles de Júpiter y de las lunas galileanas
- El proyector Digitalium® configurado para el 7 de enero de 1610 a las 2 de la tarde, con efectos atmosféricos y paisaje encendidos.

I) Introducción (10 minutos)

A) Informa a los alumnos que hoy van a aprender sobre el planeta Júpiter y sus cuatro mayores satélites. Discutiremos algunos asuntos fuera del planetario, y después entraremos adentro para aprender más.

B) Defina los términos “planeta” y “satélite.” Pregunta a los estudiantes qué saben sobre el planeta Júpiter, y muestra algunos pósteres si los tienes. *[Para más información sobre Júpiter, vea <http://www.astored.net/nueveplanetas/solarsystem/jupiter.html>]*

C) *¿Cuántos satélites tiene Júpiter? [63 en el día 25 de agosto de 2008.] ¿Cuándo fueron descubiertos los primeras satélites de Júpiter? [Los cuatro más grandes fueron observados primeramente con un telescopio en diciembre de 1609 o enero de 1610.] ¿Quién los observó? [Galileo Galilei, que es el motivo por el que se llaman los satélites galileanos.] Comparte algunos hechos sobre la vida de Galileo, por ejemplo:*

- Vivió desde el 15 de febrero, 1564 hasta el 8 de enero de 1642.
- Era matemático, filósofo, y físico.
- Murió bajo arresto domiciliario acusado por herejía. Aprenderán más adelante en la lección.

D) Prepara a los alumnos para entrar en el planetario--métodos de entrada, reglas de comportamiento, etc.

II) Introducción al cielo de Galileo (10 minutos)

A) Informa a los alumnos que el cielo está situado a las 2 de la tarde el 7 de enero, 1610. ¿Alguien sabe porqué estamos utilizando esta fecha? *[Es la fecha de las grabaciones escritas más tempranas de Galileo de las posiciones de los satélites galileanos.]*

Galileo no podía obviamente observar a Júpiter y los satélites galileanos en el medio de la tarde, así que mueve adelante el tiempo hasta que el sol se ponga. *[Acelera el tiempo para pasar la puesta del sol, y deja transcurrir el tiempo a velocidad real aproximadamente a 9:30 P.M. Apaga a los efectos atmosféricos y el paisaje.]* ¿Qué observan los estudiantes mientras miran alrededor?

B) Preguntales cómo Galileo sabía dónde apuntar su telescopio para sus observaciones de Júpiter. *[La gente había estado observando el cielo durante miles de años antes de Galileo, así que las posiciones de los planetas eran bien conocidas.]* ¿Pueden decir qué astro en el cielo es Júpiter? Enciende las etiquetas de los planetas. Si el tiempo lo permite, discute cómo reconocer los planetas en el cielo. *[Ver la lección sobre los “planetas” para más información.]*

C) Selecciona y hazle zoom a Júpiter, suficientemente lejos para que los satélites sean visibles como puntos pequeños, después acelera el tiempo para demostrar los satélites órbitan alrededor de Júpiter. *[El zoom manual trabaja mejor para esta actividad que el auto zoom.]* ¿Qué notan los estudiantes? **[Nota: El software mostrará 16 satélites de Júpiter. Enseña cuáles son los cuatro satélites galileanos.]**

Deja ahora transcurrir el tiempo a velocidad real, después salta adelante en el tiempo día por día para demostrar cómo las posiciones de los satélites cambian. Así es como lo observó Galileo, día tras día ¿Qué concluyó Galileo de esto? *[Que esos puntos eran satélites que se movían en órbita alrededor de Júpiter.]* ¿Por qué era importante esta conclusión? *[La creencia que prevalecía en esa época era que todo movió en órbita alrededor de la Tierra - el modelo geocéntrico, también conocido como el sistema de Ptolemaico. Las observaciones de Galileo contradijeron esto, la explicación más lógica era que los satélites galileanos no se movían en órbita alrededor de la Tierra sino de Júpiter.]*

Galileo concluyó a partir de sus observaciones de los satélites galileanos y de las fases de Venus que el sol estaba en centro del Sistema Solar – el modelo heliocéntrico, también conocido como la teoría Copernicana. *[Hay más detalles sobre el geocéntrico contra el discusión heliocéntrico en la lección “Cómo Sabemos?”]*

Al principio Galileo intentó evitar la controversia no haciendo declaraciones públicas de que el modelo heliocéntrico era correcto. Su reticencia fue debida al hecho que esta posición estaba en conflicto con la interpretación de las Santas Escrituras de la iglesia católica, y Galileo era católico. Sin embargo, evitar la controversia llegó a ser imposible. También: El Papa Urbano VIII invitó a Galileo a las audiencias papales en seis ocasiones e impulsó a Galileo a creer que la iglesia católica no aceptaría la teoría Copernicana. Galileo, por lo tanto, decidió publicar sus observaciones creyendo que no tendría consecuencias serias por parte la iglesia. Sin embargo, en esta etapa de su vida la salud de Galileo no fue muy

buena y sufrió frecuentes ataques de enfermedades, y aunque comenzó a escribir su famoso *Diálogos* en 1624, necesitó 6 años para completar el trabajo. [De <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Biographies/Galileo.html>.]

En 1632 Galileo publicó su Diálogo sobre los dos principales sistemas del mundo - Ptolemaico y Copernicano. Poco después de su publicación, Galileo fue ordenado de aparecer ante la inquisición, se le encontró culpable de herejía, y condenado a la detención por vida. Murió el 8 de enero en 1642.

D) **OPCIONAL:** Discuta cómo se sienten los estudiantes sobre las acciones de Galileo y de la iglesia católica. ¿Si hubieran estado en la posición de Galileo, qué hubieran hecho, y por qué? ¿Pueden pensar en discusiones o controversias similares hoy en día?

III) Características de Júpiter y de los satélites galileanos (10 a 15 minutos)

A) Deshaz el zoom para mostrar el cielo completo, luego sitúate en la fecha y hora actual. Muestra donde está Júpiter ahora; acelera el tiempo tanto como sea necesario para hacer Júpiter visible. Si es visible por la noche, dile a los alumnos a qué hora y donde hay que mirar en el cielo para encontrarlo.

B) Selecciona y hazle zoom a Júpiter, de modo que las características superficiales sean notablemente visibles. Acelera el tiempo para mostrar la rotación de Júpiter, y pausa brevemente cuando la Gran Mancha Roja sea visible. Pregúntales qué saben sobre la Gran Mancha Roja, y comparte algunos hechos sobre la misma, por ejemplo:

- Es un óvalo cerca 12.000 x 25.000 Km., suficientemente grande para albergar dos Tierras.
- Es una tormenta que ha durado por lo menos 300 años. Cada cierto tiempo cambia el tamaño y color. Su fuente de energía es desconocido.

Comparte algunos otros hechos interesantes sobre Júpiter, por ejemplo:

- Tiene anillos, pero son mucho más débiles y pequeños que los de Saturno. Los anillos fueron descubiertos accidentalmente por la sonda Voyager 1 a principios de 1979. Los anillos probablemente se componen de granos muy pequeños de material rocoso, y diferentemente a los anillos de Saturno, no parecen contener ningún hielo. [Nota: el software no muestra los anillos.]
- Es un gigante de gas, lo cual significa que no tiene una superficie sólida. El material gaseoso es más denso con la profundidad.
- Cuando miramos Júpiter (o cualquier otro gigante de gas), estamos viendo las nubes en la alta atmósfera.
- Nuestro conocimiento del núcleo de Júpiter es indirecto. Los datos recogidos durante la misión Galileo son solamente alrededor de 150 kilómetros por

debajo de la nubes superiores. Júpiter probablemente tiene un núcleo rocoso alrededor de 10 a 15 veces la masa de la Tierra.

- El campo magnético de Júpiter es enorme y mucho más fuerte que el de la Tierra.
- Sobre el núcleo se encuentra la mayor masa de Júpiter, en forma de hidrógeno metálico líquido. El hidrógeno metálico líquido conduce electricidad, y esta es la fuente del campo magnético de Júpiter.

C) Selecciona y haz zoom a cada uno de los satélites galileanos, después comparte algunos hechos sobre cada uno. Muestra una imagen de cada satélite con las características destacadas etiquetadas *[disponible para usuarios Digitarium® en la página web de la comunidad Digitalis]*. Debajo hay alguna información sobre cada satélite.

Ío:

- Es el satélite galileano más cercano.
- Recibe su nombre de una doncella enamorada de Zeus, y perseguida por la celosa sacerdotisa Hera.
- Es el cuerpo volcánico más activo en el Sistema Solar. Mientras Ío viaja en su órbita levemente elíptica, la gravedad inmensa de Júpiter causa “mareas” en la superficie sólida de Ío de 100 m de altura, generando bastante calor para dar lugar a la actividad volcánica y para eliminar cualquier agua. Los volcanes de Ío arrojan magma caliente de silicato.
- Loki Patera es el cráter más grande en Ío, 202 kilómetros en diámetro. Contiene un lago activo de lava, que de vez en cuando hace cambiar la corteza. El nivel de la actividad es muy rápido comparado con la geología de la Tierra.
- Pele es un volcán en la superficie de Ío; se nombra como la diosa hawaiana del volcán. Consiste en una depresión volcánica de 30 kilómetros de largo por 20 kilómetros de ancho. Un lago de lava basáltica llena parte de la depresión. Este lago de lava es también la fuente de una pluma de gas y de polvo que sube tan alto como 300 kilómetros sobre la superficie antes de que el material se deposite en un anillo de material rojo a 600 kilómetros del volcán.

Europa:

- El segundo satélite galileano más cercano.
- Su nombre es debido a una enamorada de Zeus, que la persiguió e hizo reina de Creta.
- Uno de los objetos más lisos del Sistema Solar.
- Puede tener océanos debajo su superficie helada. Se cree que puede tener dos veces más agua que la Tierra.
- El cráter de impacto Pwyll (un nombre de la mitología céltica) se piensa que es una de las características más jóvenes en la superficie de Europa. La región central oscura visible de Pwyll tiene alrededor de 40 Km en diámetro.

El color blanco brillante sugiere una composición de partículas de hielo de agua dulce.

- Línea es latino para "línea". En la geología planetaria se utiliza para referirse a cualquier marca larga, oscura o brillante, en una superficie de un planeta o de una luna. Europa tiene líneas prominentes.
- La mayoría de las líneas de Europa se nombran de los caracteres y lugares en las leyendas de Cadmus y Europa; otros se nombran de las filas de piedras megalíticas importantes construidas por la gente neolítica de Gran Bretaña y Francia.

Ganímedes:

- El tercer satélite galileano más cercano.
- Su nombre se debe al escanciador de los dioses griegos y de la amante de Zeus.
- Es el satélite más grande del Sistema Solar y es más grande que el planeta Mercurio.
- El único satélite conocido que tiene magnetosfera.
- Su superficie es una mezcla de viejas y jóvenes regiones. Las regiones oscuras son más viejas y llamadas *regio*. Las regiones más claras son más nuevas y llamadas *sulcus*.
- El cráter de Tros es 93.9 Km. en diámetro que debe su nombre al de rey Tros, padre de Ganymede.

Calisto:

- El satélite galileano más alejado.
- Calisto era una ninfa, la hija de Lycaon, que fue asociada a la diosa de la caza, Artemis.
- Uno de los objetos con mayor número de cráteres del Sistema Solar.
- La superficie más vieja de cualquier objeto conocido en el Sistema Solar. La superficie de Calisto tiene cerca de 4 mil millones años.
- Valhala es el Cráter de Impacto más grande de la estructura multi-anillos de Calisto. Tiene una región central brillante de 600 kilómetros de diámetro, un borde interior y una zona intermedia, y anillos concéntricos que se extienden a un diámetro de aproximadamente 3.800 kilómetros alrededor de éste. La fractura del anillo pudo haberse formado como material medio-liquido que cayó hacia el centro del cráter después del impacto. El cráter se nombra por el pasillo de Odín en la mitología de los nórdicos.

V) Misiones a Júpiter y/o los satélites galileanos (5-15 minutos)

A) Discute algunas de las misiones últimas, actuales, y futuras a Júpiter y/o a los satélites galileanos. Si es posible, muestra imágenes de las naves espaciales o algunos de sus descubrimientos. Los usuarios Digitalis pueden descargar imágenes de la Web de la comunidad.

[Lo que sigue es de: <http://www.planetary.org/explore/topics/jupiter/missions.html>]

Misiones pasadas en orden cronológico

Pioneer 10 (NASA):

- Sobrevuelo de Júpiter con éxito.
- Lanzamiento: 2 de marzo, 1972; Pasando Júpiter: 3 de diciembre de 1973
- La Pioneer 10 fue la primera nave espacial en pasar a través del Cinturo de Asteroides para explorar el Sistema Solar exterior. Se acercó hasta 200,000 kilómetros de las nubes altas de Júpiter.
- Los científicos se sorprendieron por los enormes niveles de radiación registrados por la nave espacial mientras pasó el gigante gaseoso.
- Una vez pasado Júpiter, la nave espacial se dirigió fuera del Sistema Solar. La comunicación ordinaria con la Pioneer 10 terminó el 31 de marzo de 1997. Los controladores de vez en cuando contactaron con la Pioneer hasta que el contacto fue perdido definitivamente el 28 de abril de 2001.
- Ahora se está dirigiendo en la dirección hacia Aldebarán, la estrella gigante roja en Tauro. A su velocidad actual, necesitaría cerca de 2 millones de años para conseguir llegar a Aldebarán.

Pioneer 11 (NASA):

- Sobrevoló Júpiter y Saturno
- Lanzamiento: 5 de abril de 1973; Sobrevuelo de Júpiter: 2 de diciembre de 1974
- La Pioneer 11 se acercó hasta 34.000 kilómetros de distancia de las nubes altas de Júpiter. La nave espacial estudió el campo magnético y la atmósfera del planeta y sacó fotos del planeta y de algunas de sus satélites.
- Después sobrevoló Saturno el 1 de septiembre de 1979 y continuó fuera del Sistema Solar. Los instrumentos finalmente fueron cerrados el 9 de septiembre de 1995, cuando no había suficiente energía.

Voyager 1 (NASA):

- Sobrevoló Júpiter y Saturno
- Lanzamiento: 5 de septiembre de 1977; Encuentro con Júpiter: Del 4 de enero al 13 de abril de 1979
- Lanzada 16 días después de la Voyager 2, la Voyager 1 tuvo una trayectoria más rápida a Júpiter y llegó cuatro antes que la otra nave espacial.
- La Voyager 1 sobrevoló Júpiter el 5 de marzo de 1979, tomando más de 18.000 imágenes del planeta y de sus satélites.

Voyager 2 (NASA):

- Realizó el “Viaje Magnífico” de Júpiter, Saturno, Urano, y Neptuno

- Lanzamiento: el 20 de agosto de 1977; Encuentro con Júpiter: Del 25 de abril al 5 de agosto de 1979
- Después de diez meses en vuelo, antes de que la nave espacial alcanzara el planeta, el receptor de radio primario del Voyager 2 falló. El receptor de reserva arrancó, pero sus pruebas no fueron fiables. Los reguladores intentaron restablecer el receptor primario, sin ninguna suerte. Fueron forzados para continuar con la reserva.
- A pesar de sus irregularidades, el receptor de reserva trabajó admirable durante el sobrevuelo de Júpiter. La Voyager 2 sobrevoló Júpiter el 9 de julio de 1979, tomando un número de imágenes casi igual que la Voyager 1 (18.000 imágenes de Júpiter y de sus satélites).
- Entre las dos naves espaciales, tres nuevos satélites fueron descubiertos y también un fino anillo, oscuro alrededor de Júpiter. Las imágenes del Voyager del satélite Ío de Júpiter revelaron volcanes activos, el primero descubierto en otro cuerpo además de la Tierra.

Galileo (NASA):

- Orbitador y Sonda hacia Júpiter
- Lanzamiento: 18 de octubre de 1989; Descenso de la sonda de Júpiter: 7 de diciembre de 1995; Inserción de la órbita de Júpiter: 8 de diciembre de 1995; hundimiento en Júpiter: El 22 de septiembre de 2003
- Galileo sufrió un temprano mal funcionamiento en su misión cuando su antena de alta ganancia no pudo abrirse. A pesar de esta situación, devolvió más ciencia y sobrevivió cuatro veces más tiempo que se esperaba.
- Galileo fue la primera nave espacial para desplegar una sonda en una atmósfera de un planeta externo. Cuando la sonda se hundió en las nubes Jovianas, envió de vuelta la información sobre la temperatura, las velocidades del viento, y la presión mientras descendió.
- Finalmente sucumbió a la presión increíble (24 presiones más de la Tierra en el nivel del mar) una hora después de que comenzó su descenso.
- Galileo fue la primera nave espacial en estar en la magnetosfera de un planeta gigante bastante tiempo para identificar su estructura global y para investigar la dinámica del campo magnético de Júpiter.
- Reveló que el sistema de anillos de Júpiter está formado por el polvo que golpea cuando los meteoros interplanetarios se rompen en las cuatro pequeños satélites internos del planeta y que el anillo exterior del planeta son realmente dos anillos, uno encajado dentro del otro.
- La misión de la nave espacial fue extendida tres veces para estudiar los satélites galileanos.
- Galileo hizo muchos descubrimientos sobre estas lunas:
 1. La actividad volcánica extensa de Ío es 100 veces mayor que lo que encontraron en la Tierra.
 2. Europa abriga un océano salado hasta 100 kilómetros por debajo de

su superficie congelada, conteniendo alrededor de dos veces más agua que los océanos de toda la Tierra.

3. Callisto y Ganímedes pueden también ofrecer una capa de líquido agua-salada.
 4. Ganímedes tiene un núcleo de hierro, como la Tierra, y un campo magnético, haciendo esta luna el primer satélite conocido que posea un campo magnético.
- Para evitar cualquier posibilidad de contaminación del océano salado de Europa con el material traído de la Tierra por la nave espacial, la nave espacial fue destruida deliberadamente enviándola provocando una colisión con Júpiter.

Ulises (NASA):

- Orbitador polar solar.
- Lanzamiento: del 6 de octubre de 1990; Sobrevoló Júpiter: El 8 de febrero de 1992
- La misión primaria de Ulises era para estudiar los polos norte y sur del Sol. Sin embargo, conseguir llegar a las zonas polares solares requirió a la nave espacial realizar una cierta gimnasia interplanetaria. La nave espacial primero fue a Júpiter, donde la intensa gravedad Joviana ayudó para volverla a redirigir, poniéndola en su trayectoria apropiada.
- Mientras que Ulises voló por el planeta, los instrumentos en la nave espacial estudiaron los niveles del campo magnético y de la radiación de Júpiter.

Cassini-Huygens (NASA/ESA/ASI):

- Orbitador y sonda hacia Saturno
- Lanzamiento: 15 de octubre de 1997; Sobrevuelo de Júpiter: 30 de diciembre de 2000
- El camino de la Cassini-Huygens a Saturno requirió sobrevuelos de Venus, Tierra, y de Júpiter.
- Los ingenieros utilizaron el encuentro de Júpiter para probar los instrumentos y las operaciones de la nave espacial. Durante el sobrevuelo, la Cassini capturó imágenes increíbles del gigante gaseoso y de sus satélites mayores en una planificación de ciencia que fue coordinada con las observaciones de Galileo.

News Horizons (NASA):

- Sobrevuelo de Plutón / Cinturón de Kuiper
- Lanzamiento: 19 de enero de 2006; Sobrevuelo de Júpiter: enero-mayo de 2007
- La New Horizons es el resultado de un largo trabajo para aprovechar una oportunidad única en la vida de manera que la trayectoria hasta Plutón esté asistida por la gravedad de Júpiter.
- En sus sobrevuelos observó Júpiter alrededor de cinco meses a principios

de 2007, con su máximo acercamiento el 27 de febrero.

- Era la primera nave espacial en observar el pequeño punto rojo recién formado, y también al volcán del polo norte Tvashtar de Ío en medio de una espectacular erupción.

Misiones futuras

Juno (NASA):

- Futuro orbitador polar de Júpiter
- Lanzamiento: Planeado para el agosto de 2011; Llegada a Júpiter: Planeado para el agosto de 2016
- Juno examinará Júpiter desde una órbita polar, llevando una colección de instrumentos diseñados para estudiar el interior del planeta.
- Investigará la existencia de un centro de hielo-roca; determinará la cantidad de agua global y de amoníaco presentes en la atmósfera; estudiará la convección y los perfiles profundos del viento en la atmósfera; investigará el origen del campo magnético Joviano; y explorará la magnetosfera polar.

B) Pregunta a los alumnos que les gustaría descubrir sobre Júpiter o cualquiera de sus satélites galileanos. ¿Qué preguntas les gustaría que pudiera responder una misión espacial a Júpiter y sus Lunas? ¿Qué clases de instrumentos científicos les ayudarían a contestar estas preguntas?

C) Recuerde a los estudiantes donde se puede encontrar Júpiter en la fecha actual, después salgan del planetario y reagruparse afuera.

V) Conclusión (5 minutos)

A) Cuando todos hayan salido, repasa los conceptos claves de la lección. ¿Por qué los cuatro satélites más grandes de Júpiter se llaman los satélites galileanos? ¿Por qué otros méritos conocemos a Galileo? ¿Qué papel desempeñaron los satélites galileanos en nuestra comprensión del universo? ¿Qué esperan aprender los científicos de las misiones futuras a Júpiter o a sus satélites?