



GALILEO MOBILE

Bajo un mismo cielo

Cartilla de actividades para aprender
conceptos básicos de astronomía



Presentación

GalileoMobile es un proyecto educativo itinerante que trata de acercar la astronomía a todo el mundo y en particular a niños y jóvenes en lugares que han tenido ningún o escaso acceso a la divulgación de la ciencia. El objetivo del proyecto es fomentar la inquietud, la curiosidad, el pensamiento crítico y las ganas de aprender - ingredientes esenciales para un mundo mejor. Utilizamos la ciencia y la astronomía como vías para el intercambio cultural "bajo un mismo cielo".

La Cartilla de actividades GalileoMobile es la pieza didáctica central del proyecto. Durante nuestras expediciones la hemos usado en las actividades con los alumnos de las escuelas y también en los talleres para maestros.

La Cartilla GalileoMobile constituye un compilado de actividades cuyo contenido es el resultado de una extensa búsqueda en diversas fuentes didácticas dedicadas a la enseñanza de la física y astronomía. Han sido seleccionadas a partir de los siguientes criterios. Primero, han de ser prácticas y divertidas para que los alumnos aprendan y a la vez descubran el lado divertido de la ciencia. Segundo, la mayoría de las actividades requieren la interacción entre los estudiantes y los maestros para estimular el sentimiento de aprender juntos bajo un mismo cielo. Tercero, las actividades han de usar material de bajo coste y fácil de encontrar en cualquier lugar del mundo. Este último criterio muestra que la ciencia y los descubrimientos (personales) pueden, en muchos casos, hacerse sin materiales complejos o instalaciones caras. Si desean consultar la fuente de donde fueron tomadas las actividades en su versión original, en el borde inferior de cada hoja encontrarán las referencias.



Las actividades están organizadas en cuatro capítulos por temas:

- (1) Estrellas y constelaciones
- (2) Sistema solar (el Sol y los planetas)
- (3) Más allá del Sistema Solar (nebulosas, galaxias, etc.)
- (4) Luz y óptica

Todas las actividades de la *Cartilla GalileoMobile* contienen una portada con una descripción breve y concisa de la actividad y una tabla que resume las características generales de la actividad: el tiempo estimado de duración, los materiales necesarios para su desarrollo, las edades a las que está dirigida la actividad y una categoría metodológica.

Las categorías metodológicas son:

- (1) Experimentos: involucran construir, y jugar o hacer mediciones.
- (2) Creación: estimulan la creatividad (añadiendo colores, cortando piezas en distintos tamaños, etc.).
- (3) Enseñanza reflexiva: involucran el razonamiento científico (hipótesis, diseño de mediciones, predicciones, etc.)
- (3) Autosuficientes: pueden llevarse a cabo de forma individual y sin la ayuda de un tutor.

Noten que cada actividad puede pertenecer a más de una categoría metodológica.



Después de la portada presentamos los Objetivos de cada actividad. Estos pueden servir de ayuda para los maestros sobre los conceptos, habilidades y aptitudes que pueden transmitirse durante la actividad. Los Objetivos también pueden usarse como punto de referencia para evaluar el éxito de la actividad, es decir, si al final de la actividad los objetivos se han cumplido o no.

Casi todas las actividades siguen el método de la enseñanza reflexiva: (i) una lista de preguntas que introducen la actividad, (ii) los pasos a seguir para llevar a cabo el experimento o las mediciones, (iii) ejercicios y preguntas para analizar los conceptos y finalmente (iv) algunas actividades incluyen una sección con material extra para quién quiera saber un poco más.

Todas las actividades incluyen explicaciones de los conceptos básicos que necesitarán durante la actividad ya que en muchos casos se requieren algunos conocimientos previos para seguir la actividad en profundidad. En general, los conceptos básicos se tratan de manera sencilla y clara. Sin embargo, si llegaran a encontrar el caso donde la explicación de algún tema o concepto no fuera lo suficientemente detallada, esperamos que la información que les proporcionamos les sirva como inspiración para buscar más sobre el tema en otros medios (por ejemplo, libros, internet, o preguntando a expertos en el tema en cuestión).

Encontrará material extra requerido en algunas actividades en los apéndices de la Cartilla.

Cualquier comentario, duda, o sugerencia que aporte al mejoramiento de la Cartilla GalileoMobile es bienvenido. Para contactarnos encontrarán nuestros correos electrónicos en la página web del proyecto www.galileo-mobile.org, o bien escribiendo a contact@galileo-mobile.org.

El equipo GalileoMobile



Coordinación

María Dasí Espuig
 Patricia Figueiró Spinelli
 Philippe Kobel

Recopilación

Aída del Pilar Becerra Becerra
 María Dasí Espuig
 Patricia Figueiró Spinelli
 Nuno Gomes
 Philippe Kobel
 Eva Ntormousi

Traducción

Bárbara Rojas Ayala
 Jorge G. Rivero González
 María Dasí Espuig
 Mayte Vasquez
 Sandra Benítez Herrera

Asesoría pedagógica

Aída del Pilar Becerra Becerra
 Linda Strubbe

Adaptación de contenidos

Jesus Zendejas
 María Dasí Espuig
 Mayte Vasquez
 Megha Bhatt
 Nuno Gomes
 Patricia Figueiró Spinelli

Revisión ortográfica

Miriam Campos
 María Dasí Espuig
 Jesus Zendejas

Diagramación y Diseño

María Dasí Espuig
 Patricia Figueiró Spinelli



Contenido

1. Estrellas y constelaciones	8
Creando constelaciones 3D	9
¿Por qué no vemos las estrellas de día?	22
2. El Sistema Solar	31
La Tierra como un grano de pimienta	32
Investigando el sistema solar	41
2.1 El Sol	56
Reloj solar ecuatorial	57
La rotación del Sol	67
2.2 Los Planetas	86
La órbita terrestre	87
Tu peso en otros planetas	103



Contenido

3. Más allá del Sistema Solar	110
Clasificación de Galaxias	111
La expansión del Universo	121
Cronología de la astronomía	129
4. Luz y óptica	136
Rueda de filtros	137
5. Créditos	150
6. Agradecimientos	151

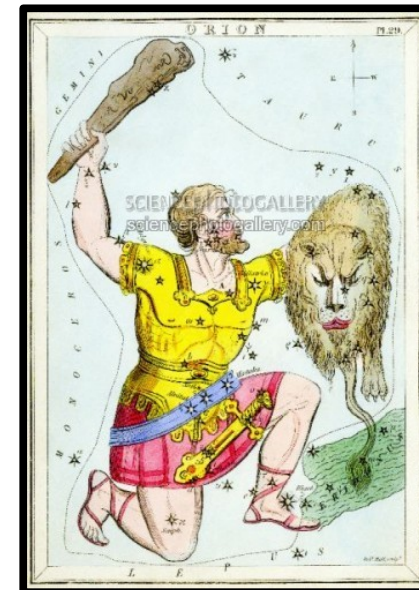


1. Estrellas y Constelaciones



Creando Constelaciones 3D

- Si pudieras observar el cielo desde el planeta Marte u otro lugar del Universo ¿Crees que se vería igual a como lo ves desde tu ciudad? Y si fueras a bordo de una nave espacial: ¿Cómo se verían las constelaciones?
- En esta actividad, vamos a aprender que a pesar de que nuestros ojos ven las estrellas como puntos de luz en lugares fijos en el cielo, las estrellas están situadas realmente a distintas distancias de nosotros.
- Vamos a ver esto mediante la construcción de modelos a escala de dos constelaciones: "El cisne" y "Orion".





Objetivos de Aprendizaje

Contenido Conceptual

- Reconocer que las estrellas se encuentran a enormes distancias de nosotros.
- Reconocer que las estrellas que forman las constelaciones pueden estar a distancias muy diferentes de nosotros y sin embargo, forman un patrón o figura aparente en el cielo (esta figura no implica que estas estrellas están relacionadas/vinculadas entre sí en el espacio real).
- Explicar que la forma de las constelaciones se debe al punto de vista particular que tenemos desde la Tierra debido a que las estrellas que forman una constelación no están relacionados en el espacio.

Habilidades para el proceso científico

- Practicar en pensar en tres dimensiones.

Aptitudes

- Imaginar la inmensidad del Universo.
- Identificar y distinguir entre la astronomía mitológica (basada en las percepciones y la imaginación) y la astronomía científica (sobre la base de medidas).



★ Estrellas + Imaginación = Constelación

- Desde la antigüedad, la humanidad ha proyectado en el cielo personajes, animales o cosas relacionados con su cotidianidad, sus creencias y cultura. Estas figuras se construyeron uniendo estrellas que vemos en el cielo y las llamamos constelaciones. Podemos verlas impresas con sus respectivos nombres y figuras en un planisferio o carta celeste.
- Antes de la época de los relojes, mapas y calendarios, la observación del cielo fue muy importante para ayudar a la gente a orientarse en el tiempo y el espacio. Las constelaciones son una manera de encontrar a las estrellas y las regiones específicas del cielo, y una manera de entender su posición. En el medio del desierto, las montañas o el mar, los viajeros y los marineros llegaron a su destino guiado por las estrellas. De que las estrellas sean visibles en el cielo o no depende de nuestra ubicación en el planeta, la hora del día y la época del año.
- Actualmente, y gracias al uso de potentes telescopios, sabemos que hay muchas más estrellas que las que antiguamente fueron registradas en los planisferios.



Como veras se requiere de mucha imaginación para reconocer esas figuras en el cielo.

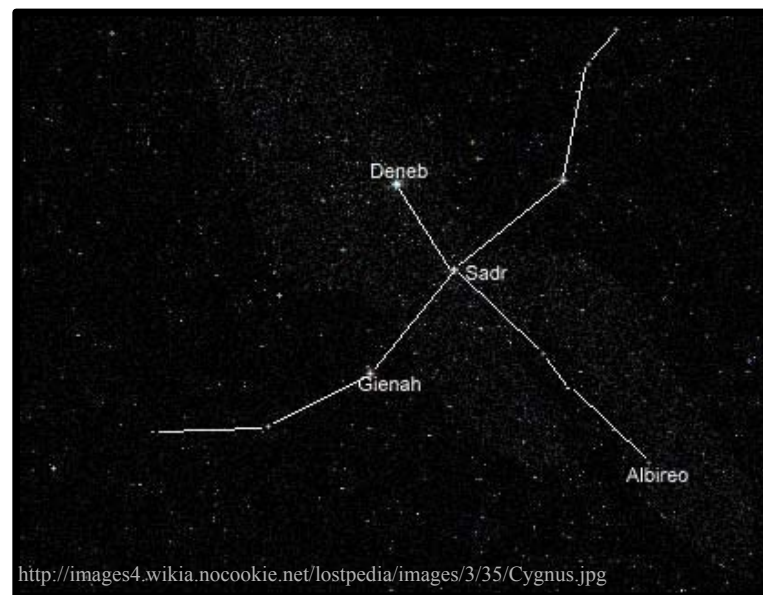
Aca vemos un ejemplo de 5 constelaciones, algunas de ellas propuestas por los griegos en el siglo II a.C. Tu también puedes asociar estrellas y trazar tus propias constelaciones.



Un Cisne en la Vía Láctea

En esta actividad veremos cómo se trazan las constelaciones y por qué las vemos como las vemos desde la Tierra.

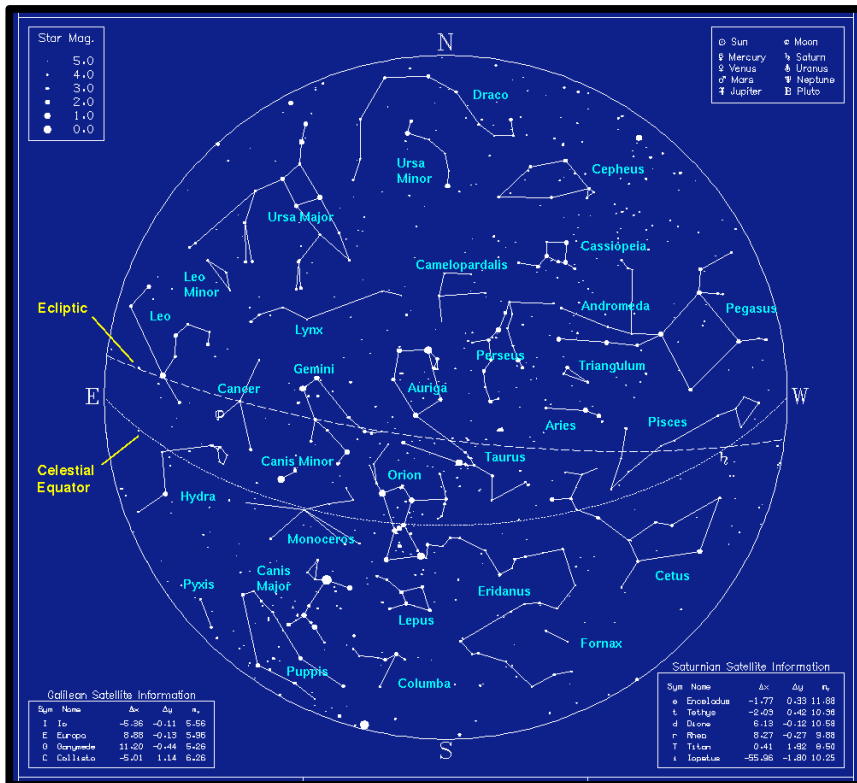
- Para esto construiremos un modelo tridimensional de una constelación conocida como *Cygnus* o "el cisne". La estrella que corresponde a la cola del cisne se llama Deneb, y es una de las más luminosas de La Vía Láctea.



Edad	Mayores de 10 años. Individual o en grupos pequeños.
Duración	~ 45 min.
Tipo de Actividad	Experimentos - Creación
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Plantilla del Cisne (en los Apéndices), una por alumno/par de estudiantes - Pelotitas (p.ej., cuentas de collar o pelotas de plastilina, de papel o fluorescentes), 8 por par de estudiantes/estudiante - Tijeras, cinta adhesiva - Cinta métrica - Hilos de colores
Opcional (para el móvil)	<ul style="list-style-type: none"> - Hilo de nilón (para colgar el móvil) - Piezas de cartón (una por par de estudiantes/estudiante)



La Mirada Griega



Las dos figuras de arriba muestran las constelaciones descritas por los astrónomos griegos, como Ptolomeo. A la izquierda vemos el esquema de las estrellas y que unidas con líneas forman las constelaciones. A la derecha vemos la representación de las constelaciones del hemisferio norte tal y como las imaginaban en la antigua grecia.

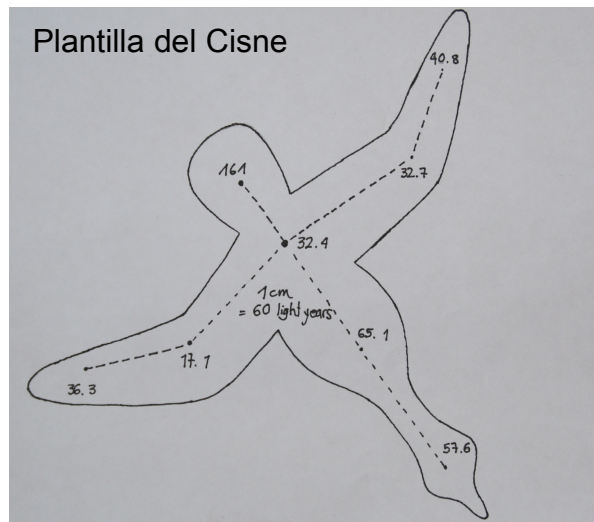


Un Cisne en la Vía Láctea

Procedimiento:

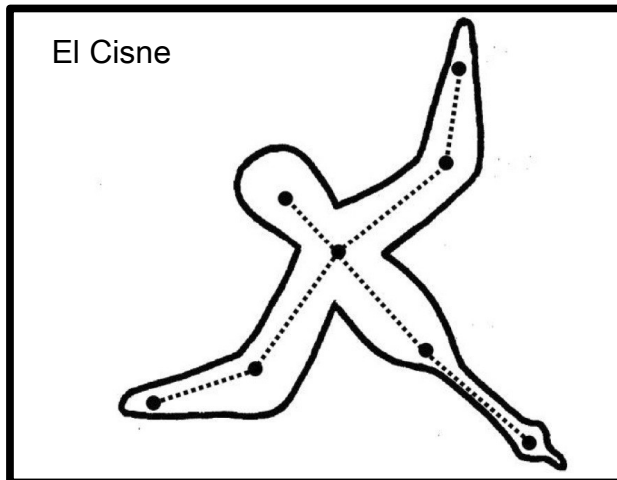
Distribuir a cada estudiante/par de estudiantes una plantilla de la constelación del Cisne, junto con 8 hilos largos de lana.

- Usar una cinta de medir, cortar las cadenas de colores a las longitudes indicadas en la plantilla junto a cada estrella (en cm).
- Atar las cuerdas a las 8 posiciones de las estrellas correspondientes (pegándolas o pasándolas a través del papel y haciendo un nudo).
- Atar una cuenta o una pelota de papel o plastilina (fluorescente) en la extremidad de cada cuerda.
- Pegar el Cisne con cinta adhesiva a un tejado bajo (cf. foto) o endurecerlo con una pieza de cartón y colgarlo con un hilo de nilón. ¡Acaban de construir un Cisne móvil!





Un Cisne en la Vía Láctea



Analícemos:

- Hecharse en el piso debajo de su móvil. ¿Qué ven? ¿Parece que las pelotitas (estrellas) dibujan un cisne imaginario? *Sí, deberíamos ver el cisne. Es tal y como lo vemos desde la Tierra.*
- ¿Puedes predecir lo que verías si estuvieras en una ubicación diferente de la galaxia y mira esas estrellas desde el lado?
- Ahora háganlo! ¿Todavía ves al Cisne? ¿Por qué o por qué no? *Dejamos de ver el cisne porque nuestra posición en el espacio ha cambiado. Desde el nuevo punto de vista, las estrellas se organizan de modo distinto a cuando las mirábamos desde debajo. Es decir, la forma en que vemos las constelaciones desde nuestro planeta es aparente y relativa.*
- Las cuerdas de lana representan las distancias que nos separan de las estrellas. Cada cm de cuerda equivale a 60 años luz (¡5,7 seguido por 15 0's kms!! i) en 'verdadero' espacio! ¿Pueden calcular la distancia que nos separa de cada una de las estrellas de la constelación del Cisne?
- Inviten a otras personas a que observen tu cisne. Cuéntales que el tamaño y la distancia a la que se encuentra todo lo que vemos en el cielo es relativo. En este caso podemos afirmar que las apariencias a veces engañan ¿no?



El Cazador Orión



- En esta actividad veremos las diferencias entre la posición bidimensional y tridimensional de los objetos celestes.
- Para ello, construiremos un modelo tridimensional de una constelación conocida como "Orión", el cazador. Un gigante para la mitología griega.

Edad	Mayores de 10 años. En grupos de mínimo 10.
Duración	~ 45 min.
Tipo de Actividad	Experimentos - Creación
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Lámina transparente de plástico grueso - 9 o 10 bolas de poliestireno (icopor) o plástico de 10 cm de diámetro - Hilo de lana de color - Cinta métrica o regla - Cinta adhesiva y tijeras
Materiales opcionales (para pintar las pelotas)	- Pintura azul, roja y verde y pinceles



El Cazador Orión



Procedimiento:

- Dibujar sobre la lámina la constelación de Orión basándote en la Fig. 1. Marcar el lugar correspondiente de cada estrella en la constelación.
- Cortar 9 trozos de hilo del largo marcado en la tabla 1 en la siguiente página.
- Perforar la lámina en los lugares marcados e introduce a través de ella los 9 trozos de hilo. Tomar el otro extremo de los hilos y unirlos con cada una de las 9 pelotitas siguiendo el modelo de la Fig. 2.
- Ahora 2 participantes deben sujetar la lámina y 9 sostener las pelotitas, alejándose de la lámina hasta que todos los hilos queden tensos (ver Fig. 3 en la siguiente página). El resto del grupo debe elegir dos lugares (A, B) desde el que observará y dibujará la forma en que ven a "Orión, el cazador". El modelo de la constelación debe mantenerse fijo en un punto.
- Opcional: los participantes que están sosteniendo la maqueta pueden cambiar su puesto con otros participantes para ahora observar. También se pueden tomar fotografías de los distintos puntos de observación.



Descripción de la actividad

¿Dónde encajamos nosotros?

- ¿Habéis visto alguna vez nuestra galaxia, la Vía Láctea? ¿Qué aspecto tiene?
- ¿Cómo clasificarías nuestra galaxia en tu sistema de clasificación? ¿Y en el sistema de Hubble?
- ¿Con qué dificultades nos encontramos al estudiar la forma de nuestra galaxia?

Entrega platos de papel a cada grupo de alumnos y pídeles que piensen y reflexionen sobre cómo una hormiga en el plato podría averiguar la forma del plato.

- ¿Qué tipo de observaciones podrían ayudarnos a averiguar la forma de nuestra galaxia?

Espera escuchar: los colores de las estrellas, la distancia al borde de la galaxia en diferentes direcciones (equivalente a la distancia al borde del plato en cada dirección), la rotación de las estrellas en la galaxia (para una clase más avanzada).



El Cazador Orión

Tabla 1: Escala 1cm : 5 años-luz

Color de la Estrella	Estrella	Distancia desde la Tierra (A.U.)	Distancia escalada (m) (1 año-luz = 2mm)
Azul	Bellatrix	240	0.48 m
Roja	Betelgeuse	425	0.85 m
Azul	Saiph	722	1.44 m
Azul	Rigel	900	1.80 m
Azul	Mintaka	915	1.83 m
Azul	Almilan	1360	2.72 m
Azul	Alnitak	825	1.65 m
Azul	Meissa	1100	2.20 m
-	Nebulosa de Orión (M42)	1600	3.20 m

Fig. 3: Ejecución de la actividad



- Aquí están los datos de las estrellas principales que forman la constelación de Orión. Recuerda que la distancia entre las estrellas y la tierra se mide en años luz (a.l), que es la distancia que recorre la luz en un año terrestre, viajando a una velocidad de 300 000 km/s.
- La última columna muestra el tiempo que los trozos de cuerda deberían tener para un modelo a escala en la que 5 años-luz es igual a 1 cm (o de forma equivalente, 1 año-luz: 2 mm).



El Cazador Orión



Analícemos:

- Los estudiantes detrás del plástico pueden aprender a que se parece la constelación de Orión al nombrar cada estrella. ¿Qué estudiante tiene a Betelgeuse? ¿Qué hay de Rigel? Alnilam?

- Ahora los alumnos han de mirar desde los puntos A y B. Dibujen desde estos dos lugares lo que ven. ¿Se sigue viendo la constelación de Orión? ¿Por qué?

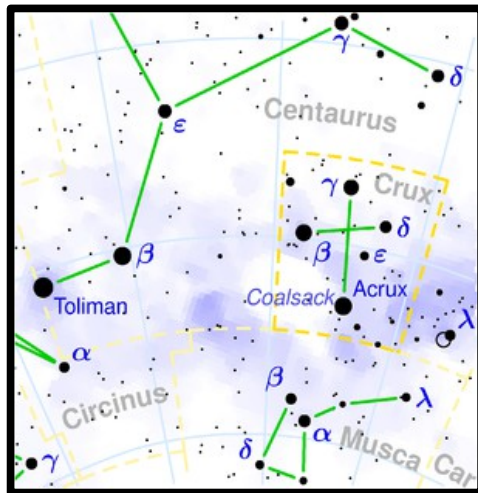
Dejamos de ver Orión porque nuestra localización en el espacio ha cambiado. Desde el nuevo punto vemos las estrellas en una posición y distancia diferente a cuando miramos de frente a la lámina. La forma en que vemos las constelaciones desde nuestro planeta no se corresponde a la posición "real" de las estrellas. Las vemos como si todas estuvieran a la misma distancia de la Tierra, iy sin embargo no es así!

- Puedes hacer esta actividad con otras constelaciones. ¿Cuáles de las que hay en la siguiente página conoces?



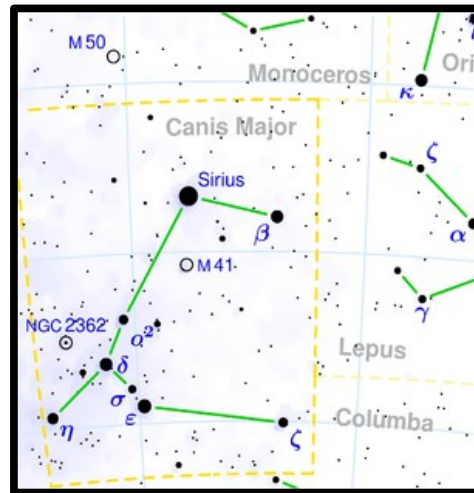
Otras Constelaciones

Para continuar, acá tienes información sobre otras constelaciones. Puedes hacer tu propio modelo a escala y compartir lo que has aprendido acerca de la posición de las estrellas en el cielo. Puede ser muy interesante aprender nombres de estrellas y constelaciones, conocer sobre la mitología que les ha dado nombre, sus características y ubicación. Anímate a conseguir un planisferio que te sirva de mapa para poder "navegar" a través del cielo.



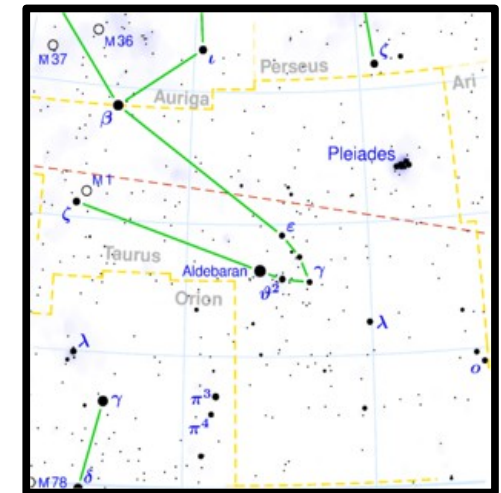
"La Cruz del Sur"

Estrellas principales:
Acrux, color azul-blanca con una magnitud de 0,8. *Mimosa*, azul-blanca y de magnitud 1,3. *Gacrux*, estrella de color rojo y magnitud 1,6.



"Tauro"

Estrellas principales:
Aldebarán (alpha Tau), gigante roja de magnitud 1. *Elnath* (beta Tau) forma los cuernos del toro junto a zeta. Tauro tiene dos de los cúmulos abiertos más conocidos del firmamento: las Pléyades y las Híades.



"El Can Mayor"

Estrella principal:
Sirio, es la estrella más brillante vista desde la Tierra con magnitud -1,46. Es de las más grandes entre las observables a simple vista.



¿Por qué no vemos estrellas durante el día?

¿Dónde están las estrellas durante el día?

- Las luces brillantes de las grandes ciudades hacen que solo sea posible ver las estrellas más brillantes por la noche. En zonas más remotas, sin luz artificial, es posible ver estrellas más débiles.
- Durante el día, la brillante luz del Sol eclipsa la luz de las estrellas por la que no podemos verlas.
- En esta actividad, aprenderemos por qué las estrellas no se ven durante el día.
- Para ello, diseñaremos un experimento para ayudarnos a simular como el brillo de la luz del Sol dispersada en la atmósfera hace que no veamos las estrellas durante el día.



! Esta imagen muestra un grupo de estrellas que se pueden ver en una noche clara sin telescopio. Este cúmulo de estrellas se conoce como Messier 45 (nombre técnico), las Pléyades (de la mitología griega), las Siete Hermanas (cultura Maya), o Qollqa (cultura Andina).

Edad	8-12 años
Duración	~ 45 min.
Categoría metodológica	Experimentos/Reflexión
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón negro - Algo puntiagudo para hacer agujeros en el cartón - Lámpara - Linterna o vela



Objetivos de aprendizaje

Contenido conceptual

- Explicar que las estrellas están siempre ahí, incluso cuando no podemos verlas; debido a que luz adicional (del Sol, la Luna o luz artificial) hacen que sea imposible (durante el día) o difícil (Luna y luz artificial) verlas porque las estrellas son muy débiles en comparación.

Habilidades de proceso científico

- Construcción de un modelo - Simular los efectos que ocurren muy lejos con materiales simples a menor escala.
- Practicar el hacer predicciones (sobre que pasaría si añadimos luces).

Actitudes

- Ganar apreciación por cielos oscuros donde se puedan observar muchas estrellas.
- Reconocer por qué la contaminación lumínica es un problema importante.



La luz de las estrellas

- Para los profesores: comuniquen esta información a los estudiantes solo al final de la actividad



Créditos de la imagen: Lucas Saldanha Werneck

! Mucha luz del Sol, como la luz de las ciudades, reducen la visibilidad de las estrellas. Durante la noche, si hay mucha luz artificial, no es posible ver las estrellas más débiles. De la misma manera, durante el día, la luz del Sol bloquea completamente la luz de todas las estrellas.

- Aunque no vemos las estrellas durante el día, siguen estando en el cielo, en el mismo lugar que durante la noche.
- No es posible ver estrellas durante el día porque los rayos del Sol son dispersados por la atmósfera (la cuál está compuesta por vapor de agua, gas y polvo) en todas las direcciones. Es por eso que vemos el cielo tan brillante y azul.
- Tras ponerse el Sol, las estrellas se vuelven visibles en el cielo. Al hacerse más oscuro, el número de estrellas que vemos aumenta.
- Por el contrario, al acercarse el amanecer, el número de estrellas que podemos ver disminuye. En el amanecer, solo podemos ver unas cuantas estrellas brillantes. Finalmente, todas las estrellas desaparecen completamente debido a la brillante luz del Sol.



Descripción de la actividad



Créditos de la imagen: Lucas Saldanha Werneck

Orientación:

- ¿Has ido alguna vez a ver las estrellas? ¿En dónde las viste? ¿Cuándo? ¿A qué se parecían? ¿Hay momentos en los que no se pueden ver las estrellas?

Los estudiantes pueden responder: no las podemos ver durante el día, cuando hay nubes, más difíciles de ver en la ciudad que en el campo.

Escriba en la pizarra una tormenta de ideas de las razones por las cuales no seríamos capaces de ver las estrellas durante el día o en grandes ciudades.

Entonces dígales:

- Simulemos observar las estrellas de noche y de día usando un simple modelo.



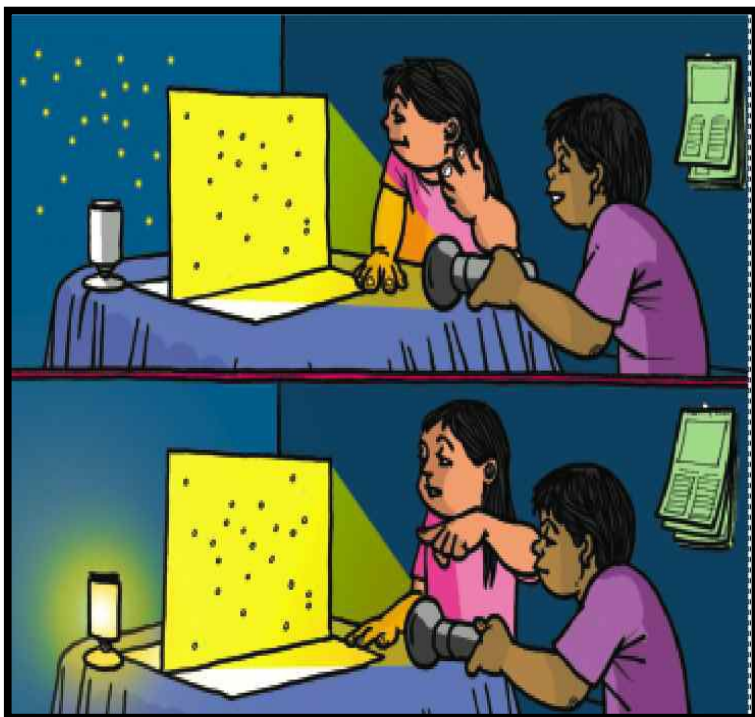
Descripción de la actividad

Procedimiento - Simulando el cielo nocturno:

Esta actividad debería de ser realizada en una habitación que se pueda hacer completamente oscura. Antes de empezar, ponga sus materiales cerca para que pueda encontrarlos una vez se haya oscurecido la habitación.

- Haga pequeños agujeros en el cartón. Esto hará las veces de estrellas. Puede usar la carta estelar para dibujar algunas constelaciones o puede inventarse sus propios grupos de estrellas.
- Ponga sus materiales cerca del muro en el que va a proyectar su modelo de estrellas.
- Una vez que la habitación esté oscura, ilumine con la linterna a través del cartón para que pueda ver los puntos proyectados en el muro a través de los agujeros del cartón. Estos puntos en el muro representan las estrellas en su modelo.

- Estos puntos de luz en el muro representan las estrellas y la oscuridad en la habitación representa a la noche. ¿Puede ver bien las estrellas?



¿Sabías que el Sol también es una estrella? Su luz brillante hace que no podamos ver otras estrellas durante el día.



Descripción de la actividad

Procedimiento - Modelando el efecto del Sol o de las luces de ciudad:

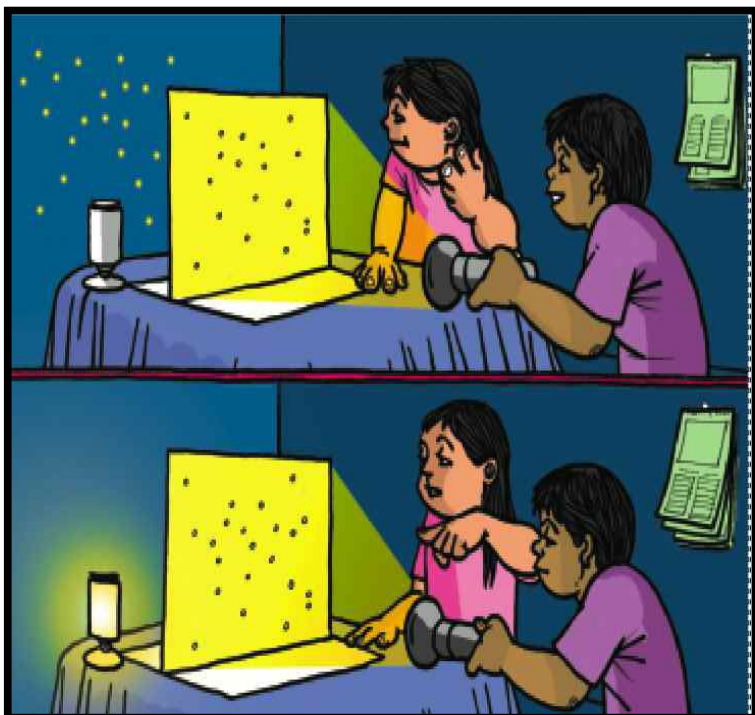
- Las preguntas que queríamos investigar eran si podíamos ver las estrellas de día o en las grandes ciudades. ¿Cómo podemos simular eso en nuestro modelo?

- Haga que los estudiantes propongan sugerencias. Ellos puede que sugieran encender la luz de la habitación o encender una linterna más pequeña (vela). Entonces proceda con los siguientes pasos (en cualquier orden).
- Pida a los estudiantes que predigan que es lo que pasará cuando enciendas la vela o las luces.
- Con la linterna todavía encendida, encienda una vela y póngala cerca del muro. Esto mostrará como la luz de las ciudades reduce la visibilidad de las estrellas.

- ¿Es fácil o difícil ver las estrellas ahora? ¿Por qué?

Ahora, apague la vela y encienda la luz de la habitación. Esto muestra que el brillo de la atmósfera no nos permite ver las estrellas durante el día.

- ¿Es fácil o difícil ver las estrellas ahora? ¿Por qué?



¿Sabías que el Sol también es una estrella? Su luz brillante hace que no podamos ver otras estrellas durante el día.



Descripción de la actividad

Analizamos:

- ¿Qué ha ocurrido con las estrellas proyectadas en el muro cuando enciendes la vela? ¿Qué ocurre cuando enciendes la luz de la habitación? Parece que las estrellas desaparecen. ¿Significa eso que las estrellas ya no están ahí?

Escuchará: Lo que ocurre es que la luz de la habitación ahoga el brillo de las estrellas proyectadas en el muro. De la misma manera, la luz del Sol ahoga la luz de las estrellas y es por eso que no podemos verlas durante el día aunque ellas sigan estando ahí.

La luz de la vela representa la luz de las ciudades que también oscurecen la luz de las estrellas. A veces no es incluso posible ver alguna estrellas por la noche. Hay varias razones para esto, como la presencia de nubes, el brillo de la Luna o porque hay demasiada luz artificial (contaminación lumínica). Esta es la razón por la cual, si quieres hacer observaciones astronómicas, necesitas acudir a un lugar especial, evitando lugares donde haya gran humedad o muchas luces de ciudades que puedan reducir la calidad de tus observaciones.

- *¿Cómo te sentirías por el cielo si el mundo entero fuera como una gran ciudad llena de luz?*



Descripción de la actividad

Analicemos:

- En esta actividad hemos usado un modelo para aprender sobre los efectos que tiene la luz en nuestra capacidad para ver las estrellas. ¿Qué es lo que representaba cada cosa?

Escuchará: Puntos de luz en el muro representaban estrellas, la vela representaba las luces de ciudad y la luz de la habitación representaba al Sol.

- ¿Cómo crees que se compara nuestro modelo con la realidad?

- ¿Qué está bien representado y qué no está tan bien?

- ¿Cómo mejorarías el modelo?

Escuchará: las luces de la habitación no son tan brillantes como las estrellas en el modelo como en la realidad; la ubicación de la vela y de la luz de la habitación relativa a las estrellas; algunas estrellas tienen diferentes brillos que otras en la vida real.

Con estudiantes más avanzados puede discutir sobre el papel de la atmósfera: la luz del Sol es dispersada por la atmósfera y por eso el cielo es brillante en todas direcciones. La luz de la habitación rebotando en los muros de la habitación es similar a este fenómeno.



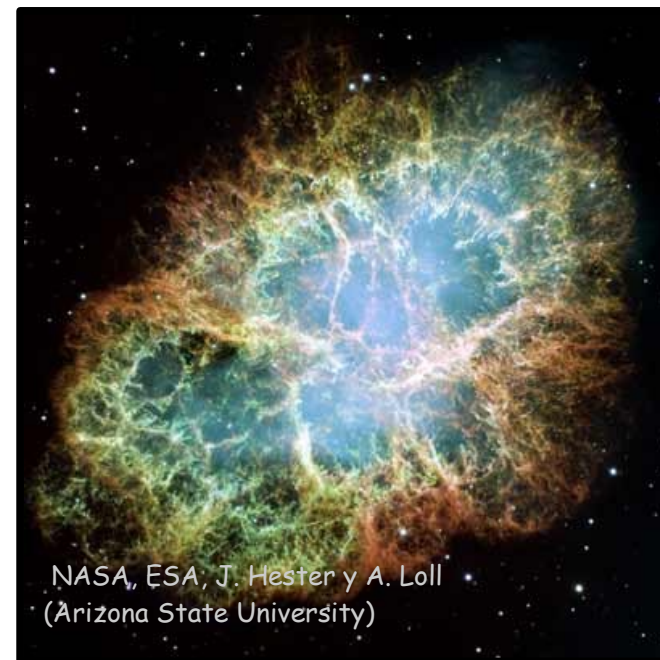
Descripción de la actividad

Analícemos:

- ¿Piensa que es posible ver otra estrella que no sea el Sol durante el día? (escriba las ideas de los estudiantes en la pizarra. Probablemente nadie habrá oído acerca de las supernovas)

Si, esto puede pasar cuando una estrella "vieja" explota y se convierte en un objeto extremadamente brillante. Este evento, llamado explosión de supernova, es tan brillante que puede ser visto sin la ayuda de un telescopio. La explosión puede permanecer visible por semanas o meses. Con el tiempo, el brillo disminuye hasta que es comparable al de una estrella normal.

La nebulosa del Cangrejo (en la imagen de la derecha) es el resultado de una explosión de supernova que ocurrió en el año 1054 D.C., y fue tan brillante que pudo ser observada durante el día. Las observaciones fueron documentadas por los astrónomos chinos y árabes el 4 de Julio de 1054. La explosión permaneció visible durante 22 meses.



! La nebulosa del Cangrejo es el resultado de la explosión de una estrella. La explosión fue tan poderosa que fue visible durante el día.



2. El sistema solar



¡La Tierra como un grano de pimienta!

- En esta actividad, construiremos un modelo del Sistema Solar a escala reducida. Para ello, tendremos que imaginarnos que la Tierra es tan pequeña y vulnerable como un grano de pimienta.
- Dando un paseo por nuestro modelo, descubriremos lo increíblemente grande que es y cómo la Tierra es ridículamente pequeña en comparación.

Edad	Desde 8 años (construir un modelo reducido del Sistema Solar y caminar a través de él) Desde 12 años (calcular las distancias a escala y los tamaños de los planetas)
Duración	~ 45min-1 h (sin parte 3, "Calculando escalas"), ~ 1h30 (con parte 3)
Categoría Metodológica	Experimentos / Reflexión
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Un balón (~230mm) o Sol impreso (en Apéndices) <i>Para cada grupo, reparta (dependiendo de lo que sea más fácil de encontrar):</i> - Arcilla/plastilina (si es posible de diferentes colores), o papel de aluminio - Un conjunto de semillas de diferentes tamaños: cabeza de alfiler (0,8 mm), pimienta (2 mm), semillas de sésamo (1 mm), nueces (24 mm), avellanas (30 mm), maní (9mm), semillas de amapola (0.5mm) <i>Si trabaja con alumnos de instituto, reparta a cada grupo:</i> - Una hoja de cálculo del modelo (en Apéndices) - Un lápiz
Materiales opcionales (en Apéndices)	- Imágenes del Sistema Solar, un Sol impreso y una plantilla de la Tierra, una hoja de datos del sistema solar impresa



Obejtivos de Aprendizaje

Contenido conceptual

- Entender que las distancias en el Sistema Solar son tan grandes que solo pueden ser percibidas en un modelo reducido a escala.
- Representar aproximadamente la relación de las distancias y tamaños entre los planetas y el Sol.
- Diferenciar los diferentes tipos de cuerpos que componen el Sistema Solar basado en sus propiedades: el Sol, los 8 planetas, los asteroides y los cometas.
- ¡Darse cuenta que todos los planetas son muy pequeños comparados con el Sol!

Habilidad para el proceso científico

- Construcción de modelos - Construir un modelo a escala reducida de nuestro Sistema Solar.
- Practicar las matemáticas de las proporciones y escalas al reducir todas las distancias "reales" al tamaño del modelo.

Actitudes

- Get a sense for the vastness and emptiness of space: the distances between planets are enormous compared to their sizes!
- Elevar la conciencia de la fragilidad de nuestro planeta (sólo un grano de pimienta en esta escala!)



Descripción de la actividad

1) Bienvenido al Sistema Solar

Esta parte es sobre despertar la curiosidad de los estudiantes y conocer cuál es su conocimiento previo.

Nuestro Sistema Solar está situado en uno de los brazos de la Galaxia Vía Láctea, a unos 28.000 años-luz de su centro (2/3 desde el centro galáctico) y se formó hace 4.600 millones de años.

- ¿De qué está compuesto el Sistema Solar?

El Sistema Solar tiene una estrella en su centro, llamada el Sol (si, ¡es nuestra estrella más cercana!).

Orbitando alrededor del Sol hay 8 planetas y varios cuerpos celestes menores, como los cometas y asteroides. Aprenderemos más sobre las diferentes propiedades de los planetas en esta actividad.

- *¿Cómo de grande piensas que es el Sistema Solar?*
¿Cuál es la distancia en km al siguiente planeta (Marte)?
¿Y a Neptuno?

(Deje que los estudiantes hagan predicciones y dígalas que son aún mayores...)



Los planetas son llamados de esa manera porque sus órbitas pertenecen todas al mismo *plano*. Esto nos dice que el Sistema Solar se formó a partir de un disco gigante de polvo.



Descripción de la actividad

Es casi imposible imaginarse tales distancias en km. ¿Qué podemos construir para ayudar a representar esas distancias? (Guíe a los estudiantes a la idea de hacer un modelo reducido a escala). Empezaremos imaginando que La Tierra es tan pequeña como un grano de pimienta (puede mostrar la pequeña impresión de La Tierra de la plantilla Sol-Tierra en los Apéndices).

1) Haciendo un modelo estimativo

La primera parte trata sobre construir anticipación y revelar las ideas preconcebidas de los estudiantes. En este punto, no se debe comunicar a los estudiantes las distancias reales. Solo usarán su conocimiento propio para hacer la mejor estimación para a un modelo a escala de nuestro Sistema Solar.

- Divídalos en grupos de 3-4 estudiantes y déle a cada grupo un conjunto de semillas o de arcilla/plastilina.
- Desafíe a cada grupo a construir un modelo estimativo a escala del Sistema Solar, tomando como referencia el tamaño de La Tierra como un grano de pimienta.
- Para cada grupo, haga una marca o ponga una piedra en el suelo para localizar al Sol pero no les diga todavía el tamaño del Sol. Viendo lo grande que es el Sol será una gran sorpresa para ellos.
- Los estudiantes son libres para elegir que semilla representa a cada planeta o a hacer pelotas de aluminio/plastilina del tamaño que quieran.
- Deben dejar las semillas/pelotas en el suelo a las distancias estimadas desde el Sol en una línea (aunque esto deja de lado la posición real de los planetas en sus órbitas).
- Al final, haga que los grupos debatan sobre sus modelos, justificando los tamaños y las distancias elegidas.



Descripción de la actividad

3) Calculando las distancias a partir de datos (escuela secundaria)

Con estudiantes de escuela secundaria, es posible hacer que trabajen con escalas y proporciones haciendo que reduzcan las distancias y tamaños reales de los planetas a un modelo de escala reducida.

Al hacer esto, los estudiantes deberían darse cuenta que **un modelo a escala significa que la relación entre distancias/tamaños reales y la de los modelos son siempre las mismas.**

- Haga que los grupos de estudiantes usen la hoja de cálculo del modelo, que contiene los datos sobre los tamaños y distancias de los planetas reales para calcular que tamaños tienen que tener los objetos en el modelo y así, poder relacionarla con la semilla apropiada (o hacer la pelota de plastilina/aluminio del tamaño apropiado).

- De la misma manera, deje que los estudiantes calculen cuáles deben ser las distancias a escala.

NB: Con la hoja de cálculo de las distancias, ellos pueden calcular el modelo a escala como la relación entre el tamaño real de la Tierra y el tamaño del modelo, o como la relación entre la distancia real entre Marte y la Tierra y la del modelo.

- Haga que los grupos comparen sus cálculos y métodos: ¿Son los métodos equivalentes?

- Si lo desea, antes de que los estudiantes empiecen a calcular, puede hacer que recorran las distancias desde el Sol a Mercurio, Marte y la Tierra y así mostrarles las pelotas/semillas a escala correctas. Este punto de partida debería crear un sorpresa (al ser los modelos estimativos con seguridad más pequeños) y provocar curiosidad por averiguar cuáles son las escalas correctas.



Descripción de la actividad

4) Experimentando con escalas (escuela primaria y secundaria)

Un gran espacio (~ 100 m de largo) es necesario para este apartado, preferiblemente en el exterior.

Acompañe a los estudiantes en un paseo a través del Sistema Solar a escala correcta. Empezando por el Sol, pasará de un planeta a otro siguiendo las distancias a escala que se indican a continuación. Puede contar un metro por cada paso largo.

Con estudiantes de escuela primaria (que no han calculado las distancias del modelo), puede crear un efecto de sorpresa no diciéndoles con antelación el número de metros que van a recorrer.

- Cuando alcance cada planeta, muestre la semilla correcta (o la pelota de plastilina/aluminio de tamaño equivalente) que corresponda en Sistema Solar a escala (vea los tamaños del modelo en la página siguiente).
- Puede mostrar la imagen del planetas (imprimiéndola de los Apéndices) y decirle un dato interesante sobre él.
- Ponga una marca en el suelo para que los estudiantes puedan recordar las distancias al final (por ejemplo coloque un palo de madera o una piedra y pegue la imagen del planeta en ella).
- Después de haber llegado a Saturno (o a un planetas más cercano al Sol si carece de espacio o tiempo), mire de nuevo al modelo que ha construido. Haga que los estudiantes presten atención en la Tierra. ¿Cómo la ven? Compárela con el punto diminuto de la imagen de Saturno: esto es la Tierra fotografiada desde Cassini (2013).
- Desde esa perspectiva pregunte a los estudiantes, ¿cómo de grande tendría que ser el Sol? Haga que los estudiantes hagan estimaciones o lo calculen si son de secundaria. Sorpréndalos mostrándoles un balón del tamaño apropiado o un disco solar impreso.

Hoja de cálculo del modelo



	Tamaño real	Objeto del modelo	Distancia real	Distancia del modelo
Sol	1.391.000 km		Sol - Mercurio 58.000.000 km	Sol-Mercurio
Mercurio	4.879 km		Mercurio - Venus 50.000.000 km	Mercurio-Venus
Venus	12.104 km		Venus - Earth 41.000.000 km	Venus-La Tierra
La Tierra	12.742 km	Grano de pimienta (2 mm)	La Tierra- Marte 78.000.000 km	La Tierra-Marte 13 m
Marte	6.779 km		Marte - Jupiter 550.000.000 km	Marte-Júpiter
Júpiter	139.822 km		Jupiter - Saturn 649.000.000 km	Júpiter-Saturno
Saturno	116.464 km		Saturn - Uranus 1.443.000.000 km	Saturno-Urano
Urano	50.724 km		Uranus - Neptune 1.627.000.000 km	Urano-Neptuno
Neptuno	49.244 km			
Total			4.496.000.000 km	749 m
Plutón	2.306 km		Neptuno - Plutón 1.404.000.000 km	
Luna	3.480 km		La Tierra- Luna 384.000 km	
Estrella más cercana (Proxima Centauri)	201.695 km		La Tierra- Estrella 4,22 años-luz	La Tierra- Estrella 6.700.000 m



	Objeto del modelo	Distancia real	Distancia del modelo
Sol	Balón (230 mm)	Sol - Mercurio 58.000.000 km	Sol - Mercurio: 10 m
Mercurio	Cabeza de alfiler(0,8 mm)	Mercurio - Venus 50.000.000 km	Mercurio - Venus 8 m
Venus	Grano de pimienta (2 mm)	Venus - La Tierra 41.000.000 km	Venus - La Tierra 7 m
La Tierra	Grano de pimienta (2 mm)	La Tierra- Marte 78.000.000 km	La Tierra- Marte 13 m
Marte	Semilla de sésamo (1 mm)	Marte - Júpiter 550.000.000 km	Marte - Júpiter 92
Júpiter	Nuez (24 mm)	Júpiter - Saturno 649.000.000 km	Júpiter - Saturno 108 m
Saturno	Avellana (20 mm)	Saturno - Urano 1.443.000.000 km	Saturno - Urano 240 m
Urano	Maní (9 mm)	Urano - Neptuno 1.627.000.000 km	Urano - Neptuno 271 m
Neptuno	Maní (8 mm)		
! Total		4.496.000.000 km	749 m
Plutón	Semilla de amapola (0,4 mm)	Neptuno - Plutón 1.404.000.000 km	Neptuno - Plutón 234 m
Luna	Semilla de amapola (0,6 mm)	La Tierra- Luna 384.000 km	La Tierra- Luna 64 mm
Estrella más cercana (Próxima Centauri)		La Tierra- Estrella 4,22 años-luz	La Tierra- Estrella 6.700.000 m



Descripción de la actividad

5) Tomemos perspectiva:

- ¿Qué piensa y siente sobre su primer modelo de Sistema Solar?
- Habiendo recorrido las enormes distancias del Sistema Solar y mirando hacia la Tierra, ¿cómo se siente sobre el planeta en el que vive?

Todas las especies vivas que conocemos viven en la superficie de este grano de pimienta diminuto. Desde esta perspectiva, ¿puede imaginar que la gente codiciosa pelea por ser los dueños momentáneos de una fracción de esta semilla?

(adaptado de Carl Sagan - A Pale Blue Dot, 1997)

- Reflexionemos sobre la velocidad a la cual la luz viaja estas enormes distancias en el universo. Por nuestro conocimiento actual, la luz es la cosa más rápida del universo, aún así le toma tiempo recorrerlo. A una velocidad de 300.000 km/s, itarda 4 años en llegar de la estrella más próxima (Próxima Centauri) a nosotros! ¿Puede calcular a que velocidad viajará la luz en la escala de nuestro modelo?

En nuestro modelo, la estrella más cercana está a 6.700 km de distancia y la luz tarda 4.2 años en recorrer esta distancia, así que la velocidad en nuestro modelo a escala es ($v = x/t$) 0,2 km/h!

- La velocidad promedio de un adulto caminando es de alrededor de 5 Km/h. ¿Puede intentar caminar a 0,2 km/h? Esa es aproximadamente la velocidad de una hormiga. ¿Qué opina sobre la velocidad de la luz ahora?
- **La diferencia de tamaño entre el Sol y los planetas es tan grande que el Sol representa el 99% de la masa de todo el Sistema Solar!** ¿Cómo afecta esta masa a los planetas y por qué esto es importante?

La fuerza gravitatoria ejercida por el Sol es suficiente para mantener todos los planetas en órbita sobre él a pesar de las enormes distancias.



Investigando el Sistema Solar

- En esta actividad, los alumnos utilizarán datos e imágenes del sistema solar para el intercambio de datos sorprendentes acerca de los planetas y el Sol.
- Relacionando las propiedades seleccionadas de los planetas y del Sol a la Tierra, practicarán radios y proporciones.
- Por último, este intercambio de información llevará a los estudiantes a considerar "cómo sabemos sobre ellos".

Edad	Desde 8 años
Duración	~ 45 mins.
Tipo de Actividad	Enseñanza reflexiva
Materiales	- Imágenes del sistema solar y datos ("Sistema solar Datos.pdf" para imprimir de apéndices, también se incluyen en el cuerpo de la actividad)
Materiales Opcionales	- Imágenes de planetas con tamaños escalados correctamente ("Planetas tamanyos.pdf" para imprimir desde Apéndices)



Objetivos de Aprendizaje

Contenido Conceptual

- Seleccionar propiedades de los planetas o el Sol y relacionarlas con las de la Tierra.
- Distinguir los diferentes tipos de cuerpos que componen al sistema solar y aprender sobre sus propiedades: el Sol, los 8 planetas, asteroides y cometas.

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Clasificar los diferentes planetas de acuerdo a su tamaño o composición (planetas exteriores gaseosos y planetas interiores rocosos).
- Aplicar las matemáticas de las proporciones y razones.

Aptitudes

- Elevar el conocimiento de que tan diferentes son los otros planetas de la Tierra y la singularidad de nuestro planeta.
- ¿Se sienten capaces de preguntar e indagar hechos "cómo sabemos" datos y propiedades de objetos distantes como planetas?



Descripción de la Actividad

Procedimiento:

- Dividir a los estudiantes en 9 grupos diferentes y distribuir a cada grupo la hoja de datos del Sol o un planeta (o deje que elijan el que deseen).
- Cada grupo debe escoger una característica de su planeta o el Sol (como la masa, temperatura ...) que se encuentra en su hoja de datos y relacionarlo con el valor de la tierra para la misma propiedad.
- Cada grupo debe explicar al resto de los estudiantes que propiedad eligieron, por qué la escogieron, comparar su valor con el de la Tierra y discutir lo que piensan al respecto (por ejemplo: "¡Venus es sorprendentemente caliente! ¡Su temperatura promedio es de más de 30 veces mayor que en la Tierra!")

Analícemos:

- ¿Cómo crees que conocemos todas estas propiedades de los planetas (sus distancias, tamaños, masas, temperaturas, etc)? Deje que los estudiantes piensen por un momento acerca de estos en grupos.

El envío de sondas espaciales es una forma obvia de medir las cosas de cerca (como la temperatura). Sin embargo, los astrónomos determinaron las distancias planetarias de la Tierra usando la trigonometría (!) y más recientemente, a través de radar. Mediante el uso de los telescopios, los tamaños de planetas podían ser medidos y sus masas se dedujeron a partir del movimiento de sus lunas (ley de Kepler). A partir de sus tamaños y masas se podría conocer sus densidades y composición. Por último, los espectrógrafos pueden analizar la luz y determinar la temperatura (ver la actividad "luz multicolor"). Usted puede leer la información más detallada en <http://www.astronomynotes.com/solarsys/s2.htm>



Descripción de la Actividad

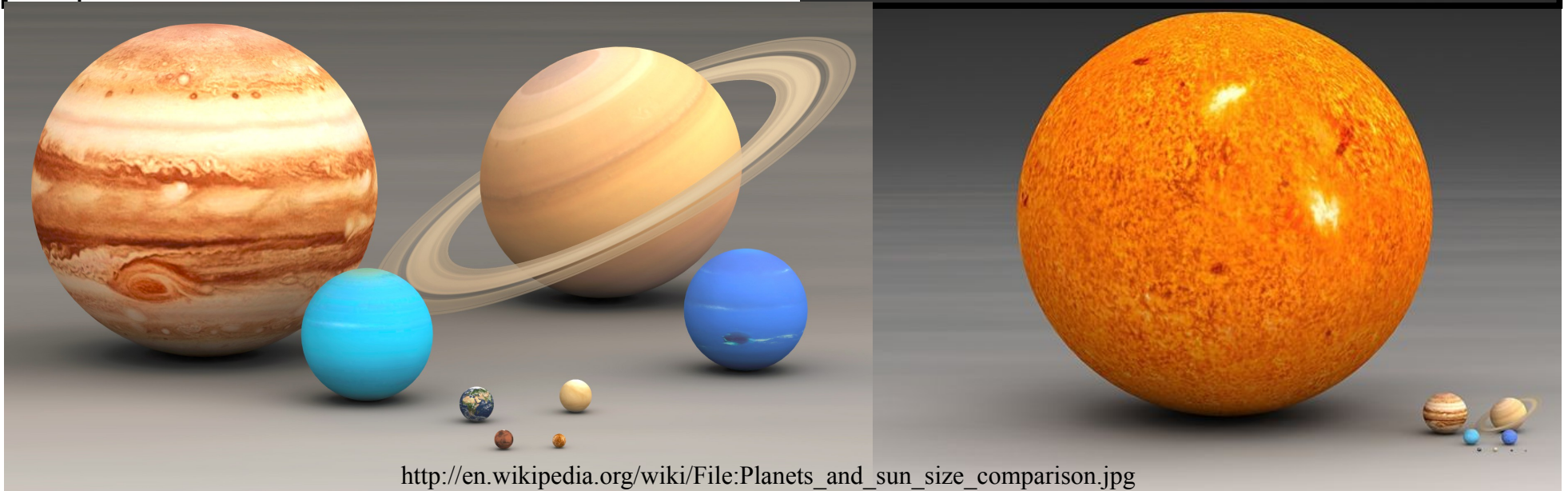
Analícemos:

- De acuerdo a las propiedades de los planetas que hemos aprendido, ¿cómo se clasifican estos?

La clasificación más directa es de acuerdo a sus tamaños (véase el Apéndice "Planeta tamaños.pdf" y la fig. de abajo). Se pueden identificar tres grupos: los pequeños = {Mercurio, Venus, Tierra, Marte}, los grandes = {Saturno, Júpiter} y los intermedios = {Urano, Neptuno}. Sin embargo, es posible otra clasificación de acuerdo a su composición: Mercurio, Venus, la Tierra y Marte son planetas rocosos, mientras que Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno son gaseosos.

- ¿Cómo se explica que los planetas más cercanos al Sol (llamados "planetas interiores") son rocosos, mientras que el más lejano ("planetas exteriores") son gaseosos?

Deje que los estudiantes se pregunten acerca de cómo se formaron los planetas en el sistema solar temprano.





Descripción de la Actividad

Analicemos:

Esta es todavía una cuestión abierta! La teoría más popular de la formación planetaria se basa en la gravedad del Sol (que atrae con más fuerza los materiales rocosos más densos que las gaseosas) y la disminución de la temperatura en distancia desde el Sol (cerca del Sol, sólo los materiales rocosos con altas temperaturas de fusión podrían sobrevivir) . Sin embargo, en los últimos años, algunos planetas gaseosos gigantes se han encontrado a corta distancia a otras estrellas ("exoplanetas"), lo que ha llevado a los astrónomos a volver analizar sus ideas.

Puedes leer más detalles en el libro sobre el Espacio en la red del "Observatorio Las Cumbres:" <http://lcogt.net/spacebook/planets-and-how-they-formed>.

- Además de los planetas, hay otros cuerpos en nuestro Sistema Solar?

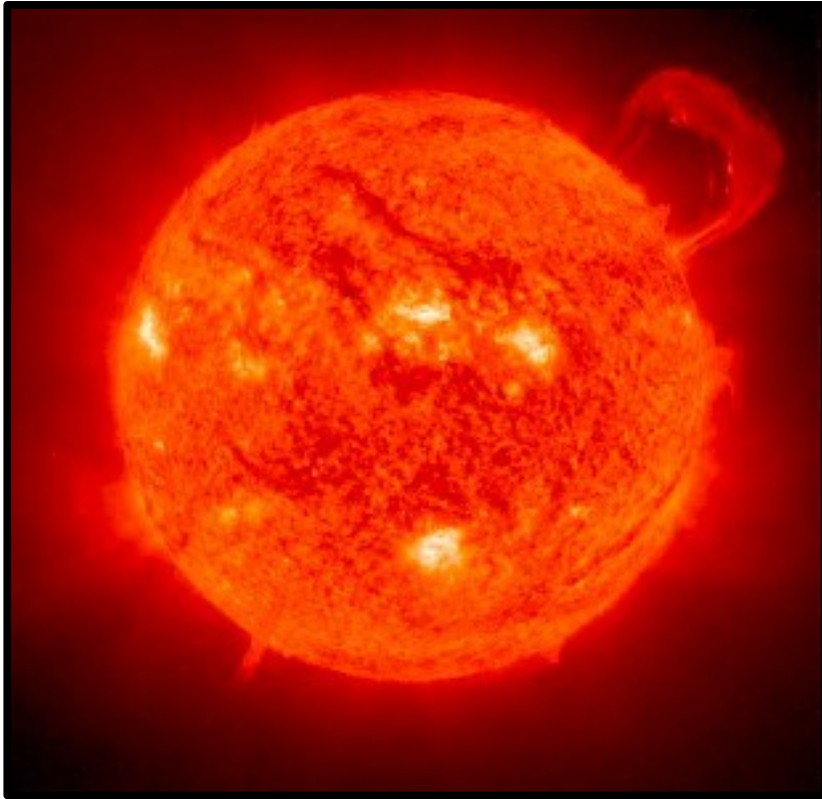
*Sí, nuestro sistema solar contiene otros cuerpos más pequeños, también. algunos de estos son los **cometas y asteroides**, que orbitan el Sol, como los planetas lo hacen (véase a continuación).*

- ¿Sabes por qué Plutón ya no es considerado un planeta?

En el 2006, durante una asamblea de la Unión Astronómica Internacional (IAU), se decidió que Plutón debe ser colocado en una nueva categoría de objetos del sistema solar llamados "planetas enanos". Aunque Plutón tiene características físicas como un planeta, le falta algo importante . En la asamblea, la UAI decidió que, para ser considerado un planeta, un cuerpo también necesita haber limpiado otros cuerpos de su región orbital por sus efectos gravitatorios. Plutón pierde en este último punto (hay otros cuerpos que orbitan cerca de la órbita de Plutón), y por lo que ya no es considerado planeta noveno y el más pequeño del Sistema Solar. La decisión de la IAU fue impulsada por el reciente descubrimiento de Eris, un cuerpo del Sistema Solar fuera de la órbita de Plutón, que es en realidad más grande que Plutón.



El Sol



Masa:	$\sim 2 \times 10^{30}$ kg
Radio:	6 960 000 km
Distancia de la Tierra:	149 597 871 km
Gravedad de la Superficie:	274 m/s^2
Temperatura de la superficie:	$\sim 6000 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatura en el núcleo:	$\sim 1.6 \times 10^7 \text{ }^\circ\text{C}$



¿Sabías que el Sol es el responsable de la presencia de vida en la Tierra? Gracias a él, las plantas liberan el oxígeno que respiramos a través del proceso de fotosíntesis. Además, nos proporciona la energía necesaria para mantener la temperatura apropiada para el desarrollo de vida.



Mercurio



Masa:	3.303×10^{23} kg
Radio:	2 439.7 km
Distancia al Sol:	57 909 100 km
Periodo de rotación:	58.646 días
Periodo orbital:	87.969 días
Número de satélites:	0
Gravedad en la superficie:	3.7 m/s^2
Temperatura promedio:	-170 °C to 350 °C

! Mercurio es el planeta más cercano al Sol y también es el más pequeño de todos. Este planeta, carece de atmósfera por lo que la temperatura entre el día y la noche puede variar en más de 500 °C.



Venus



Masa:	4.869×10^{23} kg
Radio:	6301.8 km
Distancia media al Sol:	108 208 930 km
Periodo de rotación:	243.018 días
Periodo orbital:	224.701 días
Número de satélites:	0
Gravedad en la superficie:	8.87 m/s^2
Temperatura promedio:	$\sim 460 \text{ }^\circ\text{C}$

! Venus es el Planeta que más se parece a la Tierra en cuanto a tamaño y composición. La mayor diferencia que encontramos entre Venus y la Tierra es la densa atmósfera que presenta el primero de estos, llegando a tener una presión atmosférica hasta 94 veces superior a la de la Tierra.



Tierra



Masa:	5.973×10^{23} kg
Radio:	6 371 km
Distancia al Sol:	149 098 074 km
Periodo de rotación:	23.96 horas
Periodo orbital:	365.25 días
Número de satélites:	1
Gravedad en la superficie:	9.78 m/s^2
Temperatura promedio:	$\sim 15 \text{ }^\circ\text{C}$



La Tierra es el único planeta del sistema solar que, hasta el momento, sabemos de la presencia de vida. Esto se debe, principalmente al agua líquida que podemos encontrar en su superficie y a la atmósfera que rodea al planeta.



Marte



Masa:	6.4185×10^{23} kg
Radio	3 396.2 km
Distancia media al Sol:	227 939 100 km
Periodo de rotación:	24.622 horas
Periodo orbital:	686.97 días
Número de Satélites:	2
Gravedad en la superficie:	3.71 m/s^2
Temperatura promedio:	$\sim -140 \text{ }^\circ\text{C}$ to $20 \text{ }^\circ\text{C}$

! Marte es conocido como el planeta rojo debido al alto contenido de óxido de hierro presente en su superficie. En una noche despejada, es posible distinguir a Marte entre el resto de las estrellas gracias a su peculiar color rojizo.



Júpiter



Masa:	1.8986×10^{27} kg
Radio:	71 492 km
Distancia media al Sol:	778 547 200 km
Periodo de rotación:	9.925 horas
Periodo orbital:	4 331.5 días
Número de Satélites:	63
Gravedad en la superficie:	24.79 m/s^2
Temperatura promedio:	$\sim -110 \text{ }^\circ\text{C}$



Júpiter es el planeta más grande y masivo del sistema solar. Su masa es tan grande que si estuviéramos en su superficie nuestro peso sería casi tres veces mayor al que tenemos en la Tierra.



Saturno

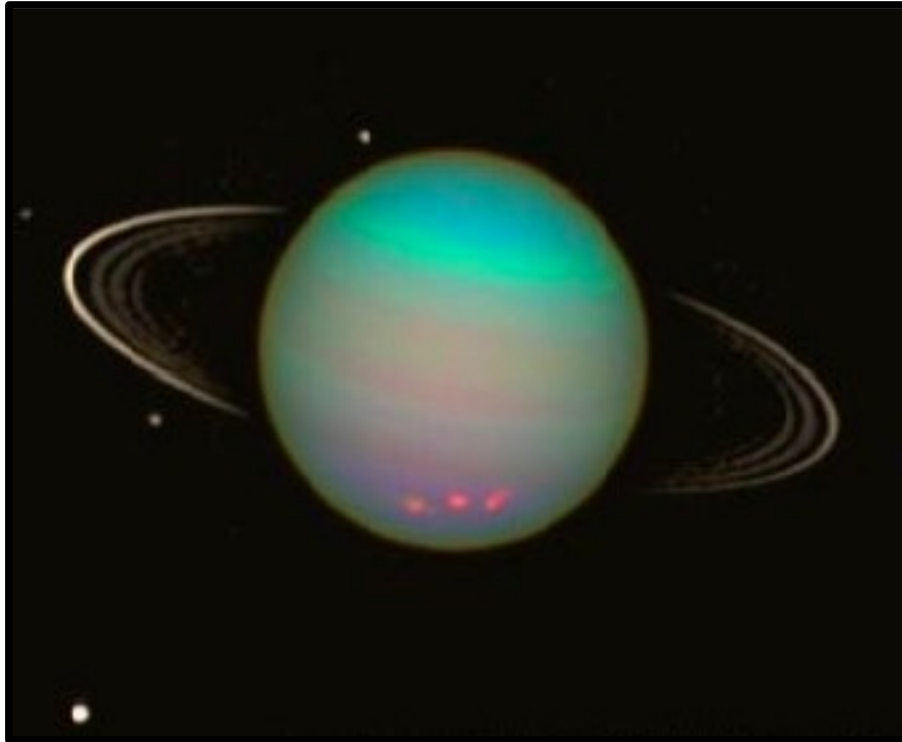


Masa:	5.684×10^{26} kg
Radio:	60 268 km
Distancia al Sol:	1 433 449 370 km
Periodo de rotación:	10.57 horas
Periodo orbital:	10 759.22 días
Número de Satélites:	~ 200
Gravedad en la superficie:	10.44 m/s^2
Temperatura promedio:	~ $-140 \text{ }^\circ\text{C}$

! La característica principal de Saturno es su llamativo sistema de anillos, formado principalmente de hielo, pequeños cuerpos rocosos y polvo. En una noche despejada y con la ayuda de un telescopio convencional es posible observar su sistema de anillos.



Urano

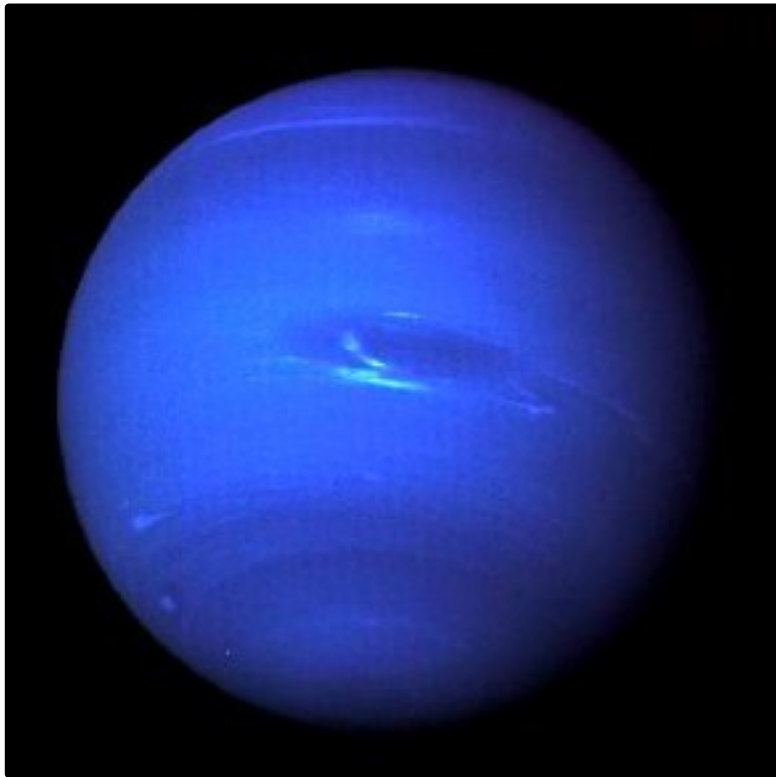


Masa:	8.681×10^{25} kg
Radio:	25 559 km
Distancia al Sol:	2 876 679 082 km
Periodo de rotación:	17.23 horas
Periodo orbital:	30 799.09 días
Número de Satélites:	27
Gravedad en la superficie:	8.69 m/s^2
Temperatura promedio:	$\sim -197 \text{ }^\circ\text{C}$

! Uranus has a system of rings, as Saturn does, but Uranus's are much harder to see. Perhaps Uranus's most interesting feature is the fact that its rotation axis is inclined by almost 90 degrees with respect to its orbit around the Sun.



Neptuno



Masa:	1.0243×10^{26} kg
Radio:	24 764 km
Distancia al Sol:	4 503 443 661 km
Periodo de rotación:	16.1 horas
Periodo orbital:	60 190 días
Número de Satélites:	13
Gravedad en la superficie:	11.15 m/s^2
Temperatura promedio:	$\sim -200 \text{ }^\circ\text{C}$

! Neptuno es el planeta más alejado del Sol y debido a esto, su periodo orbital es el más largo de todos. ¡Un año neptuniano equivale a casi 165 años terrestres!



Cometas y Asteroides



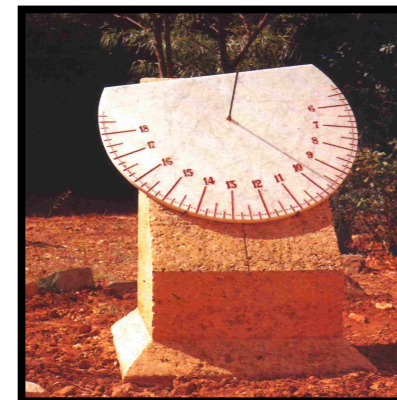
- Los cometas y asteroides son objetos menores que, al igual que los planetas, se encuentran orbitando alrededor del Sol y forman parte del sistema solar.
- Las diferencias principales entre cometas y asteroides son básicamente su composición química y el tipo de órbita alrededor del Sol.
- Los cometas tienen órbita muy elípticas y excéntricas
- Los cometas están constituidos principalmente de silicatos, hielo y algunos compuestos como metano y amoníaco. Estos materiales, en las cercanías del Sol se subliman y se ionizan provocando la famosa cola del cometa.
- Los asteroides son cuerpos rocosos o metálicos con masas menores a los planetas.
- La mayor parte de los asteroides en el sistema solar se encuentran orbitando dentro de una órbita entre Marte y Júpiter, denominado Cinturón de Asteroides.



2.1 El Sol



Reloj de Sol Ecuatorial



- Jugando con la sombra que el Sol proyecta sobre un objeto, es posible medir la hora del día sin tener que mirar un reloj de pared.
- Aprenderás a construir tu propio reloj solar con un trozo de papel y un lápiz, basándote en el movimiento aparente del Sol, que es seguido por la sombra del lápiz.

Edad	Desde 8 años (construcción de reloj solar) Desde 12 años (comprensión del principio de reloj solar)
Duración	~ 45 mins.
Tipo de Actividad	Experimentos / Creación
Material	<ul style="list-style-type: none"> - Plantillas de reloj solar (en los apéndices) - Tijeras - Lápiz - Cartulina y pegamento o celofán - Compás (para localizar las direcciones norte/sur)
Material opcional	<ul style="list-style-type: none"> - Globo terráqueo - Disco solar de papel



Objetivos de Aprendizaje

Contenido Conceptual

- Atribuir el movimiento periódico aparente de 24 horas del Sol y las estrellas a la rotación terrestre.
- Usar el movimiento periódico del Sol para medir la hora del día siguiendo la sombra del lápiz.

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Trabajar con ángulos - deducir que la latitud es el ángulo entre el suelo y el eje de rotación de la Tierra.
- Construir un instrumento con materiales simples.

Aptitudes

- Entender que instrumentos complejos y precisos pueden construirse con materiales simples.
- Ser consciente de la genialidad de las antiguas civilizaciones que diseñaron estos relojes.



Midiendo el Tiempo

- ¿Cómo podemos medir el tiempo? (sin un reloj de pulsera)
- Necesitamos observar un fenómeno que se repita a un ritmo constante, es decir, un *evento periódico*.
- El cielo nos da varios ejemplos: el día y la noche o el movimiento aparente del Sol y las estrellas. Como ilustración, la Fig. 1 muestra el movimiento del Sol a lo largo del día.
- Estos movimientos son aparentes y se deben a la rotación de la Tierra sobre su propio eje. Son periódicos porque la Tierra completa una rotación cada 24 horas.



Fig. 1

- ¿Cómo podemos usar el movimiento del Sol para construir un reloj?
- Podemos usar un palo (Fig. 2). A medida que el Sol parece moverse en el cielo, su sombra también se moverá durante el día. Podemos hacer marcas en el suelo a lo largo de la trayectoria del Sol para dividir la duración del día. Inténtalo tú mismo en el patio!
- ¿Cuál es el problema con un palo vertical? ¿Cómo se verá la sombra a medio día? Por esta razón, en esta actividad, inclinaremos el palo (ver página siguiente)
- **No mires directamente al Sol!**

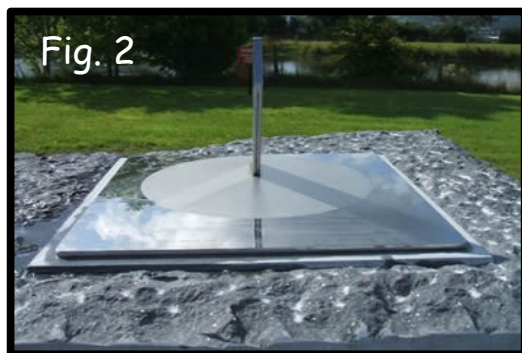


Fig. 2



Modelo de Papel del Reloj Ecuatorial

• Procedimiento:

Distribuir una plantilla del reloj solar (en los apéndices y al final de la actividad) a cada estudiante (o pareja de estudiantes). La plantilla se puede encontrar en los materiales adjuntos.

- Este reloj solar permite seguir la sombra de un palo inclinado. Presenta 12 marcas, una por cada hora del día. Dado que durante la noche no vemos el Sol, las 12 horas corresponden a la mitad del tiempo que tarda la Tierra en completar una rotación sobre su eje.

- Marca las horas como en la Fig. 3 (si usas la plantilla no marcada)

- Averigua la latitud de tu ciudad y sigue las instrucciones descritas en la plantilla.

- Con la ayuda de un compás, apunta el reloj solar hacia el norte (si te encuentras en el hemisferio norte)/sur (hemisferio sur). El lápiz debe estar perpendicular al lado que marca las horas. Para latitudes por debajo de 25° , ladea el lápiz usando un trozo de papel (Fig 5).

- Para que sea estable y duradero, pégalo en una cartulina.

• **Consejo para escuelas primarias:** Usa la plantilla sin horas marcadas. Dibújalas tú mismo y decora tu reloj solar personal!

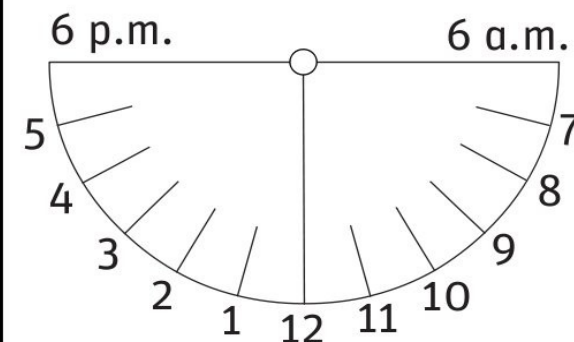


Fig. 3: lado de las horas

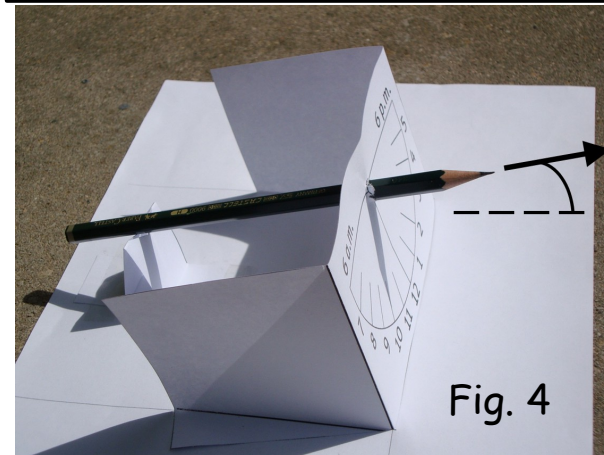


Fig. 4

South/North



¿Qué hora es?

• Analicemos:

- ¿Qué hora muestra el reloj solar ? ¿Es diferente del tiempo mostrado en tu reloj de pulsera ?
- El tiempo oficial es un producto de un Sol "ficticio" que se mueve en el cielo a una velocidad uniforme. Por el contrario, el "verdadero" Sol lo hace con pequeñas variaciones en el tiempo (debidas al hecho de que la órbita de la Tierra es ligeramente elíptica y su velocidad orbital varía como consecuencia).
- En algunos países, debido a su latitud no-ecuatorial, la hora oficial cambia durante el año para aprovechar al máximo la luz diurna. Se adelanta una hora en verano con respecto al sol.
- Nota que estas localizado a una longitud diferente de la usada oficialmente para determinar el tiempo de tu zona horaria.

- **Consejo para profesores:** Usa el globo terráqueo y el disco solar ya impreso para demostrar el movimiento aparente del Sol y la traslación de la Tierra alrededor del mismo.





¡Vamonos al polo!

• Analicemos (escuelas secundarias):

- ¿Porqué se llama nuestro reloj de Sol 'ecuatorial'? Para saber porqué, dibuja la orientación entre el lápiz y el lado del reloj marcado con las horas, con respecto al eje de rotación de la Tierra. Observa que el lápiz subtende un ángulo igual al ángulo de latitud relativo al suelo (usa la líneas plegables de latitud de la plantilla, mira la Fig. 5)

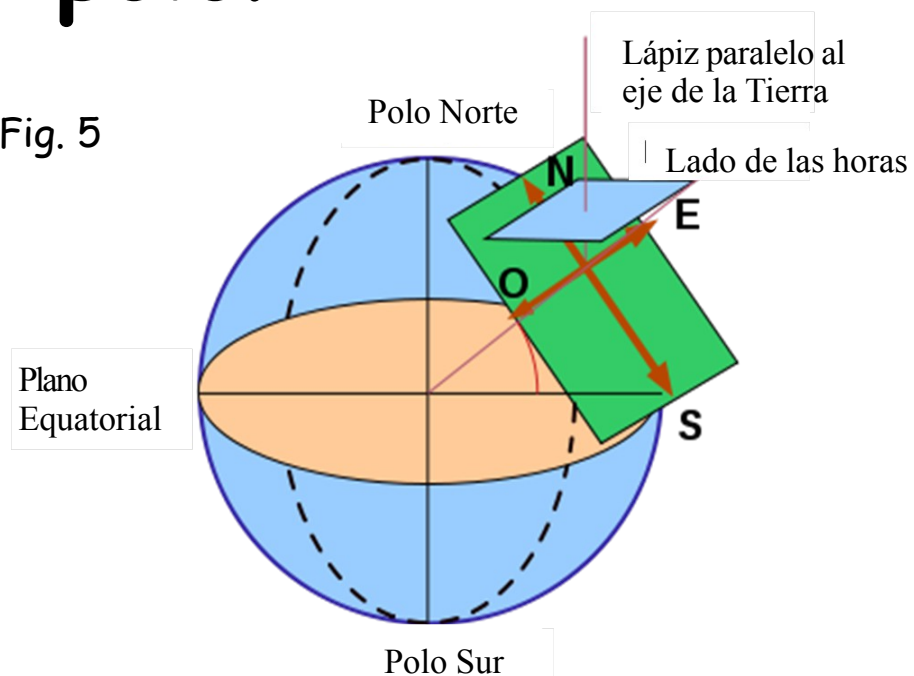
- ¿Cómo funciona el reloj ecuatorial de Sol?

- Imagínate a ti mismo viviendo en el polo norte/sur. Durante el verano, el Sol nunca se pone y da una vuelta completa a tu alrededor cada día!

- La sombra de un polo vertical se comporta por tanto exactamente igual que la aguja de un reloj, dando una vuelta completa en 24 horas, tal y como hace nuestro lápiz!

- Sin embargo, después del equinoccio de Otoño (estación de otoño e invierno) el Sol no vuelve a salir hasta el siguiente equinoccio de Primavera (Fig. 6).

Fig. 5





El Año Solar

- También podemos medir periodos más largos que un día, ya que la elevación del Sol y su trayectoria en el cielo durante el día cambian de una manera periódica a lo largo el año.
- Desde la Tierra parece que el Sol se mueve en el cielo durante el día. En realidad, lo que se mueve no es el Sol sino que es nuestro planeta el que gira sobre su propio eje (rotación) y se mueve alrededor del Sol (traslación orbital).
- Una vuelta completa de la Tierra sobre su eje define la duración de un día. Una órbita, o una revolución completa alrededor del Sol, define la duración de un año.
- Observando las variaciones en la trayectoria del Sol en el cielo a lo largo del año, es posible medir la duración del mismo, así como los cambios estacionales.



Fig. 6: En cada posición de la Tierra, la etiqueta superior indica el solsticio/equinoccio en el hemisferio norte, mientras que la etiqueta inferior se refiere al hemisferio sur.

- El eje de rotación de la Tierra está inclinado aproximadamente 23° con respecto al Sol (mira la Fig. 6). Por tanto, durante el verano/invierno en el hemisferio norte/sur esta parte del mundo está ladeada hacia el Sol: éste parece estar más alto y su trayectoria en el cielo es más larga (y de esa manera la extensión del día es mayor).

¿Cómo medían el Tiempo nuestros ancestros?

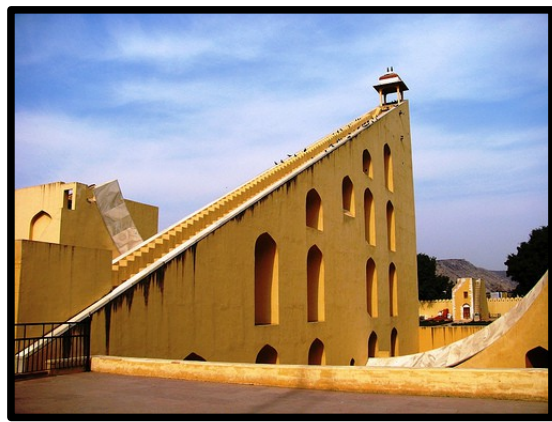


«Inti-watana» (El lugar donde se amarra el Sol), ciudad de Machu Picchu (siglo XV).



«Horca del Inka», observatorio solar más antiguo de America (siglo XIV antes de Cristo), Copacabana, Bolivia.

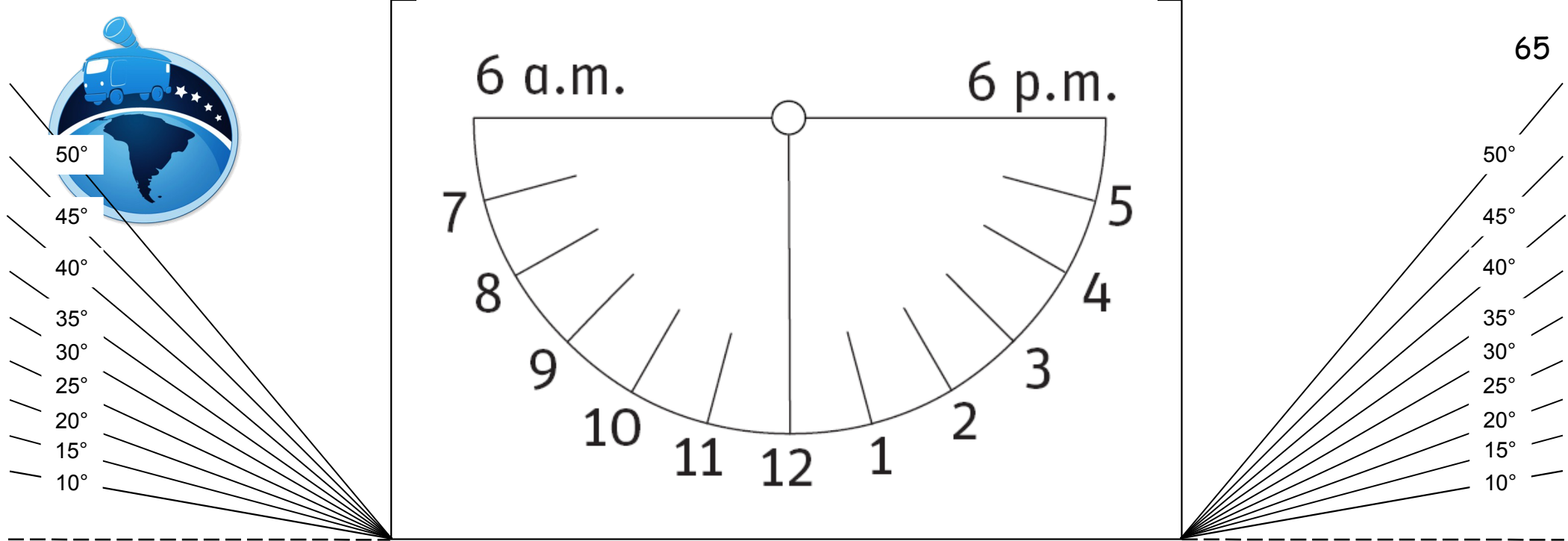
«Samrat yantra», 27m de altura, es el reloj solar más alto del mundo, Nueva Delhi, India (sobre 1730).



«Rigui», reloj solar ecuatorial en Beijing (600 años después de Cristo).

• Relojes de sol antiguos y observaciones solares

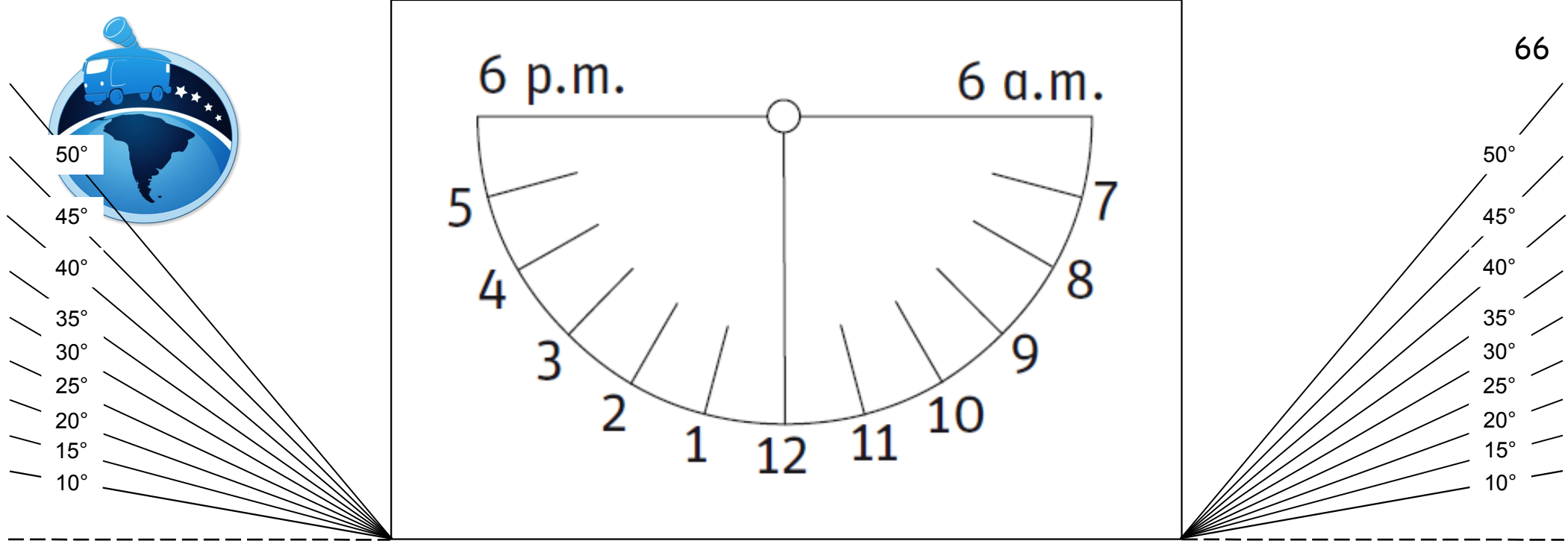
- El reloj de sol que has construido es muy similar a aquellos construidos por las civilizaciones antiguas en todo el mundo. Aún así sus relojes solares eran mucho más precisos (con una precisión de 2 segundos para el Samrat Yantra, mira arriba)!
- Algunas culturas arcaicas como los Tiwanakotas (1500 - 900 antes de Cristo) o los Incas (1438-1533 después de Cristo) también usaron observatorios solares para registrar los cambios periódicos en la elevación del Sol durante el año. Así eran capaces de dividir el año de acuerdo con los solsticios y los equinoccios, que también definían la cosecha, la fertilidad y los tiempos de festividad.



Plantilla para el Hemisferio Sur.

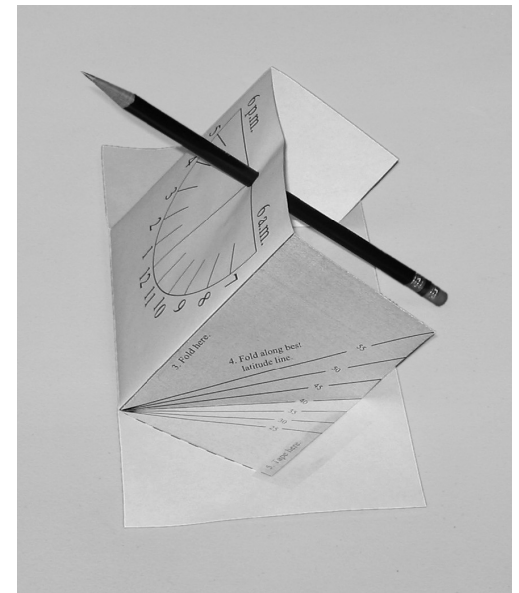
1. Corta el papel a lo largo de la línea de puntos. No cortes las líneas continuas!
2. Dobra la plantilla a lo largo de las líneas continuas horizontales que la dividen en dos partes externas.
3. Dobra los lados a lo largo de las líneas continuas verticales.
4. En las secciones laterales, selecciona la línea que marca la latitud más cercana a la tuya. Doble la lengüeta lateral seleccionada hacia el interior.
5. Pega el papel con cinta adhesiva o pegamento, como se muestra en la imagen.
6. Inserta un lápiz afilado en el pequeño círculo en mitad de la parte superior. Gira el lápiz mientras empujas. Retira el lápiz y colócalo nuevamente con la goma de borrar en primer lugar.





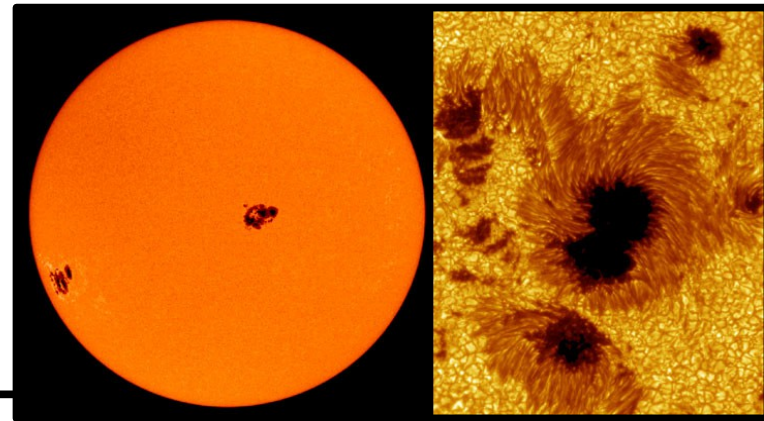
Plantilla para el Hemisferio Norte.

1. Corta el papel a lo largo de la línea de puntos. No cortes la líneas continuas!
2. Dobra la plantilla a lo largo de las líneas continuas horizontales que la dividen en dos partes externas.
3. Dobra los lados a lo largo de las líneas continuas verticales.
4. En las secciones laterales, selecciona la línea que marca la latitud más cercana a la tuya. Doble la lengüeta lateral seleccionada hacia el interior.
5. Pega el papel con cinta adhesiva o pegamento, como se muestra en la imagen.
6. Inserta un lápiz afilado en el pequeño círculo en el centro de la parte superior. Gira el lápiz mientras empujas. Retira el lápiz y colócalo nuevamente con la goma de borrar en primer lugar.





La Rotación del Sol



- La Tierra rota sobre su propio eje, y también los otros planetas - ¿y el Sol?
- ¡En esta actividad indagaremos y descubriremos que el Sol también rota sobre su propio eje!
- Para esto usaremos una técnica usada por astrónomos y por el mismo Galileo Galilei: ¡Siguiendo el desplazamiento de las manchas solares!

- Las manchas solares se encuentran en la superficie del Sol y se puede estudiar la rotación del Sol a través de sus desplazamientos.
- Utilizarán imágenes del Sol tomadas con satélites de última generación para medir el tiempo que tarda el Sol en dar una rotación completa, esto quiere decir su periodo de rotación. Para conocer más información sobre manchas solares se puede ver la actividad "Calculando el ciclo solar".

Edad	Desde 12 años
Duración	~ 90 mins para pasos 1 a 4, ~2h para la actividad completa
Categoría metodológica	Experimentos / Reflexión
Materiales (un conjunto para cada equipo de estudiantes)	<ul style="list-style-type: none"> - Dibujos de Galileo y mapa magnético ("Rotation Sun.pdf" en Apéndices) - 18 Imágenes del Sol (en Apéndices). - Regla - Lápiz - Una hoja de papel o una hoja de cálculo impresa (en Apéndices) - Calculadora
Material opcional	<ul style="list-style-type: none"> - Pelotas grandes (del tamaño de una pelota de fútbol, una por equipo) - Imágenes digitales SDO para '¡El Sol en tu ordenador!' (Apéndices)



Objetivos de aprendizaje

Contenido conceptual

- Justificar que el aparente desplazamiento de todas las manchas en la misma dirección se debe a la rotación del Sol al descartar otras hipótesis.
- Aplicar el concepto cinemático de la velocidad media midiéndolo en las imágenes, considerando que el vector velocidad es tangente a la trayectoria.

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Proponer hipótesis alternativas para un fenómeno: diferenciarlos entre ellos después de una examinación de datos cuidadosa.
- Encontrar un método propio para estimar el periodo de rotación del Sol basado en datos.
- Medir la rotación de un objeto al reconocer características en su superficie.
- Identificar fuentes de error en un experimento; distinguir entre medidas de error y suposiciones del modelo.

Actitudes

- Ver el Sol como un objeto celeste "vivo" y dinámico con un movimiento de rotación y características en su superficie que evolucionan.
- Captar el poder y las limitaciones (errores) de aplicar matemáticas simples para modelar fenómenos complejos.
- Darse cuenta que el trabajo en equipo permite que se analicen más datos y se obtengan resultados más precisos (promedios).



Descripción de la actividad

1) El rompecabezas de Galileo

El primer apartado de esta actividad trata sobre aumentar la curiosidad de los estudiantes a través del dilema histórico de Galileo y llevándoles a formular hipótesis que probarán con datos modernos.

- ¿Piensas que el Sol está rotando sobre su eje, como la Tierra, o está tranquilamente inmóvil?
- Intrigado por esta pregunta, Galileo Galilei fue uno de los primeros astrónomos en apuntar con un telescopio al Sol, en 1612 (precedido por Thomas Harriot y Johannes Fabricius). En la época de Galileo, la iglesia y la gente creía que el Sol era un objeto inmóvil, perfectamente impecable! Para su sorpresa, él observó manchas en el Sol, de las cuales realizó estos dibujos (Fig. 1).

Distribuir a la clase copias de los dibujos de Galileo para que las examinen (primera página del archivo "Rotation Sun.pdf" en Apéndices, debajo en Fig. 1).

- ¿Qué pasa con las manchas de un día para otro?
- El propio Galileo estaba perplejo sobre la naturaleza de estas manchas...



Nunca mires al Sol directamente sin protección o a través de un telescopio. Eso dañará tu visión para siempre. ¡Galileo casi se queda ciego por esta razón!

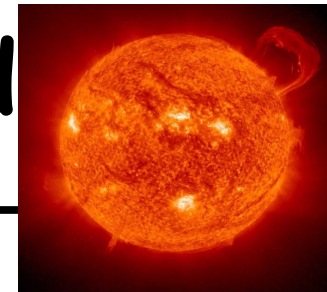
Sunspots drawn by Galileo, June 1612

Fig. 1





Descripción de la actividad



2) Formulando hipótesis

Una hipótesis es una explicación de porqué se produce un fenómeno hecha "a priori", en este caso sobre la naturaleza de las manchas y las causas de sus desplazamientos. Esto tiene que ser probado con experimentos y/o modelos.

Los estudiantes pueden dar con alguna de las siguientes hipótesis (ayúdenles si no llegan a ellas): H1 a H4.

Las manchas que vemos en el Sol son:

(H1) Asteroides surcando el espacio y que por casualidad pasan por delante del Sol, obstruyendo parte de su luz.

(H2) Pequeños objetos planetarios orbitando alrededor del Sol.

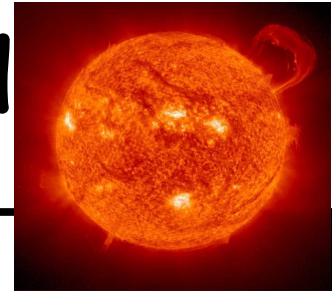
(H3) "Nubes en la atmósfera gaseosa del Sol.

(H4) Estructuras en la superficie del Sol que parecen en movimiento por que el Sol rota sobre si mismo.

Acercas de (H4): Los estudiantes pueden pensar que el desplazamiento de las estructuras en la superficie es debido al movimiento de la Tierra, desde donde observamos al Sol: ya sea debido a su movimiento de rotación (sobre su propio eje) o de translación (alrededor del Sol). Se puede descartar el efecto de la rotación de la Tierra usando el siguiente experimento: Haga que los estudiantes roten sobre sí mismos mientras se fijan en un rasgo característico de su cara, p. e.j. su nariz (o una marca en la pizarra o en un balón). Se darán cuenta que su roptación no puede provocar un desplazamiento de su nariz, así como la rotación de la Tierra no puede provovar un desplazamiento de las manchas en la superficie del Sol. Aunque la el movimiento de translación tiene un efecto (ver Apartado 7) su duración es tan corta (365 días) para compararla con el movimiento más rapido de las manchas (dibujos de Galileo, iapróx. 3 días!).



Descripción de la actividad



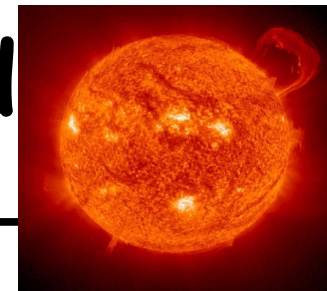
3) Probando hipótesis con datos

- Para probar estas hipótesis, se necesita examinar el Sol en gran detalle por un gran número de días. Se usarán imágenes del Sol tomadas en Enero de 2013 por satélite de observación solar más novedoso (Solar Dynamics Observatory, SDO, NASA/ESA).
- Divida los estudiantes en equipos de 2 a 4 participantes y distribuya a cada equipo las impresiones de las 18 imágenes de SDO (en Apéndices).
- Sugiera a los estudiantes que empiecen colocando todas las imágenes en frente de ellos en orden cronológico.
- ¿Cómo usarán estas imágenes para diferenciar entre las hipótesis (H1) a (H4)?
- Dé a los estudiantes algún tiempo para pensar mientras examinan las imágenes. Como pista, dígalos que se centren en seguir el movimiento de las diferentes manchas y que comprueben si se mueven de la misma manera.
- ¿En qué dirección se mueven las manchas? ¿Es el mismo caso para todas? (Sí, se mueven de izquierda a derecha).
- ¿Cómo puede esta observación ayudarnos a diferenciar entre nuestras hipótesis (H1-H4)?

Guíe a los estudiantes con los siguientes argumentos: (H1) es poco probable porque los asteroides pasarían una vez por delante del Sol, mientras que observamos nuevas manchas entrando por el disco solar desde la izquierda cada día. (H1-H2) son también poco probables porque las manchas parecen cambiar de forma (incluso en los dibujos de Galileo). (H1-H3) son poco probables porque si las manchas fueran asteroides, pequeños planetas o nubes no habría ninguna razón para que se movieran en la misma dirección (esperaríamos movimientos aleatorios). **La explicación más plausible es por tanto (H4): el Sol rota y las manchas son rasgos característicos de su superficie.**



Descripción de la actividad



4) Averiguando como estimar el periodo de rotación

Esta parte de la actividad trata sobre estimular la creatividad de los estudiantes y la comprensión intuitiva del proceso de medir el periodo de rotación. Esto debería facilitar las siguientes partes que involucran cálculos.

- Ahora que estamos seguros de que el sol rota, como científicos nos gustaría cuantificar el tiempo que se necesita para dar una rotación completa, esto es el "periodo de rotación", que es una propiedad intrínseca de todos los objetos que rotan.
- Desafie a los equipos a que lleguen a sus propias ideas o estrategias sobre como determinar el periodo de rotación (en "días terrestres) y obtener una estimación basada en las imágenes de SDO.
- Pista: Para hacerlo más fácil, diga a los equipos que solo presten atención a la fecha de las imágenes (no a la hora).
- Pregunte a los diferentes grupos que expliquen su método a la clase y que hagan una lista en la pizarra.

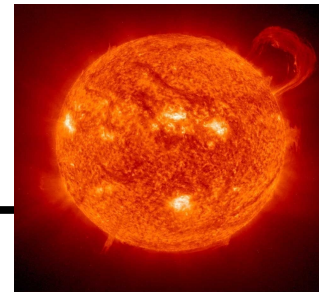
La mayoría de las veces, seguirán una mancha moviéndose a través del disco completo (o la mitad) y multiplicarán el numero de días que le tomó por 2 (o 4 respectivamente). Sus resultados pueden variar entre 24 y 32 días...

- ¿Cómo puede explicar los diferentes resultados obtenidos?

Esta discusión debería hacer que los estudiantes se den cuenta de que su método solo da estimaciones crudas. Ellos pueden olvidar tener en cuenta el tiempo que la mancha toma desde que sale del borde izquierdo (donde la mancha es invisible) hasta su primera posición (o desde su última posición visible al borde derecho). Pero incluso si tienen esto en cuenta, puede que solo se hayan estimado el tiempo a grosso modo añadiendo 1 o 2 días extras. Finalmente, aumente la atención de los estudiantes de la naturaleza gaseosa del Sol y la posibilidad de que todas las manchas no roten a la misma velocidad (ver Apartado 7).



Descripción de la actividad



5) Calculando el periodo de rotación

Este apartado mostrará dos métodos para calcular el periodo de rotación: métodos (a) que es demasiado simplista porque asume que el Sol es plano y (b) que involucra un modelo esférico más realista del Sol. El método (a) permite a los estudiante deducir que el Sol no es plano pero dependiendo del tiempo que tenga se lo puede saltar.

Método (a)

- Asumamos que las manchas se desplazan a lo largo de un camino recto en las imágenes del Sol y que su velocidad de desplazamiento "v" [en cm/día] es constante: ¿cómo calcularía el periodo de rotación T si conciera v?

Dé a los equipos algún tiempo para que lancen ideas, permitiéndole comprobar si los estudiantes conocen la relación entre velocidad, distancia recorrida y tiempo transcurrido. Si se conoce la velocidad constante de un objeto, se puede determinar el tiempo que le toma recorrer cierta distancia usando la definición de velocidad (media) como la distancia recorrida sobre un tiempo transcurrido. En nuestro caso, una manchavija una distancia total sobre el disco solar, d (que asumimos recta), en la mitad del periodo de rotación, T/2. Por tanto:

- Para conocer v, tenemos que medirla: ¿cómo medirías la velocidad v de una mancha en las imágenes?

$$v = 2d / T \rightarrow T = 2d / v$$

Dé a los estudiantes algún tiempo para pensar en cómo aplicar la definición de velocidad en sus imágenes.

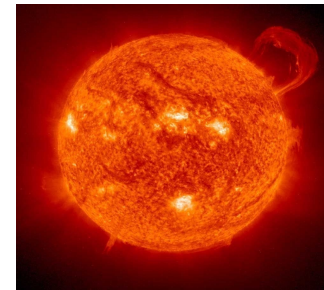
Necesitarán medir el cambio de la posición de una mancha entre dos imágenes, $x_2 - x_1$, y dividir por el intervalo de tiempo (en número de días) entre dos imágenes $t_2 - t_1$:

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Para medir x_2 y x_1 tendrán que elegir un origen. Puede ser tanto la línea vertical central del eje de coordenadas ($X = 0$, línea roja wn Fig. 2), o los bordes izquierdo o derecho del Sol.



Descripción de la actividad



5) Calculando el periodo de rotación

Método (a)

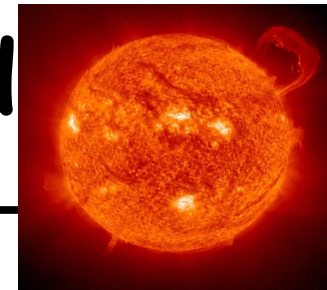
A tener en cuenta del método: En vez de razonar a partir de la definición de velocidad, los estudiantes pueden estar más cómodos usando la proporcionalidad entre la distancia recorrida y el tiempo transcurrido para generalizar el razonamiento intuitivo desarrollado en el apartado 4) en una fórmula. Si una mancha recorre la anchura total del disco solar (distancia d en Fig. 2) en la mitad de un periodo de rotación $T/2$ ($d \leftrightarrow T/2$), recorrerá medio disco en un tiempo igual a medio periodo ($\frac{1}{2} d \leftrightarrow \frac{1}{2} T/2$), etc... Ellos pueden deducir que la relación entre cualquier distancia recorrida $x_2 - x_1$ (por una mancha entre dos imágenes) y el ancho del disco solar es igual a la relación del tiempo transcurrido $t_2 - t_1$ con la mitad del periodo de rotación:

$$\frac{x_2 - x_1}{d} = \frac{t_2 - t_1}{T/2}$$

Teniendo en cuenta que la velocidad de una mancha v es $v = x_2 - x_1 / t_2 - t_1$, ellos recuperan la misma fórmula que en la página anterior. Si los estudiantes razonan de esta manera, muéstreles que al asumir esta proporcionalidad entre la distancia recorrida y el tiempo transcurrido, ellos han asumido una velocidad de desplazamiento constante de las manchas.



Descripción de la actividad



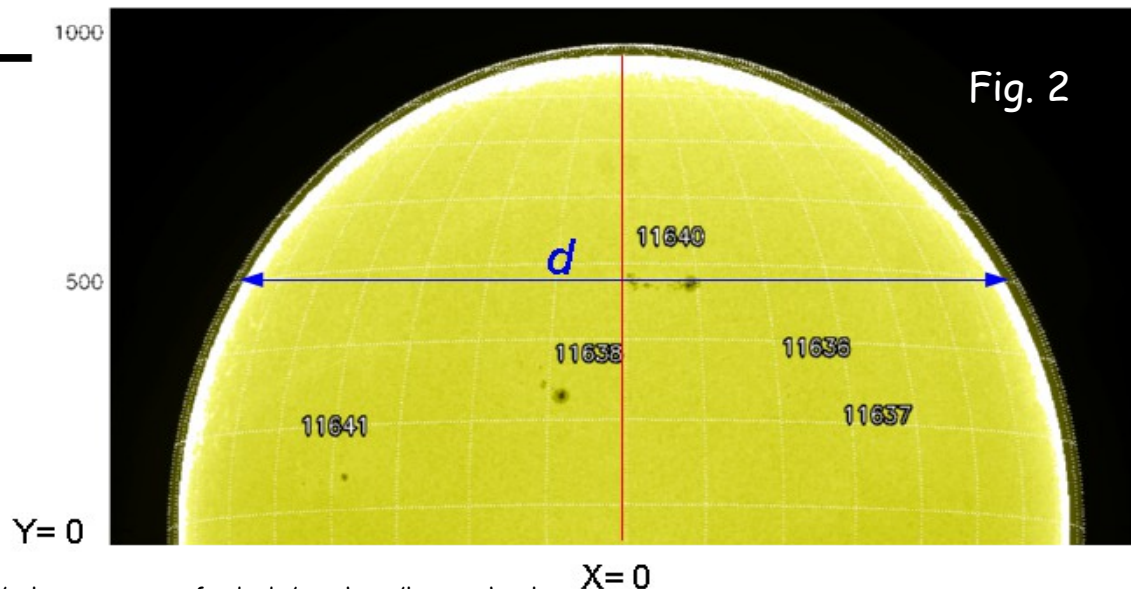
5) Calculando el periodo de rotación

Método (a)

- Dejemos que cada equipo elija una mancha, mida, v , d , y calcule el periodo de rotación T (opcionalmente entregue la ficha para rellenar, en Apéndices). Asegurese que los equipos elijan diferentes manchas.
- Mientras los estudiantes toman sus medidas, verifique como miden d . Las manchas localizadas en diferentes distancias Y (coordenadas verticales en la imagen) desde el Ecuador del Sol (línea horizontal $Y=0$) recorrerá diferentes distancias d porque el Sol es más ancho en el Ecuador. Asumiendo que las manchas se mueven en un camino recto d es el ancho del disco solar en el punto Y de la mancha (ver Fig. 2). Entienda que los estudiantes pueden caer en la cuenta en este punto que el camino de las manchas en las imágenes no es estrictamente recto debido a que el Sol es esférico (lo que tendremos en cuenta en el Método (b)).

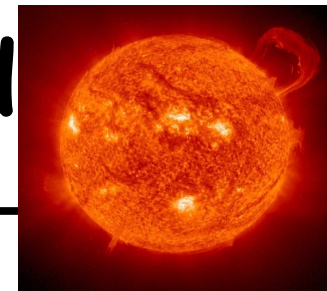
La distancia total d recorrida por una mancha (aquí la mancha 11640) a través del disco solar puede ser medida como la distancia de una línea recta horizontal que atraviesa la mancha desde el borde izquierdo hasta el derecho del Sol.

Nota: se debería parar la medida en las parte más blancas de los bordes del Sol, no en sus extremos.





Descripción de la actividad



5) Calculando el periodo de rotación

Método (a)

- ¡Comparemos ahora los resultados de nuestros cálculos! ¿Que obtienen para el periodo de rotación T ?

Los estudiantes se sentirán decepcionados al darse cuenta de los valores obtenidos son significativamente más pequeños (entre 17 y 24 días) que sus estimaciones previas (entre 26 y 30 días).

- ¿Por qué ocurre esto? ¿Es correcta nuestra suposición de que la velocidad de desplazamiento es constante? ¿Cómo lo podemos comprobar?

• Guie a los estudiantes a mirar a dos imágenes de días consecutivos, una vez cuando una mancha esté cerca del centro del disco y otra cuando la mancha esté cerca del borde. Los estudiantes notarán que en un día, la mancha recorre una mayor distancia cuando está cerca del centro que cuando está cerca de los bordes.

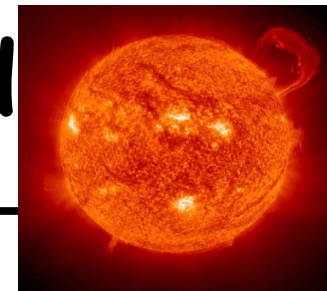
- Detengamonos a pensar en lo que hemos hecho: Para poder obtener una formula para el periodo de rotación, hemos creado una imagen mental del Sol en nuestra imaginación. Esto es lo que se llama un "modelo". Para hacerlo lo más sencillo posible, un modelo siempre se basa en suposiciones - aquí las manchas se desplazan en línea recta a una velocidad constante. **Si estas suposiciones son incorrectas, introducirán errores en los cálculos - hablamos entonces de "errores del modelo"**. Esto se debe distinguir de errores de medida, que tienen que ver con la manera en que medimos, la precisión de nuestros instrumentos (regla), etc...

Al asumir un desplazamiento en línea recta a velocidad constante, ¡hemos modelado el Sol como un objeto plano! Pero al comprobar que su velocidad no es constante, hemos comprobado que este no es el caso.

- ¿Qué forma tiene el Sol?



Descripción de la actividad



5) Calculando el periodo de rotación

Método (b)

- Para ir más allá de nuestras crudas estimaciones del periodo T (ver apartado 4 de la actividad), estableceremos un método para calcular T . Para esto, se necesita construir en nuestra imaginación una noción de cómo es el Sol y cómo rota - lo que llamamos un "modelo". ¿Qué forma tiene el Sol y cómo una mancha se movería en el Sol?

- Si tiene pelotas grandes, repártalas a los equipos para que jueguen con ellas y anímeles a que hagan muestras de l camino de las manchas en el Sol durante una rotación completa.

Para construir un modelo realista pero simple a la vez, asumiremos que el Sol se un curpo perfectamente esférico* rotando a un ritmo constante, haciendo que una mancha se mueva a una velocidad constante en la superficie del Sol.

* Esto no es realmente el caso, porque un objeto que rota tiende a hacerse más ancho por el centro (fuerzas centrífugas).

- Suponga que conoce la velocidad constante v a la que se mueve la mancha en la superficie, ¿cómo puede determinar el tiempo que le tomará para dar una vuelta completa alrededor del Sol, esto quiere decir el periodo de rotación del Sol?

Se necesita conocer la longitud L del camino recorrido por la mancha durante una rotación completa, entonces aplicar la definición de velocidad (promedio) como la distancia recorrida por el tiempo transcurrido: $v = L/T \rightarrow T = L/v$

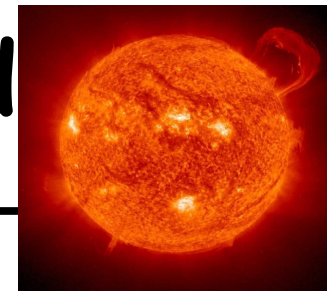
Entonces al medir L y v , podemos calcular T . Por supuesto, no podemos medir físicamente la velocidad de una mancha en la superficie solar pero se puede medir L y v en las imágenes (en cm y cm por día, respectivamente).

- Primero, desafíe a los equipos a determinar la forma geométrica del camino cerrado seguido por una mancha a medida que el Sol rota y cómo calcular la longitud L de este camino.

Ellos deberían encontrar $L = \pi d$, donde d es el ancho del disco solar pasando a través de la mancha (cf. Fig. 2).



Descripción de la actividad



5) Calculando el periodo de rotación

Método (b)

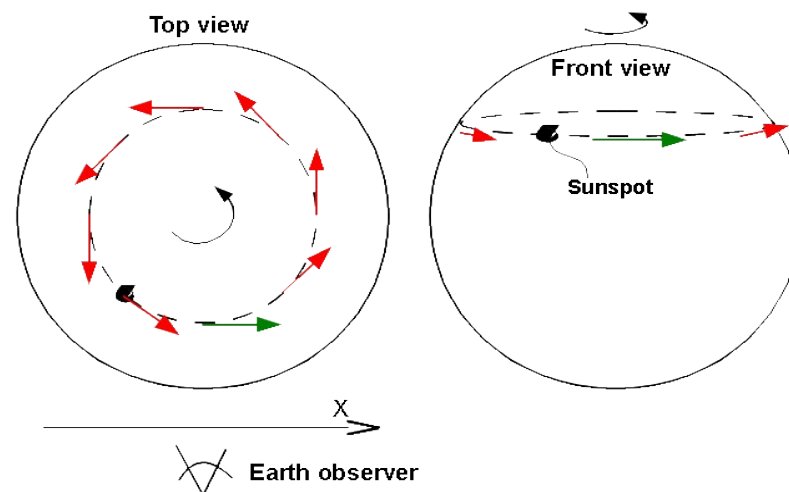
- Entonces, pregunte a los equipos como medirían la velocidad v de las manchas.

Usando la definición de velocidad promedio entre dos puntos $v = (x_2 - x_1)/(t_2 - t_1)$ requiere que los dos puntos estén en el camino del objeto. La dificultad es que no podemos medir la velocidad directamente en el camino circular de la mancha porque solo vemos las imágenes en un plano. Sin embargo, eligiendo juiciosamente dos imágenes, podemos hacer una medida aproximada de v .

- ¿Qué imágenes debería elegir para medir v ? ¿Donde las manchas están más cerca del centro o de los bordes del disco?

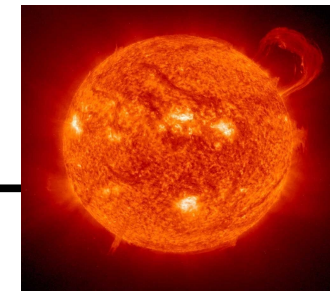
Anime a los estudiantes a visualizar el problema haciendo esquemas como en la Fig. 3.

Fig. 3 : Los estudiantes pueden, por ejemplo, dibujar una visión aérea del Sol con el camino circular de una mancha y superponer los vectores de velocidad (de amplitud constante) a lo largo del camino (izquierda). Pueden hacer lo mismo para una vista de frente (como la vería un observador desde la Tierra). El vector de velocidad verde es el único que es paralelo al plano de la imagen (representado por el eje X).





Descripción de la Actividad



5) Calculando el periodo de rotación

Método (b)

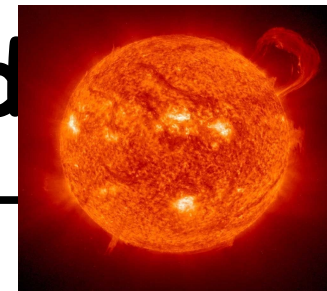
Los estudiantes se deben dar cuenta que un observador solo será capaz de muy medir el desplazamiento y la velocidad de la mancha a lo largo de su camino cuando el vector velocidad es paralelo al plano de la imagen (vector verde en Fig. 3), el cual es el caso cuando la mancha está más cerca del centro del disco. Desde el punto de vista del observador, el desplazamiento de la mancha cerca de los bordes aparecerá más corto (ver flechas rojas cortas en la parte derecha de la Fig. 3) y la velocidad subestimada.

- Pregunte a los equipos, ¿si las dos imágenes que elegirán para medir x_1 y x_2 deben ser cercanas en el tiempo (dos días consecutivos) o lejanas?
- Debido a que solo pueden medir la velocidad promedio entre 2 puntos y a que el vector de velocidad de la mancha está cambiando de dirección constantemente a lo largo del camino circular, tendrán que usar imágenes que estén cercanas en el tiempo.
- Cuando los equipos estén preparados, déles un número de mancha diferente a cada uno y deje que tomen las medidas y calculen T (opcionalmente pueden llenar las tablas de los Apéndices).

Para medir x_2 y x_1 ellos tendrán que elegir un origen. Puede ser tanto la línea entrante vertical del eje de coordenadas ($X = 0$, línea roja en Fig. 2), o los bordes izquierdo o derecho del Sol. Para medir con precisión el intervalo $t_2 - t_1$ entre 2 imágenes consecutivas pueden hacer uso del tiempo escrito en la parte superior de las imágenes (por ejemplo 22:00:07) No todas las imágenes han sido tomadas a la misma hora del día, así que algunas pueden que no estén separadas exactamente por 1 día (24 horas). Por ejemplo, las imágenes del 1 y 2 de Enero fueron tomadas a las 19:00 y a las 22:00, entonces $t_2 - t_1 = 27\text{h} = 1,13 \text{ days}$.



Descripción de la Actividad



6) Analizando los resultados

- ¡Compartamos nuestros resultados!
- Haga una lista en la pizarra de los periodos T calculados por todos los equipos junto con el número de mancha (los valores de T deberían variar entre 25 y 29 días).
- Compara las diferencias entre todos los periodos calculados con las primeras estimaciones que hicimos antes de los cálculos: ¿cuáles te parecen más precisas?

Todavía hay diferencias de varios días entre algunos equipos.

- Para animar a los estudiantes, enseñe que ocurre si ponemos todos los resultados juntos y hacemos un promedio.

Al promediar los resultados, se debe

obtener un valor cercano al valor

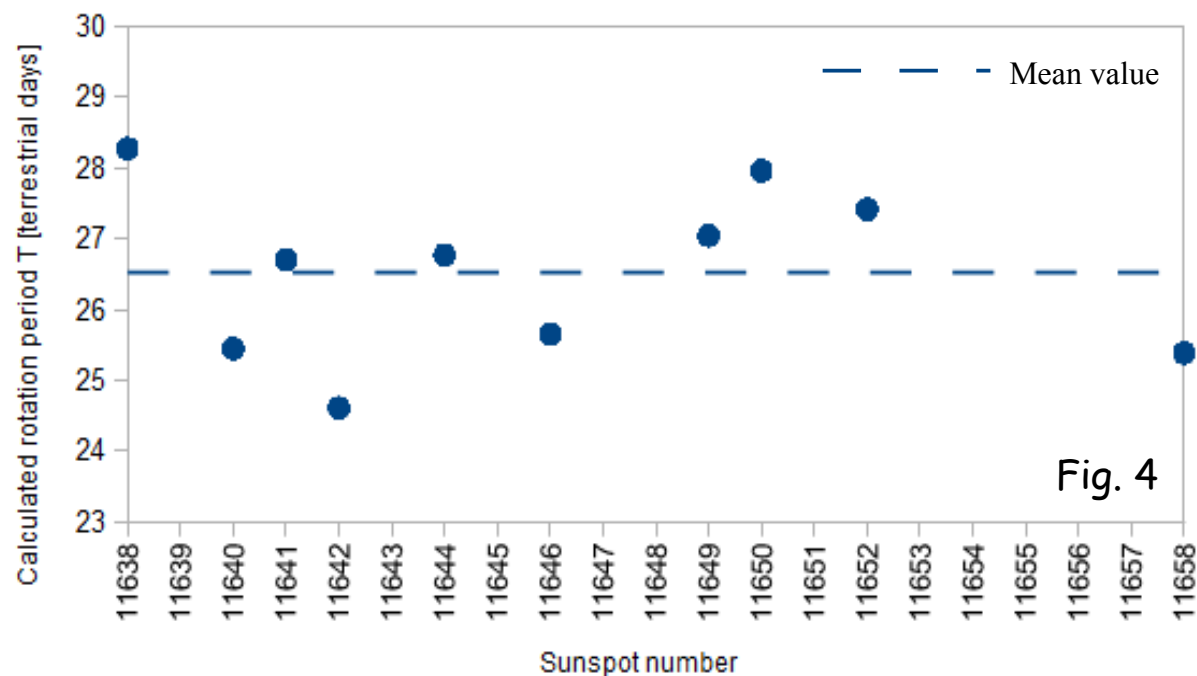
promedio que miden los científicos

(que es 26,24 días en el ecuador).

¡Este es el poder del trabajo en equipo!

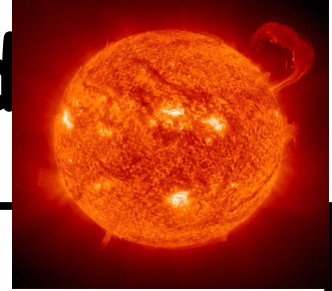
- Si tiene acceso a un ordenador, puede hacer una gráfica como la Fig. 4.

La hoja de cálculo "Analysis.ods" en los Apéndices contiene las medidas de T usando el método (a) y el método (b) para la mayoría de manchas en las imágenes.





Descripción de la Actividad



7) Discutiendo los resultados

- Primero, consideremos el "significado" del periodo de rotación promedio que acabamos de obtener. ¿De verdad esto representa el tiempo que tarda el Sol en dar una rotación sobre sí mismo, o depende de la perspectiva del observador? Reflexiona sobre el hecho de que las imágenes fueron tomadas desde la Tierra, que gira alrededor del Sol.

- Debido a que no hemos tenido en cuenta el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, todo lo que podemos decir es que visto desde la Tierra, un rasgo de la superficie del Sol completa una rotación alrededor del Sol en alrededor de 26 días terrestres (que es el llamado periodo de rotación "sinódico"). Aún así, debido a que la Tierra orbita al Sol en la misma dirección en la que el Sol gira (ver Fig. 5), este periodo de rotación visto desde la Tierra es mayor que el periodo de rotación del Sol visto por un observador "estático", que es de alrededor de 24 días (el llamado periodo de rotación "sideral").

¿Cuáles son los periodos de rotación de otros planetas en días terrestres, definiendo así la duración de un día en esos planetas? Puede ver la actividad "Tu peso en otros planetas".

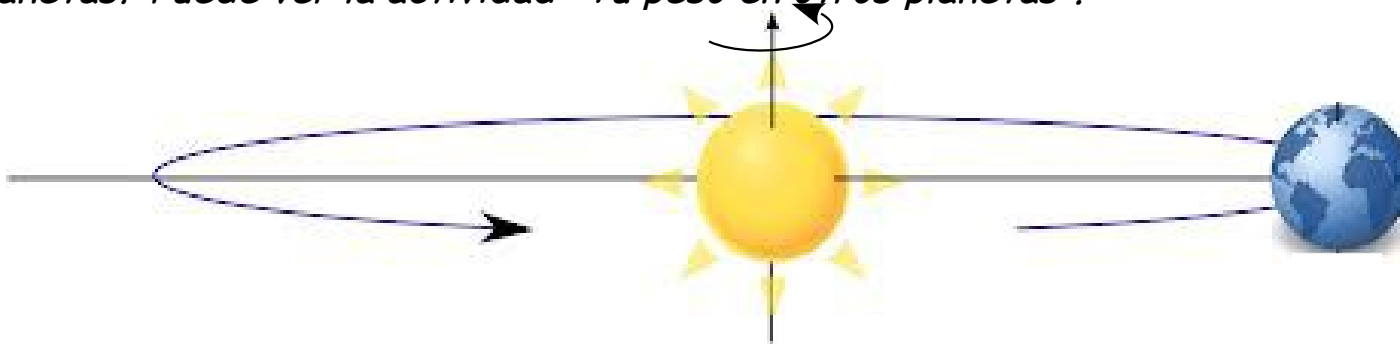
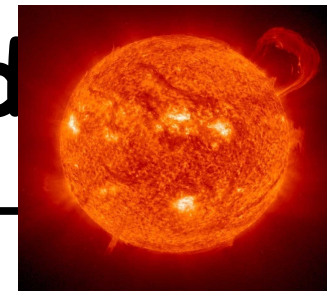


Fig. 5



Descripción de la Actividad



7) Discutiendo los resultados

Para los científicos, como los detectives, es crucial discutir porque no se obtiene una sola respuesta "verdadera" a nuestra pregunta. Debido a su naturaleza experimental y teórica, la ciencia nunca da una respuesta única porque tanto los instrumentos como nuestras mentes no son máquinas perfectas. Así que consideremos varias explicaciones para las discrepancias.

- ¿Por qué todos los valores de T no son iguales? ¿Cómo se pueden explicar las diferencias entre las medidas?
Reflexiona sobre como se tomaron las medidas y las suposiciones de nuestro modelo.

- La explicación más obvia son **los errores de medida, los cuales tienen que ver con la forma que medimos las cosas.** Aquí tienes que usar una regla para medir d , x_1 y x_2 pero tu regla solo tiene una precisión de $\pm 0,5$ mm (graduación de 1 mm). Como persona, también tienes una "precisión", por ejemplo al poner la regla más o menos horizontal, y este error se sumará al error de la regla!

- **Una fuente de errores más sutil tiene que ver con el modelo detrás de nuestros cálculos.** Hemos asumido que todas las manchas tardan el mismo tiempo en dar una vuelta alrededor del Sol, como si estuvieran sujetadas rígidamente en una bola sólida. ¿Que es lo que crees sobre el Sol: es realmente sólido? Los científicos han demostrado que el periodo de rotación cerca de los polos es mayor (hasta 38 días) que en el ecuador (sobre 26 días), un fenómeno llamado "rotación diferencial". Aún así, no será posible que encuentres esto en tus datos porque la mayoría de las manchas están cercanas al ecuador (ver gráfica "T vs. γ " en "Analysis.ods").

- ¿Que piensas sobre las manchas? Sabemos que están en la superficie del Sol pero, ¿son rígidas? ¿Cómo lo puedes saber mirando las imágenes?

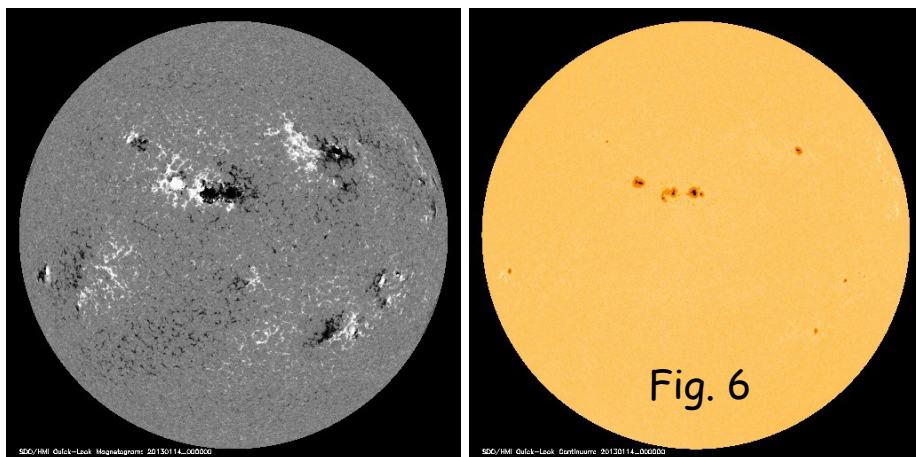
Las manchas solares no son rígidas. Cambian de forma y se pueden disolver. Sin embargo, sobreviven alrededor de un mes. ¿Qué tipo de fuerza evita que se disuelvan durante ese tiempo?



La naturaleza magnética de las manchas solares

La naturaleza de las manchas fue un misterio hasta 1905, cuando un astrónomo () fue capaz de detectar la presencia de campos magnéticos intensos en la superficie solar. Hoy en día, satélites como SDO están equipados con instrumentos especiales para detectar la presencia de campos magnéticos en el Sol y medir su intensidad* .

*al estudiar la luz emitida por el Sol, cuyas propiedades (polarización) son alteradas por campos magnéticos .



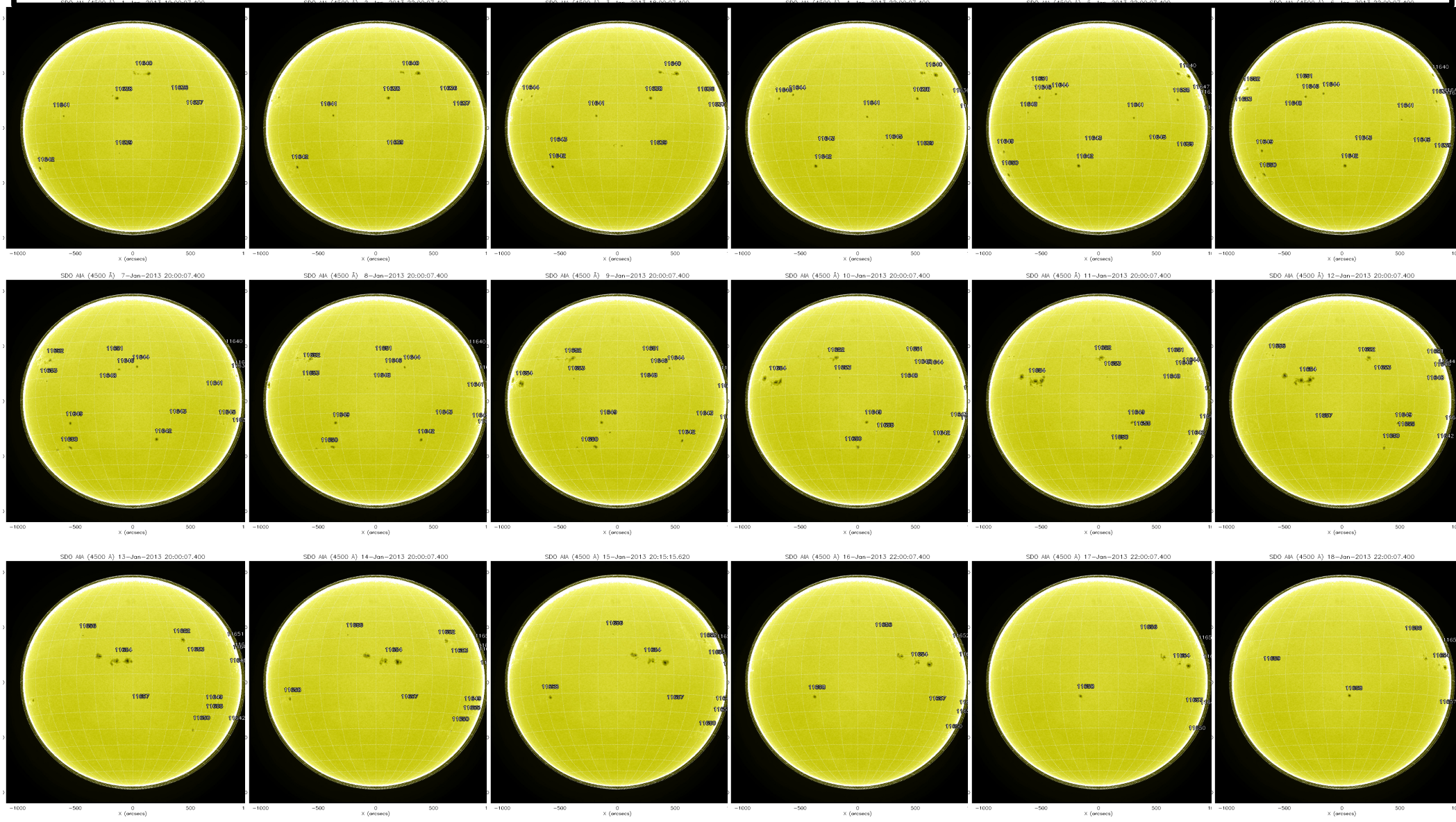
•Distribuya las imágenes SDO "SDO_magneticSun.pdf" (para imprimir de los Apéndices, aquí Fig. 6) a los equipos. La imagen en blanco y negro en la izquierda es un mapa magnético de la superficie solar: todas las zonas blancas y negras son zonas con campos magnéticos intensos.

- Compare el mapa magnético con la imagen normal de la superficie: ¿qué se puede deducir?

! Las manchas solares coinciden con la presencia de campos magnéticos intensos en la superficie solar, los cuales tienden a agruparse en parches antes de alejarse (disolución de manchas solares). Estos campos son también responsables de la apariencia oscura de las manchas. La elevada temperatura de la superficie solar ($\sim 6000^{\circ}\text{C}$) hace que los átomos se rompan haciendo que la materia esté en la forma de un gas cargado (un plasma). Debido a que los campos magnéticos desvían el movimiento de las partículas cargadas, el calor transportado por gas solar caliente no puede fluir hacia la región de la mancha. Estas regiones entonces se enfrían (sobre $1.000\text{-}2.000^{\circ}\text{C}$ menos que el resto de la superficie) y por tanto son más oscuras en contraste con el brillo de la superficie solar. Las manchas solares son **dinámicas y evolucionan con el campo magnético, desaparecen y su número puede variar** (ver también la actividad "Calculando el ciclo solar").

Imágenes SDO

Estas imágenes fueron tomadas por el satélite SDO orbitando la Tierra en el periodo 1-18 de Enero del 2013. Cada grupo de manchas es numerado para seguirlos más facilmente. Se pueden descargar imágenes más recientes o viejas en: <http://www.solarmonitor.org>. Para más información visite: <http://sdo.gsfc.nasa.gov/>





¡El Sol en tu ordenador!



Esta es una extensión de la actividad que usa el software SalsaJ.

SalsaJ puede ser encontrado en los apéndices o descargado desde <http://www.euhou.net>

• **El tamaño y la "oscuridad" de las manchas solares** (Necesitará las imágenes FITS de SDO de los Apéndices.)

- Abra el archivo 'saia_04500_fd_20130113_200007.fits'



- Escoja una mancha solar y haga un zoom en ella hasta que vea que la imagen se compone de pequeños cuadrados. Estos son los "píxeles" o "elementos de imagen", en el que cada es grabado por un pequeño elemento del detector del satélite (el detector es de hecho una formación de estos elementos pequeños).



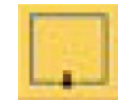
- Aléjese (Ctrl -) y mida el diámetro del Sol dibujando una línea con la herramienta seguida por 'Analyze -> Measure': eso le dará la 'Longitud' de su línea en número de píxeles. Sabiendo que el diámetro real del Sol es de 1.391.000 km, calcula el ancho de un píxel en Km.



- Ahora puede medir el tamaño de una mancha solar en píxeles y en kilómetros: ¿cuál es su tamaño?

Nota: ¡También puede medir el periodo de rotación del Sol directamente en su ordenador usando este aparato de medida en vez de la regla en el papel!

- Seleccione un área rectangular que contenga varias manchas solares con la herramienta



- Haga un gráfico de superficie con 'Analyze-> Surface plot'. El eje vertical indica (en unidades arbitrarias) el brillo en la superficie solar.

- ¿Se da cuenta como el brillo cae en las manchas solares? ¿Por qué ocurre esto? (porque las manchas solares tienen menor temperatura que sus alrededores) ¿Cae hasta cero?

- ¿Tienen las manchas solares diferentes brillos mínimos (profundidad del pico)? ¿Puede encontrar una relación entre el tamaño de la mancha solar y su brillo mínimo?

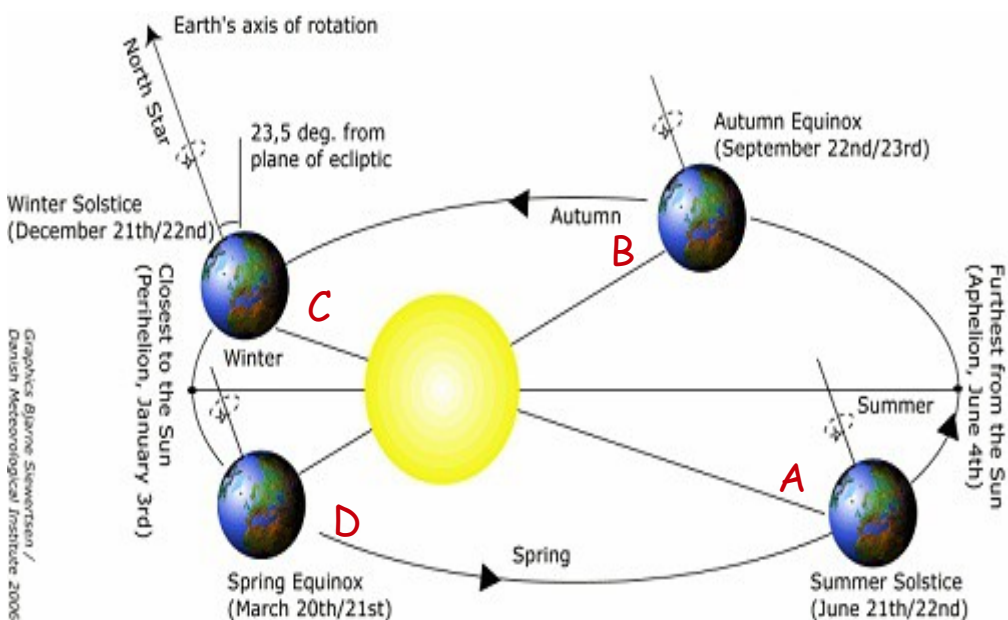


2.2 Los Planetas



La Órbita de la Tierra

- Los planetas no están estáticos en el Universo! Ellos giran continuamente alrededor de sus ejes, y giran (en sentido de movimiento) alrededor del Sol siguiendo caminos que son llamados "órbitas".
- En esta actividad, los estudiantes se sentirán como detectives al investigar la siguiente pregunta: ¿Cuál es la forma de la órbita que sigue a la Tierra alrededor del Sol?
- Para averiguar las respuestas posibles, los alumnos tomarán medidas en imágenes de satélite del sol.



Edad	desde los 10 años (Parte 1) Desde los 14 años (Parte 2)
Duración	~ 60 minutos para la Parte 1 ~ 45 minutos para la Parte 2
Categoría Metodológica	Experimentos / Investigación
Materiales (para cada grupo de alumnos)	- 1 hoja de papel y un lápiz - regla - 4 imágenes del Sol (en Apendix)
Material Opcional	- calculadora (Parte 2, opcional) - cono de papel y banda elástica - Globo terráqueo



Objetivos de Aprendizaje

Contenido conceptual

- Justificar que la órbita de la Tierra es poco probable que sea circular porque la distancia entre el Sol y la Tierra varía en el transcurso del año.
- Matemáticas: definir una elipse y distinguirla de un círculo; definir su excentricidad.
- Relacionar el tamaño aparente de un objeto dado con su distancia; asociar el tamaño aparente de un objeto a su ángulo de visión; Aplicar este concepto a cálculos simples (recuperar una distancia conociendo el ángulo en radianes).
- Establecer que las estaciones en la Tierra no existen porque la Tierra está más cerca o más lejos del Sol, ya que la variación de la distancia Sol-Tierra en el curso del año es muy pequeña.

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Desarrollar un método científico de hipótesis y comprobación: (1) formular una hipótesis; (2) diseñar un test basado en observaciones y datos; (3) tomar mediciones; (4) sacar conclusiones de las evidencias.
- Pensamiento crítico--considerar explicaciones alternativas.
- Interpretar una fórmula (excentricidad de la elipse) tomando en cuenta los casos límites (correspondientes a las excentricidades mínimas y máximas).

Actitudes

- Sentirse empoderados para utilizar el método de hipótesis y comprobación para investigar otros fenómenos.
- Darse cuenta de que la investigación científica no conduce a una única explicación "verdadera" pero que restringe (y eventualmente descarta) explicaciones posibles.



Descripción de la Actividad

Parte 1: Órbita elíptica

1) El problema y su contexto:

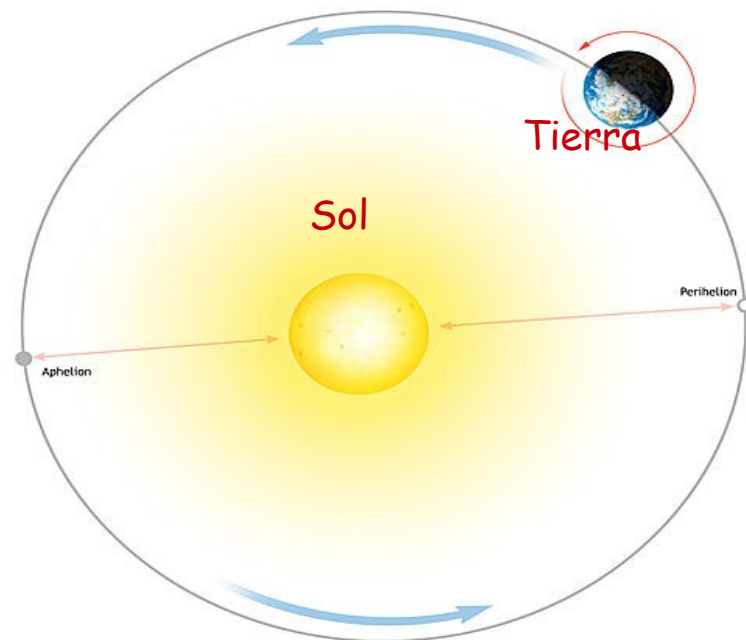
Coloque los alumnos en el contexto de los astrónomos del siglo XVII. Gracias a las observaciones de Galileo sabemos que la Tierra y todos los planetas giran alrededor del Sol (véase la actividad "Construyendo un modelo heliocéntrico"). La próxima misión a investigar es: *¿Qué tipo de órbitas siguen?*

Observando atentamente el movimiento de la Luna y los planetas en el cielo, incluso sólo con los ojos, los astrónomos fueron capaces de obtener algunas pistas. Sabían que las órbitas debían ser "lisas" (sin sobresaltos o esquinas) porque los movimientos de la Luna y los planetas no cambian bruscamente.

Hoy en día, podemos utilizar imágenes de satélite del Sol para investigar la forma de la órbita de la Tierra: esta será tu tarea!

Una **órbita** es una trayectoria que sigue un cuerpo celeste alrededor de otro, bajo la influencia de la fuerza gravitacional.

Figura 1a: La órbita de la Tierra alrededor del Sol y la rotación de la Tierra



SCIENCEPHOTOLIBRARY

! Cada cuerpo celeste está animado por dos movimientos: **revolución** y **rotación**

Revolución es el acto de seguir una órbita alrededor de otro cuerpo celeste, no debe ser confundido con **rotación** que significa girar en torno a un eje.



Descripción de la Actividad

Parte 1: Órbita elíptica

3) Formulando hipótesis:

Una hipótesis es una respuesta supuesta a la pregunta que queremos investigar. Podemos probar nuestra hipótesis con un experimento para ver si es falso o plausible (es muy difícil demostrar que una hipótesis es "verdadera" porque hay explicaciones a menudo alternativas)!

- ¿Cuál es la hipótesis más simple que podríamos hacer aquí? - ¡Que la órbita de la Tierra es un círculo con el Sol en el centro!

- ¿Cómo usarías estas 4 imágenes para poner a prueba esta hipótesis?

Una vez más deje a los equipos pensar durante un tiempo. Guíelos a la idea que **una órbita circular alrededor del Sol implica una distancia constante entre la Tierra y el Sol y por lo tanto un constante tamaño aparente del Sol**. Puede, por ejemplo, dibujar un círculo en la pizarra atando un trozo de tiza a una cuerda (distancia constante). Compruebe que también entienden la relación entre la distancia y tamaño aparente (puedes hacerlos predecir cómo podría variar su tamaño aparente si se aleja de ellos. Pueden utilizar su pulgar hacia arriba como referencia).

4) Planificar y realizar mediciones

-¿Cómo se mide el tamaño aparente del Sol?

Deje a cada equipo descubrir su propia manera de estimar el tamaño aparente del Sol para que sientan sus mediciones como propias (con las reglas, pueden medir la distancia a través del disco solar, o el diámetro más grande, o algún promedio entre la vertical y horizontal, etc.). En un papel, anoten sus medidas junto con la fecha para cada imagen. Intenten dibujar la que debería ser la forma de la órbita de la Tierra.



Descripción de la Actividad

Parte 1: Órbita elíptica

2) Examinación de la información:

Formar equipos de 2 a 4 alumnos y distribuir las 4 imágenes del Sol tomadas por el satélite Yohkoh (ver al final y en los apéndices) a cada equipo.

- Primero examinemos estas 4 imágenes del Sol. ¿Cuándo fueron tomadas? ¿Ves alguna diferencia?

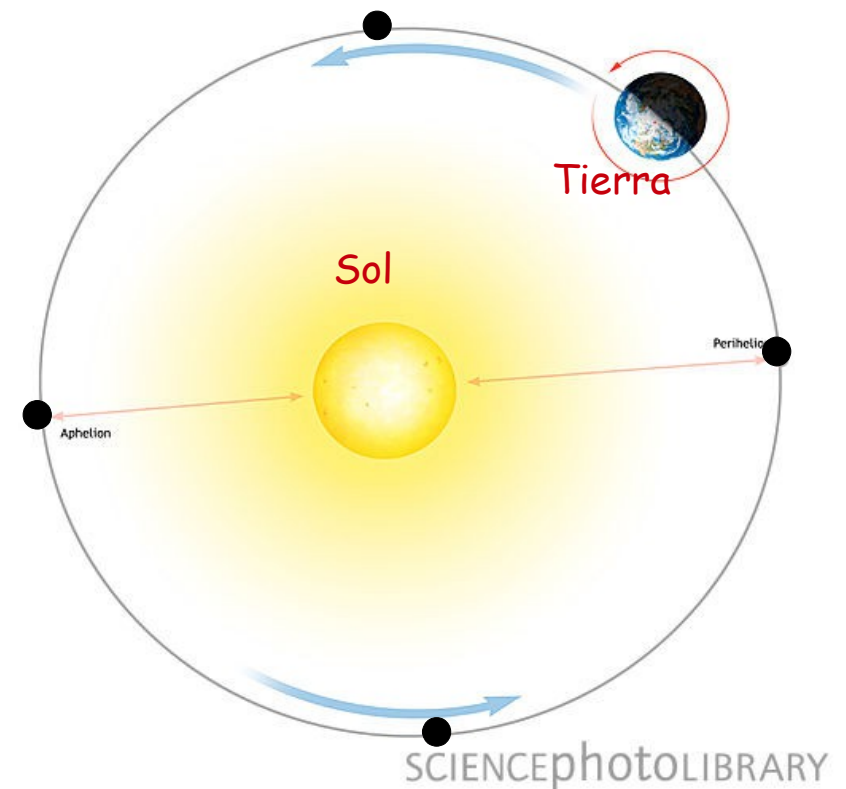
Cada una de ellas está separada por 3 meses, correspondientes a 4 puntos equidistantes en la órbita de la tierra (puedes hacer un dibujo como la Figura 1b y hacerlos colocar los puntos).

- ¿Cómo crees que podemos usar estas 4 imágenes para investigar la forma de la órbita de la Tierra?

Deje que los equipos piensen durante 5 minutos e interactúe con ellos para ofrecer orientación con sus ideas.

- Para comenzar nuestra investigación, lo que hacemos a menudo en ciencia es formular una *hipótesis*...

Figura 1b: La órbita de la Tierra y los 4 puntos correspondientes a las imágenes





Descripción de la Actividad

Parte 1: Órbita elíptica

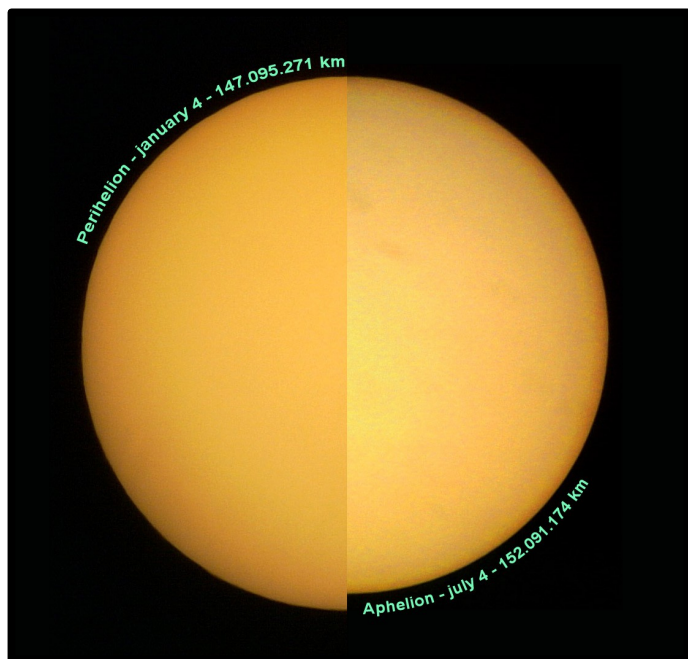


Figura 2: El Sol en el afelio (cuando la Tierra está más alejado del Sol) y perihelio (cuando la Tierra está más cercana al Sol). (Foto tomada por Enrique Luque Cervigón)

5) Comparar y analizar los resultados:

- Compartamos nuestros resultados: es el tamaño aparente del Sol el mismo en las 4 imágenes ?

Pida a los equipos explicar a la clase cómo ellos midieron el diámetro del Sol y qué encontraron. Escriba los resultados en la pizarra.

- ¿Por qué crees que los resultados difieren entre los equipos?

Haz que los alumnos reflexionen sobre los "errores de medición" inducidos por la manera de medición y precisión de la regla.

- ¿Podemos explicar la diferencia entre el diámetro aparente medido en Julio y Enero con los errores de medición?

No, porque esta diferencia es más grande que el error de medición (+/- 1 mm).

- ¿Cuál es la conclusión más directa sobre nuestra hipótesis?

El menor diámetro aparente del Sol en Julio en comparación con Enero indica que el Sol está más lejos de nosotros en Julio que en Enero. Por lo tanto... probablemente podemos descartar nuestra hipótesis!



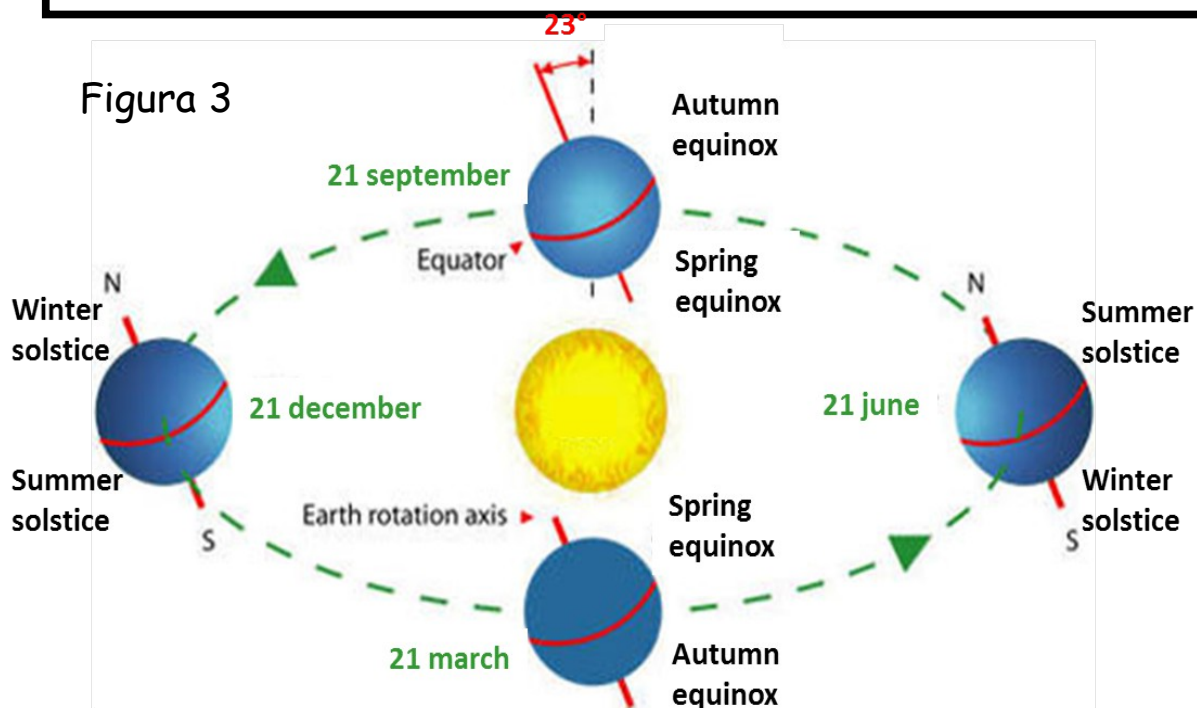
Descripción de la Actividad

Parte 1: Órbita elíptica

!! Evite los conceptos erróneos sobre las estaciones !!

- ¿Crees que las estaciones del año son debido a la variación de la distancia del Sol a la Tierra durante el año, que es el hecho de que estamos más cerca del Sol en el perihelio que en el afelio? ¿Por qué?

iNo! Si fuese ese el caso deberíamos tener las mismas estaciones en el hemisferio norte y sur. No es el caso: cuando es invierno en el hemisferio norte es verano en el sur.



Las estaciones existen por la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano orbital (eclíptica) de $23,5^\circ$, no a la distancia Sol-Tierra. Durante el verano en el hemisferio norte/sur, esa parte de la Tierra está inclinada hacia el Sol y se inclina lejos del Sol durante el invierno.

• **Consejos para el Maestro:** puedes demostrar este efecto pegando una banda de temperatura (para bebés, disponibles en las farmacias) en un planeta Tierra e inclinándolo hacia una antorcha.



Descripción de la Actividad

Parte 1: Órbita elíptica

6) Considerar explicaciones alternativas:

- ¿Podemos estar seguros de que hemos descartado nuestra hipótesis inicial? ¿Qué otros efectos o errores podrían también explicar las variaciones de las medidas del diámetro aparente?

Deja que los alumnos propongan alternativas o que piensen en las siguientes posibilidades:

(1) La órbita terrestre *es* circular con el Sol en el centro pero *el Sol varía el tamaño!* La investigación solar moderna ha demostrado que el Sol de hecho sufre oscilaciones (y por lo tanto la variación de diámetro), pero no lo suficiente para explicar nuestras observaciones.

(2) El instrumento del satélite podría haber introducido *errores en las imágenes* (a través de problemas técnicos como, por ejemplo, una degradación del sistema óptico con el tiempo). Siempre se deben considerar tales errores instrumentales, pero en este caso es poco probable explicar que mediríamos una variación de diámetro similar cada año. Hay que tener en cuenta que la distancia entre el Sol y el satélite desempeña un papel insignificante aquí (la variación de la distancia del satélite es del orden del diámetro de la Tierra, 12'000 km, mucho menor que la distancia Sol-Tierra media de cerca de 150'000'000 km.)

(3) La órbita terrestre *es* circular, pero *el Sol está ligeramente apartado del centro*, de tal forma que la Tierra está más cerca de él en enero. Esto fue un rompecabezas por mucho tiempo para el astrónomo Johannes Kepler, ya que estaba convencido de que la órbita debía ser circular (por razones religiosas y filosóficas, el círculo era considerado "perfecto")...

(4) *La órbita terrestre no es circular* y tiene otra forma.

Para discriminar entre (3) y (4), los astrónomos tomaron muchas más observaciones (mucho antes de que existiera el satélite) y los compararon con modelos matemáticos de órbitas basados en leyes físicas.



¿Qué es una elipse?

- El matemático y astrónomo Johannes Kepler (1571-1630) fue el primero en calcular que las órbitas de los planetas no son circulares sino elípticas. Más tarde, el inglés filósofo y matemático Isaac Newton (1643-1727) demostró que órbitas elípticas son debido a la fuerza de gravedad, la fuerza de atracción que ejercen cuerpos masivos el uno al otro.
- Geométricamente, una elipse es una curva cerrada que resulta al cortar un cono por un plano (véase Figura 4): Si el plano es perpendicular al eje de simetría del cono, obtenemos un círculo, de lo contrario una elipse.

- **Conserjos para el Maestro:** puede ilustrar la elipse a los alumnos de una manera sencilla utilizando un cono de papel y una goma elástica. Al colocar la goma horizontalmente y mirando desde arriba, verán un círculo. Si lo inclina, producirá una elipse (Figura 5).

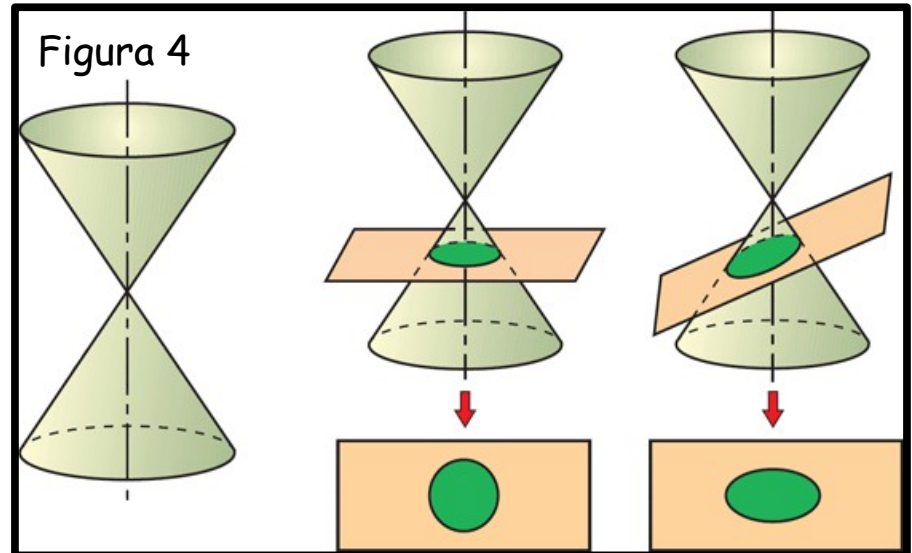
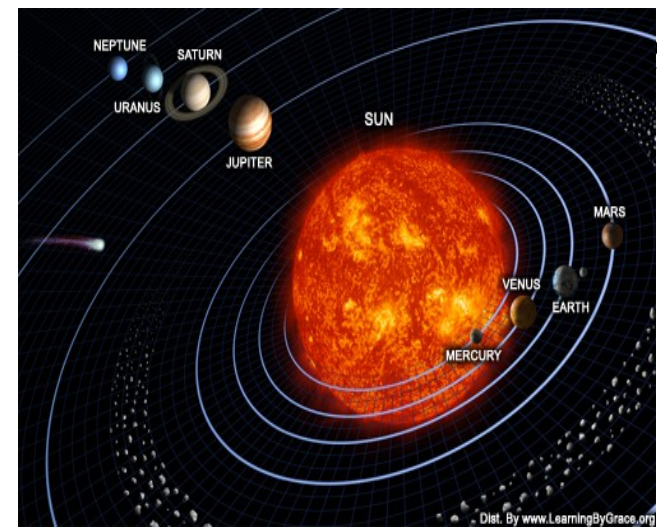


Figura 5

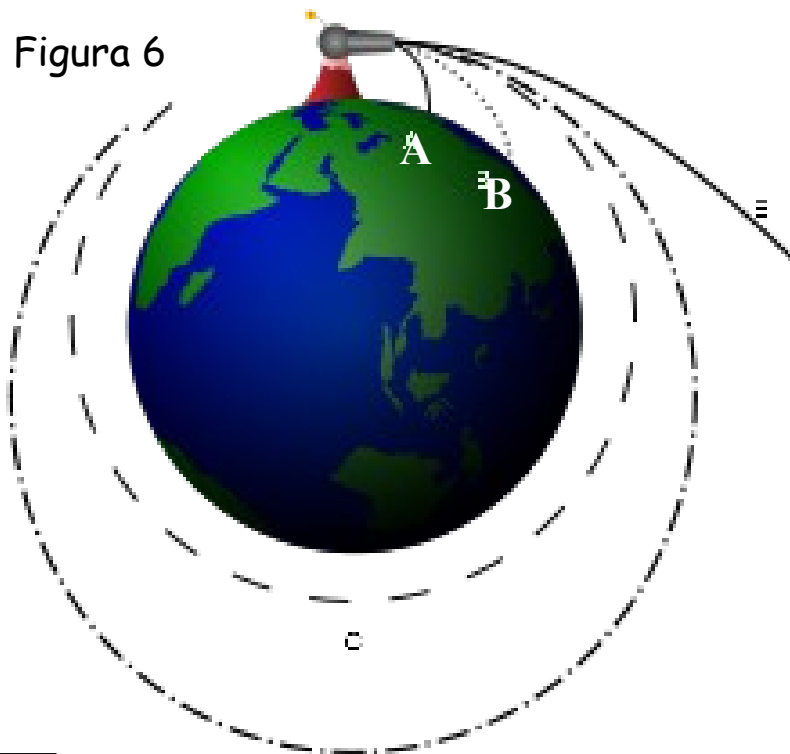




¿Por qué las órbitas son elípticas?

Para explicar por qué gravedad da lugar a órbitas elípticas, vamos a hacer el mismo "experimento mental" que hizo Newton. Tales experimentos mentales (experimentos sólo podemos realizar con nuestra imaginación) son la base para la modelización teórica de la naturaleza - lo que los físicos teóricos hacen!

Figura 6



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Newton_Cannon.svg

El experimento mental de Newton funciona para *todos los cuerpos* que giran en torno a otro: desde una nave espacial alrededor de la Tierra hasta planetas alrededor del Sol.

- Imagina una montaña tan alta que su cumbre está por encima de la atmósfera. Ahora imagina que hay un cañón que dispara balas en sentido horizontal.
- Si la velocidad inicial es pequeña (A), la trayectoria es curva y la bala cae al suelo.
- Al aumentar la velocidad, la bala caerá al suelo más lejos y a una mayor distancia del cañón (B).
- **Si disparas con la velocidad adecuada, la trayectoria de la bala curvará tanto como la superficie de la Tierra y la nunca caerá al suelo (C). La bala estará en una órbita perfectamente circular.**
- Si aumentas la velocidad de disparo todavía más, se producirán **órbitas elípticas** (D). El punto más lejano de la órbita es en el lado opuesto de la Tierra desde el cañón y se llama **afelio**. El punto de la órbita que es más cercano al cuerpo atrayente se llama **perihelio**.



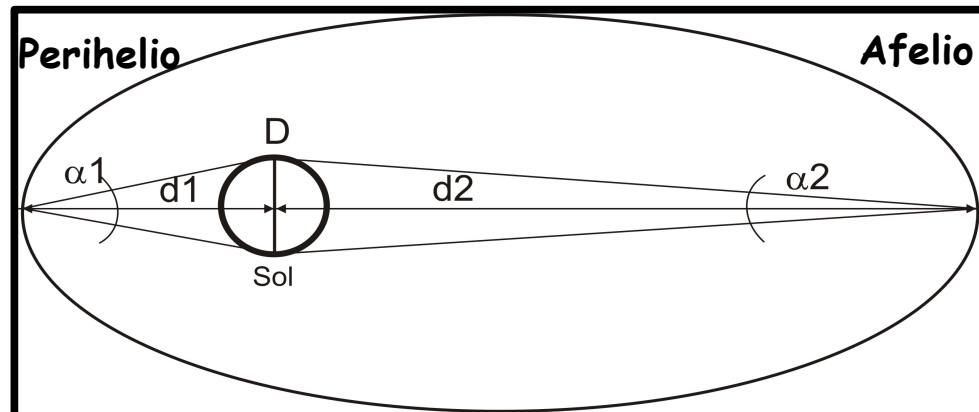
Descripción de la Actividad

Parte 2: Excentricidad

Figura 7

Ahora mediremos cuán lejos de nosotros está el Sol en afelio relativo al perihelio, es decir, cuán alargada órbita de la Tierra es.

Los estudiantes primero deberán estar familiarizados con la relación entre el tamaño aparente, el ángulo de visión y la distancia (véase abajo).



• ¿Cómo podemos nosotros definir/medir el grado de alargamiento de una órbita?:

- Supone que sabías que las distancias del Sol a la Tierra en el perihelio (d_1) y en el afelio (d_2): ¿Cómo definiría/mediría cuán alargada es una órbita?
- Deje que los alumnos salgan con sus propuestas, por ejemplo adoptando un cociente d_1/d_2 .
- Por convención, el grado de alargamiento o excentricidad se define como la diferencia de distancia Sol-Tierra entre perihelio y afelio, $d_1 - d_2$, en relación con la distancia total $d_1 + d_2$: $e = |d_1 - d_2| / (d_1 + d_2)$. *Ten en cuenta que esta fórmula es una definición: es resultado de una elección convencional (podimos en principio haber escogido otra definición, por ejemplo la relación d_2/d_1) y no es dependiente de las leyes de la física. Sin embargo al interpretar esta definición, veremos que esta definición tiene sus ventajas.*



Descripción de la Actividad

Parte 2: Excentricidad

Interpretando la definición de excentricidad:

- Vamos a darle sentido a la fórmula de excentricidad:

¿Cuál es la excentricidad de un círculo perfecto?

¿Cuál es el valor máximo de excentricidad que una elipse puede tener según esta definición?

Un círculo perfecto de hecho es un caso especial de una elipse con una excentricidad 0. No es alargada.

Una excentricidad de 1 corresponde a una elipse alargada infinitamente donde $d1 \ll d2$, por lo que $d1-d2 \sim d1+d2 \sim d2$. Por lo tanto, los valores de e pueden variar entre 0 y 1. ¿No es una hermosa definición?

- Ahora calculemos la excentricidad de la órbita terrestre. Necesitará la siguiente información: el diámetro real del sol es: $D = 1.4 \times 10^6$ km. Cada centímetro de la imagen corresponde a un ángulo de 0,0009 radianes (véase la página siguiente "tamaño aparente y la distancia").

Para obtener las distancias al perihelio y afelio $d1$ y $d2$, podemos calcular primero los ángulos de visión correspondientes a los diámetros aparentes en perihelio (10,5 cm) y afelio (10,2 cm).

Conociendo el diámetro real del sol, entonces podemos convertir estos ángulos en $d1$ y $d2$.

$$\alpha_1 = 10,5 \text{ cm} * 0,0009 \text{ rad} = 0,0095 \text{ rad} \quad \rightarrow \quad d_1 = D/\alpha_1 = 1,47 * 10^8 \text{ km}$$

$$\alpha_2 = 10,2 \text{ cm} * 0,0009 \text{ rad} = 0,0092 \text{ rad} \quad \rightarrow \quad d_2 = D/\alpha_2 = 1,52 * 10^8 \text{ km}$$

Aplicando la fórmula de excentricidad $e = |d_1 - d_2| / (d_1 + d_2)$ nos da $e = 0.0167$, or 1.67%



Descripción de la Actividad

Parte 2: Excentricidad

Analícemos:

- ¿Que opinas sobre la excentricidad de la órbita de la tierra: es grande o pequeña?

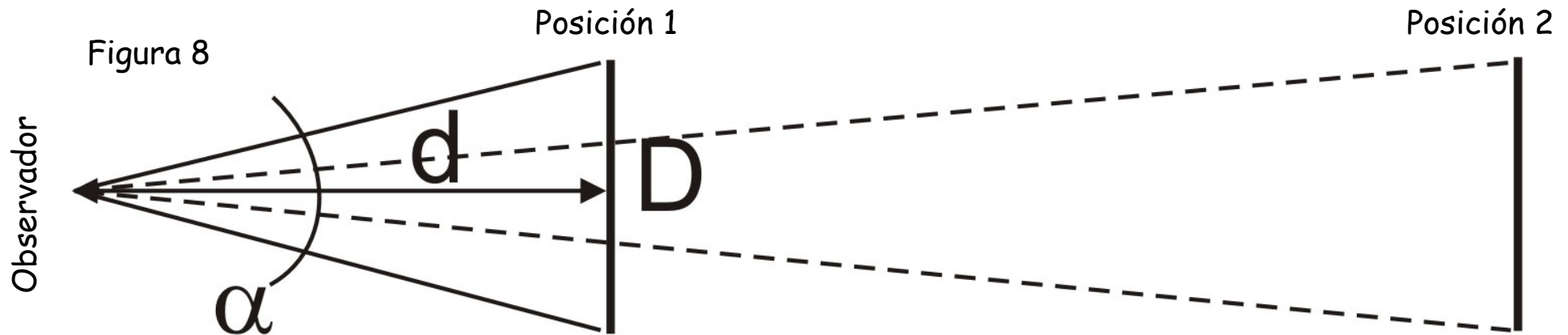
Es bastante pequeña: tan pequeña que representa una variación de sólo 1,67 mm de un círculo de 10cm de diámetro. Nosotros apenas lo advertiríamos en un plano, así que todos nuestros dibujos eran bastante exagerados.!

- ¿Esta de acuerdo con el hecho de que observamos diferentes estaciones en el hemisferio norte y el sur?

Sí. Observamos diferentes estaciones en el hemisferio norte y el sur porque el efecto de la inclinación del eje de la tierra es más importante que el efecto de la excentricidad de la órbita. Sin embargo, si la excentricidad fuera mucho más grande, dominaría su efecto sobre la inclinación del eje y experimentaríamos as mismas estaciones en ambos hemisferios.



Tamaño aparente y distancia



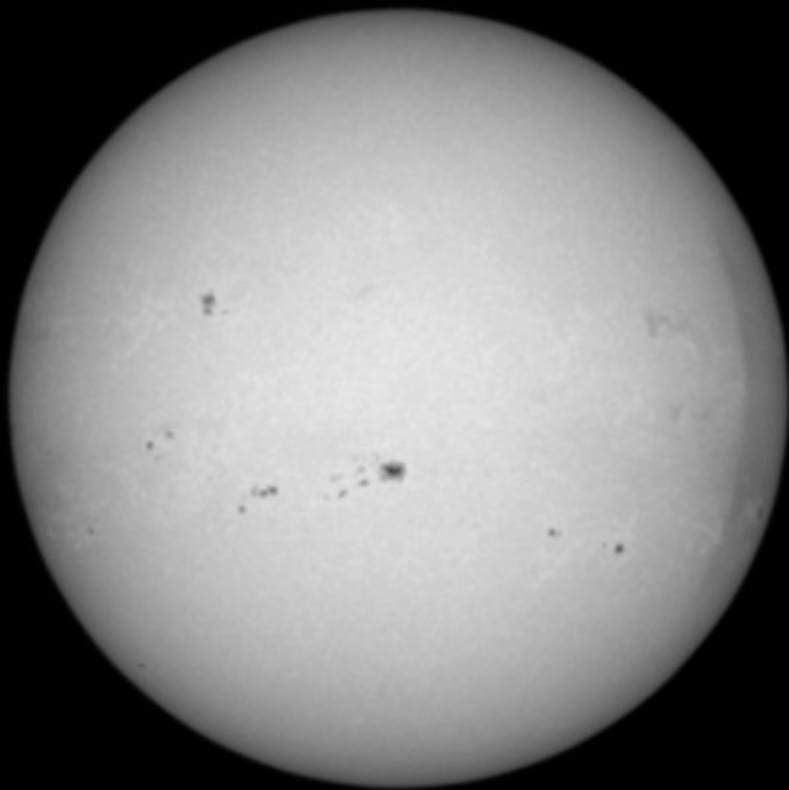
• El tamaño aparente de un objeto que vemos, como el sol, corresponde a un determinado ángulo de visión (α) medido en "radianes". Está definido como:

$$\alpha = \frac{D}{d}$$

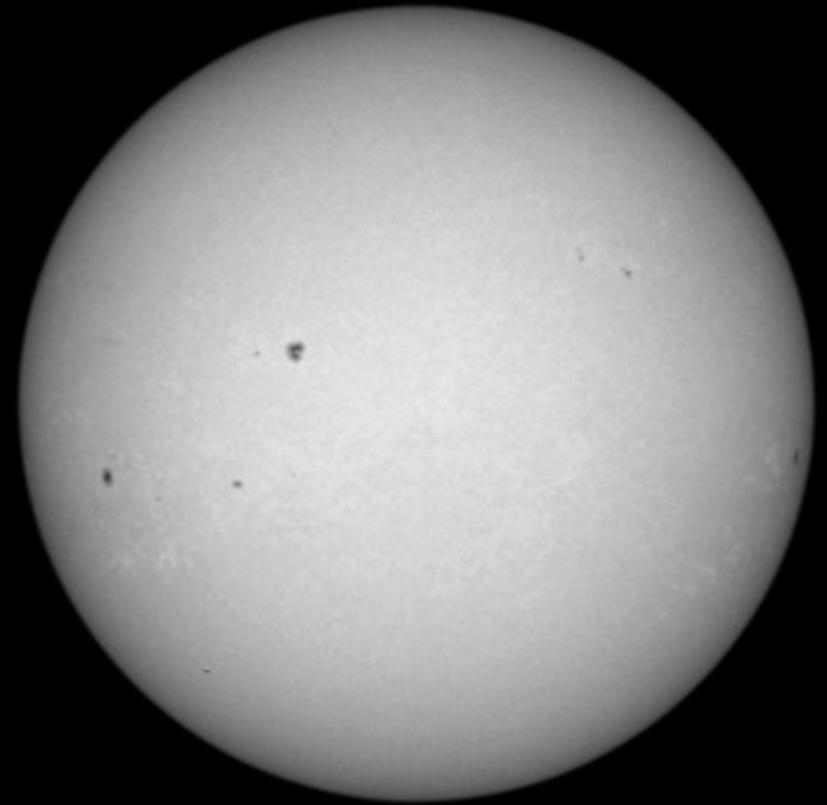
donde D es el diámetro del objeto y d la distancia del objeto a nosotros. Ten en cuenta que como el ángulo se define como una relación de longitudes (teniendo unidades de metro), las unidades se cancelan en la división. Por lo tanto el ángulo es sólo un número: ni radianes ni grados son unidades físicas (como metro, segundo etc...)

Qué tan grande un objeto nos aparece depende de cuán grande es el ángulo de visión correspondiente que ocupa: cuanto mayor sea el tamaño del objeto D o cuanto menor sea la distancia d , mayor será el ángulo de visión D/d y mayor será el objeto aparece ante nosotros.

Esto se muestra en el dibujo de la Figura 7. El ángulo formado por las líneas sólidas es mayor que el formado por las líneas punteadas.

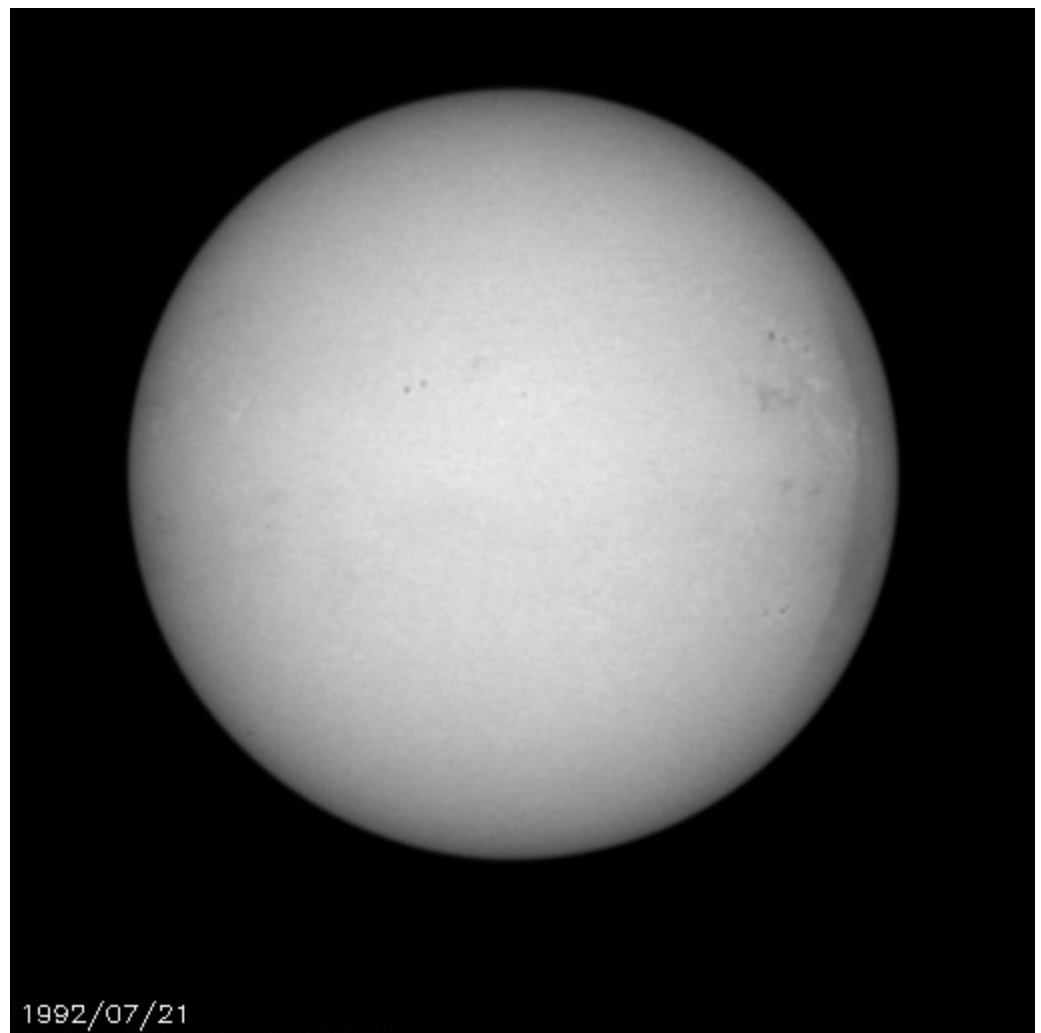
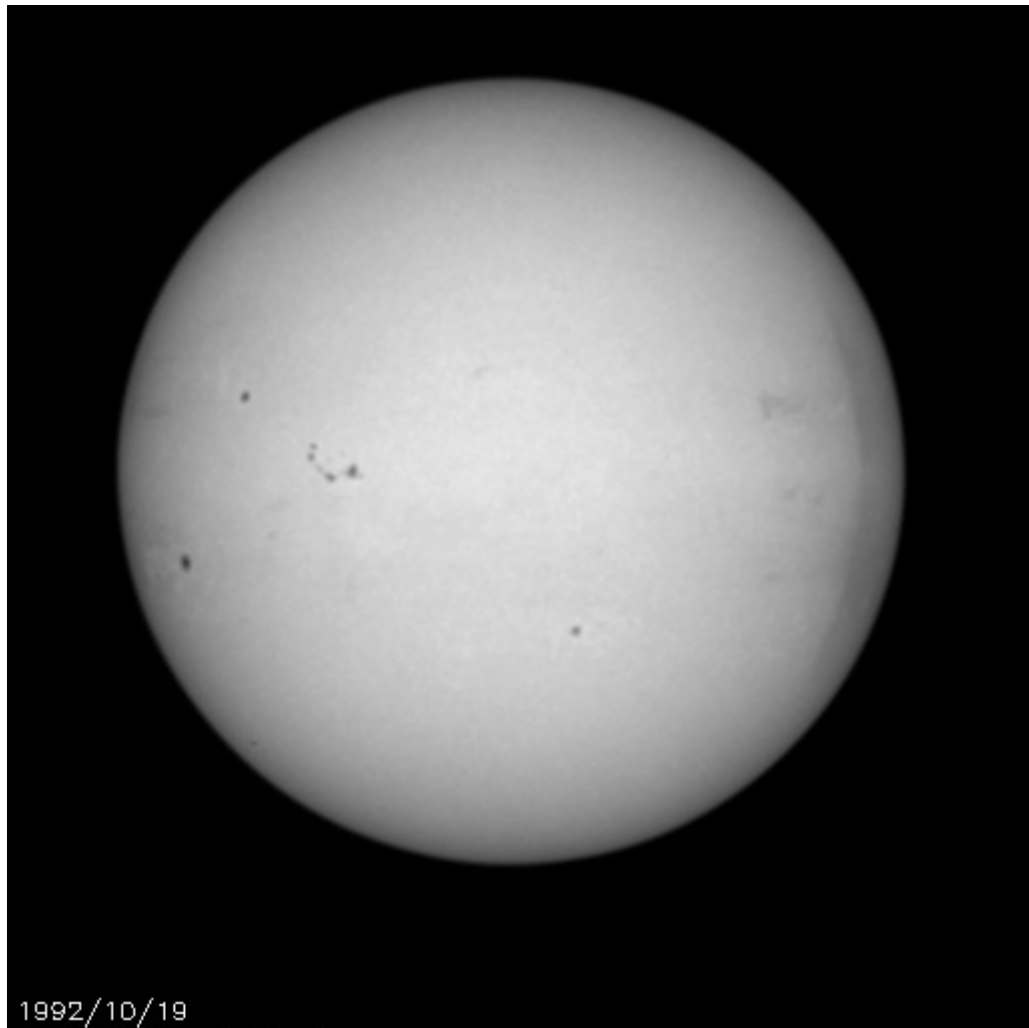


1992/04/22



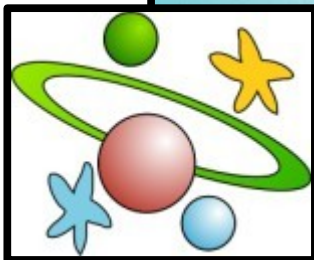
1992/01/23

Estas imágenes en luz visible del Sol fueron
obtenidas por el satélite Yohkoh:
<http://www.lmsal.com/SXT/>





Tu peso en otros planetas



- El sistema solar consta de 8 planetas de diferentes tamaños. Ya que algunos planetas son grandes y otros pequeños ... ¿Pesaremos lo mismo en la Tierra que en Júpiter?
- En esta actividad investigaremos la ley de gravedad y la diferencia entre masa y peso.
- Descubriremos que nuestro peso es diferente en cada planeta **!**

Edad	12 años y más
Duración	~ 30 minutos.
Categoría metodológica	Experimento
Materiales	- Calculadora - Papel y lápiz - Balanza, báscula o pesa (si no sabes tu peso)



Objetivos de Aprendizaje

Contenido Conceptual

- Distinguir la fuerza gravitacional y la aceleración de gravedad (revisar el entendimiento del alumno de la segunda ley de Newton y posibles ideas equivocadas al respecto)
- Diferenciar entre masa y peso.

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Ocupar una fórmula usando valores tabulados.
- Ordenar medidas (peso en diferentes planetas) como función de diferentes variables (masa del planeta, porte del planeta) para ver si la medida tomada depende de esas variables

Actitudes

- Imaginarse en otros mundos (tratando de saltar en Marte y en Júpiter).
- Ver la gravedad como una fuerza universal que actúa en todo el Universo, en particular en cada planeta.



Características de los planetas del sistema solar

Planeta	Distancia al sol (km)	Díámetro (km)	Período Orbital	Período Rotacional	Acceleración gravitacional de superficie	Masa (Tierras)
Mercurio	57 910 000	4 880	88 días	56.5 días	3.7 m/s ²	0.055
Venus	108 200 00	12 100	225 días	243 días	8.9 m/s ²	0.815
Tierra	149 600 000	12 700	1 año	24 horas	9.8 m/s ²	1
Marte	227 940 000	6 794	687 días	24 horas	3.7 m/s ²	0.11
Júpiter	778 833 000	142 984	12 años	10 horas	20.9 m/s ²	318
Saturno	1 429 400 000	120 536	29.4 años	10 horas	10.4 m/s ²	95.2
Urano	2 870 990 000	51 118	84 años	17 horas	8.4 m/s ²	14.5
Neptuno	4 504 300 000	49 528	164.8 años	16 horas	10.7 m/s ²	17.1





Gravedad

- La Gravedad es una fuerza fundamental de la naturaleza que actúa sobre todos los objetos que tienen masa.
- Es una fuerza atractiva: atrae los objetos uno al otro.
- La masa de un objeto y la distancia entre los objetos afecta la intensidad de la fuerza gravitacional:
 - Large masas atraen más fuertemente.
 - Mientras más lejos dos objetos están de cada uno, más débil la fuerza gravitacional es.
- Un objeto que siente la fuerza gravitacional *acelerará: caerá cada vez más rápido.*
- Mientras más masivo el objeto sea (considera diferentes planetas), acelerará más fuertemente objetos pequeños hacia su centro.



La gravedad de la Tierra acelera los objetos hacia su centro. Por lo que si lanzamos algo hacia arriba, caerá de vuelta



Masa y peso

- La masa (m) es una propiedad característica de un cuerpo que mide la cantidad de materia que hay en él. Es medida en kilogramos (kg). Si te mudas a otro planeta o si vas al espacio, tu masa no cambiará.
- El peso (P) es la fuerza que es ejercida en un cuerpo por la gravedad. El peso de un objeto depende de su masa y de la fuerza de gravedad.

- Un objeto experimentará más peso si su masa es mayor y si es acelerado más fuertemente por un cuerpo atractivo:

$$P = m * g \text{ (kg*m/s}^2\text{)}$$

donde g es el valor de la aceleración de gravedad en m/s^2 .
Esta ecuación sigue la segunda ley de Newton ($F = ma$) y la definición de peso.

- Ya que la aceleración de gravedad es diferente en cada planeta, tu peso será diferente también.
- Para poder calcularlo, sólo necesitamos saber cómo calcular tu masa. ¿Alguna idea?





Descripción de la Actividad



• Procedimiento:

- Cada participante se pesa en la escala/balanza. Escribe el valor en la casilla correspondiente en la tabla debajo.
- La balanza está ajustada para mostrar nuestra masa al resolver la siguiente ecuación (el peso que obtienes de la balanza ya está calibrada a la fuerza de la gravedad en la Tierra. Por lo tanto, a lo que usualmente nos referimos como "peso" está realmente representando tu masa):

$$m = P/g_T \text{ (kg)}$$

donde P es el peso y g_T es el valor de la aceleración gravitacional en la superficie de la Tierra.

- Sabiendo la masa, ahora podemos calcular el peso que la balanza debería dar en los otros planetas rocosos. Lo hacemos con la misma fórmula ($P = m g_p$, donde g_p es el valor de la gravedad en la superficie de otro planeta) usando los diferentes valores de gravedad de cada planeta.
- En la tabla, escribe los valores de tu peso en cada planeta obtenido con la ecuación dada y calcula cuántas veces más pesado/a o liviano/a serías en otros planetas ($P_{\text{fracción}} = P_{\text{planeta}} / P_{\text{Tierra}}$).

Planeta	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno
Tu Peso								
Fracción de Peso			X					



Descripción de la Actividad

• Analicemos:

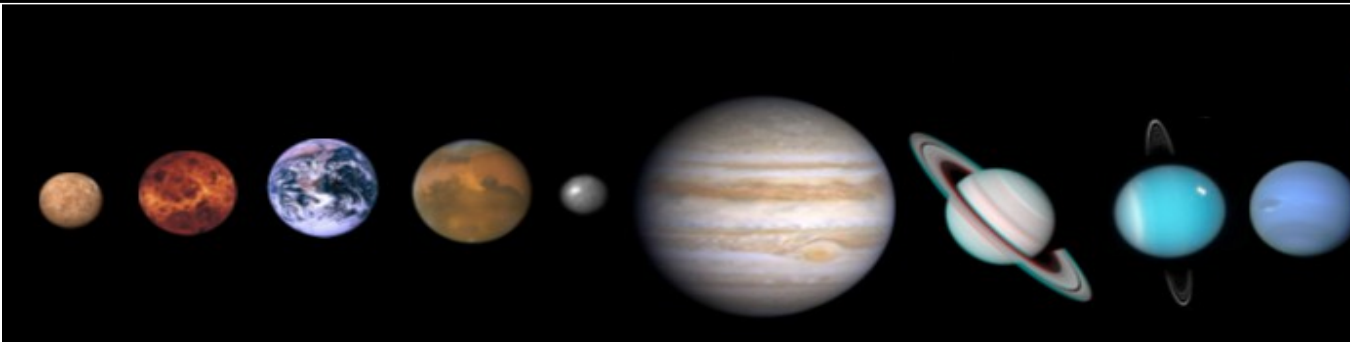
- Ordena los planetas para que el primero sea donde tú pesas más y el último donde tú peses menos. ¿Es la lista en el mismo orden para todos los participantes? ¿En qué planeta pesas más? En qué planeta pesas menos? ¡Compáralos a las masas de los planetas!

El orden debería ser el mismo para todos: Júpiter, Neptuno, Saturno, Tierra, Venus, Urano, Marte y Mercurio. El planeta donde pesamos más es Júpiter, y los planetas donde pesamos menos son Mercurio y Marte. Ahora, si ordenamos los planetas por sus masas, veremos que el orden no es el mismo. Además, si los ordenamos por porte (diámetro), veremos que el orden no es el mismo. Esto es porque lo que realmente importa para la gravedad es la masa y el porte del planeta.

(Mientras más masivo es y más cerca esté la superficie de su centro, más fuerte es la atracción.)

- Ya que pesamos más o menos dependiendo de en qué planeta estamos, ¿esto significa que nos volvemos más gordos o delgados en otros planetas? Recuerda la fórmula de peso.

No, nuestra masa es la misma donde quiera que vamos. Lo que cambia es la fuerza con la que el planeta nos atrae hacia su centro (por lo tanto, nuestro peso).





3. Más allá del sistema solar



Clasificación de galaxias

! La galaxia M64 es un ejemplo típico de las galaxias espirales. ¿Por qué crees que se llaman espirales?



¡Clasifiquemos algunas galaxias como hacen los astrónomos!

- En esta actividad aprenderemos las diferentes formas, tamaños y colores de las galaxias.
- Vamos a usar imágenes de galaxias tomadas con el telescopio Palomar en 1991.

Edad	8 años o más
Duración	~ 45 min.
Categoría metodológica	Reflexiva
Materiales	Imágenes de galaxias (Apéndices)

Objetivos



Contenido conceptual

- Distinguir entre las diferentes formas de las galaxias. Principalmente: elípticas, espirales, barradas, barradas espirales e irregulares.
- Identificar la forma de nuestra galaxia (espiral).

Habilidad para el proceso científico

- Clasificación - Reconocer que un objeto (galaxia) pertenece a una categoría de clasificación (clasificación de Hubble) según algunas características de cada objeto.
- Inventar una clasificación diferente mediante la identificación de similitudes y diferencias (en este caso características morfológicas) en un grupo de objetos (galaxias).
- Evaluar críticamente su propia clasificación comparándola con la de Hubble.

Actitudes

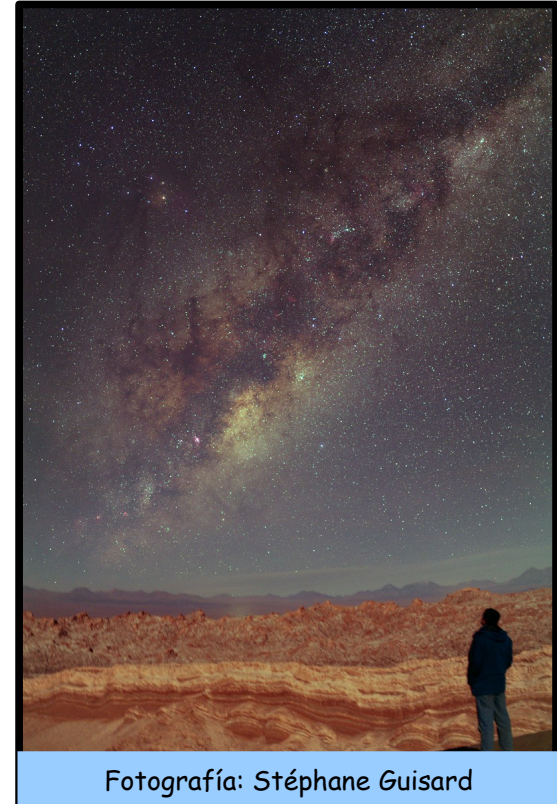
- Sentirse inspirados por la belleza y diversidad de las galaxias.
- Darse cuenta de que la clasificación, aunque arbitraria, nos ayuda a identificar propiedades físicas de los objetos.
- Despertar la curiosidad sobre la formación de las galaxias y el origen de sus formas.



Galaxias en el universo

Las galaxias son colecciones enormes de estrellas, polvo y gas unidos por la fuerza de la gravedad (vea la actividad "Su peso en otros planetas").

- ¡Una galaxia como la nuestra contiene unas CIENTOS DE BILLONES de estrellas como el Sol!
- Hay cientos de billones de galaxias en el universo de diferentes tamaños, desde galaxias enanas a galaxias gigantes.



Fotografía: Stéphane Guisard

! Nuestra galaxia se llama Vía Láctea, nombrada así por nuestros antepasados porque parecía un río de leche. Podéis verlo vosotros mismos en una noche despejada lejos de las luces de la ciudad.



Descripción de la actividad

Examinando las imágenes de las galaxias:

- En esta actividad vamos a inspeccionar 25 galaxias fotografiadas con telescopios. Observemos cada galaxia detalladamente. ¿Qué podéis observar? En pequeños grupos pensemos en lo siguiente:
- ¿Qué similitudes encontráis entre algunas galaxias?
- ¿Y diferencias?

Espere escuchar: color, orientación, tamaño, forma (elíptica, espiral, barrada).

Diseñando un método de clasificación:

- Los astrónomos suelen clasificar objetos para entender mejor la relación entre ellos. En grupos pequeños, pensemos en cómo podemos clasificar las 25 galaxias.

Mientras los alumnos trabajan, hágalos pensar en: ¿cuántas categorías queréis tener? ¿Como de similares tienen que ser dos galaxias para pertenecer a la misma categoría?

Si los estudiantes se fijan demasiado en el tamaño, explíqueles que las imágenes tienen también diferentes tamaños y cada galaxia está a una distancia diferente (como con una fotografía digital). Por lo tanto el tamaño es una propiedad difícil de comparar.

Sobre la orientación, haga a los alumnos pensar sobre la diferencia entre propiedades intrínsecas y aparentes de los objetos. Por ejemplo, podemos hacerle una foto a un amigo de pie, cabeza abajo, tumbado o de lado - sea como sea, sigue siendo el mismo amigo.



Descripción de la actividad

Justificando el método de clasificación:

Cuando los grupos de alumnos hayan terminado de clasificar las galaxias, pida a cada grupo que explique primero su método de clasificación al resto de la clase. ¿Por qué han elegido esas categorías?

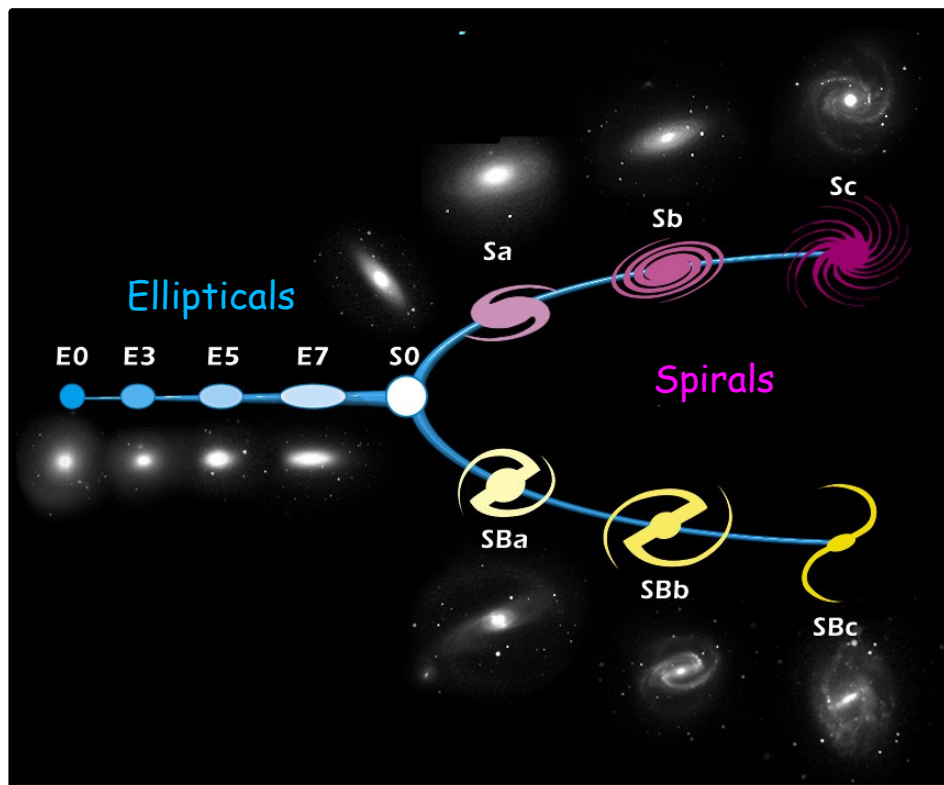
Ahora vamos a aprender sobre el primer sistema de clasificación de galaxias inventado por Edwin Hubble, y clasificaremos las galaxias de acuerdo con este sistema. ¡Este es el sistema que utilizamos hoy en día! (La respuesta de la clasificación la encontraréis en el margen izquierdo de la página anterior).



Descripción de la actividad

Procedimiento:

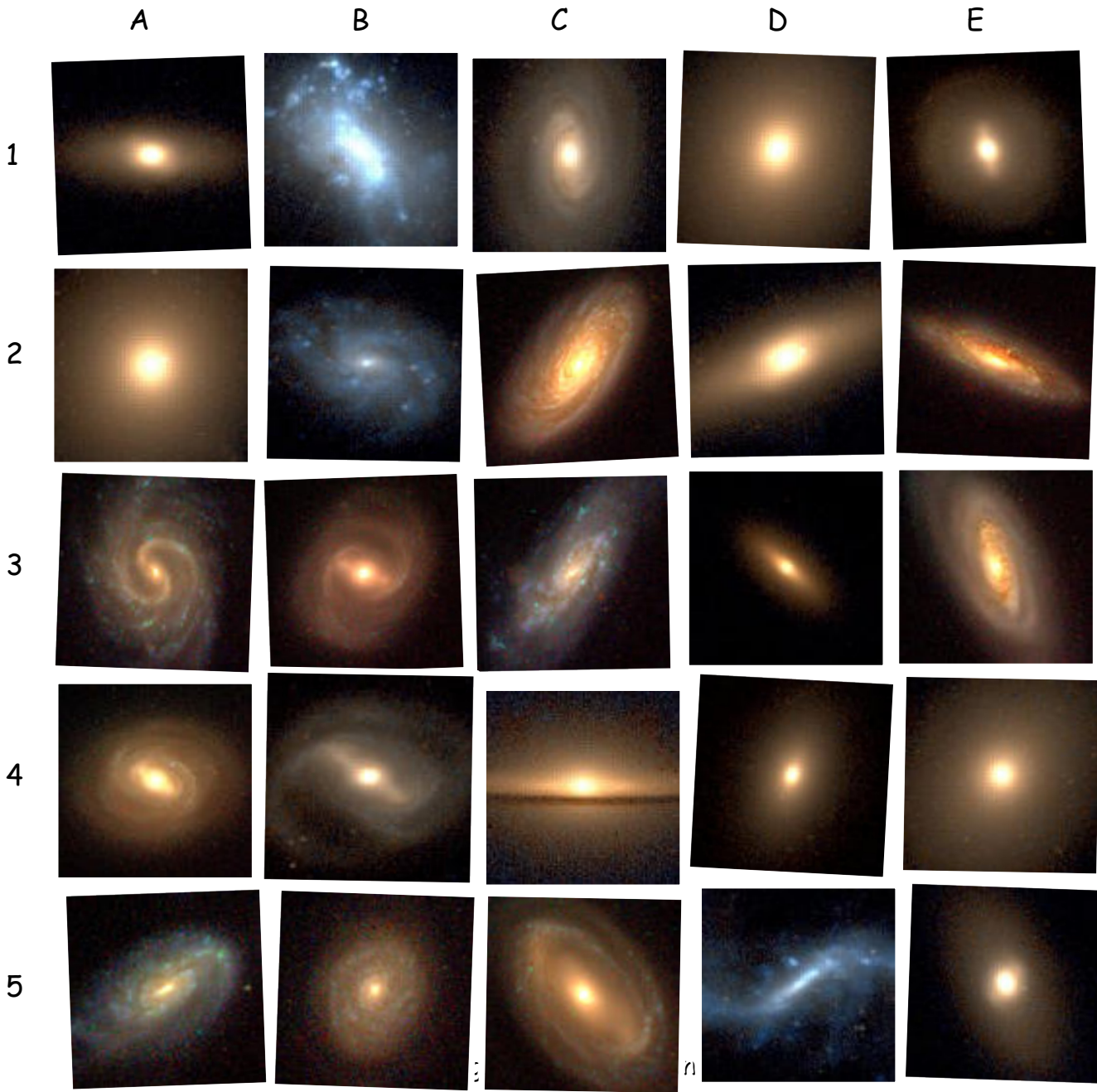
- Observad el sistema de clasificación en la imagen. El astrónomo americano Edwin Hubble propuso este sistema para clasificar galaxias en varios tipos: elípticas, espirales, barradas e irregulares.
- Ahora tratad de clasificar las 25 galaxias según este sistema.



! Sistema de clasificación de Hubble. Note la existencia de una secuencia morfológica (aunque no quiere decir que un tipo de galaxia evoluciona en otro). En el lado izquierdo encontramos las galaxias elípticas, en el medio las galaxias en forma de disco, y a la derecha las espirales (arriba sin barra y abajo con barra). Las galaxias que no pertenecen a ningún grupo se llaman irregulares.



1a - S0 / 1b - Irr / 1c - Sa / 1d - E / 1e - SBO / 2a - E / 2b - Sd / 2c - Sb / 2d - S0 / 2e - Sc / 3a - Sc / 3b - Sbb / 3c - Sc / 3d - S0 / 3e - Sb / 4a - Sba / 4b - Sbb / 4c - Sa / 4d - S0 / 4e - E / 5a - Sbc / 5b - Sc / 5c - Sbb / 5d - Sbd / 5e - SBO /





Descripción de la actividad

Reflexionemos:

- ¿Qué similitudes y diferencias encontraréis entre el sistema de clasificación de Hubble y el vuestro? (Buscad ventajas y desventajas)

- ¿Por qué es importante clasificar objetos?

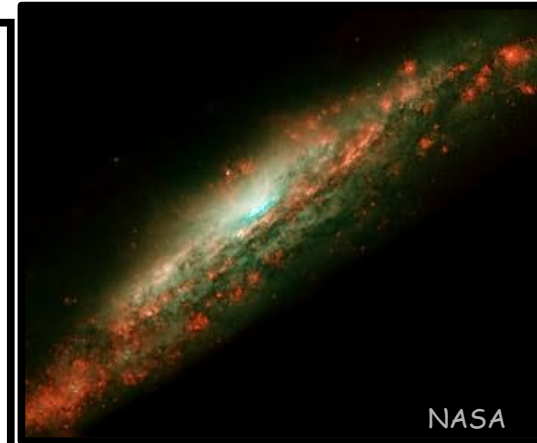
Clasificar es un buen primer paso para entender un fenómeno desconocido. Galaxias en la misma categoría podrían tener procesos físicos ocurriendo en su interior. El objetivo es que la clasificación capture algunos procesos físicos, información sobre la formación, historia y el interior de las galaxias.

- ¿Podéis crear otros sistemas de clasificación que no sean útiles?

Por ejemplo, clasificando de acuerdo con la orientación o el tamaño aparente puede no ser útil pues no capturan ningún proceso físico de la galaxia.

- ¿Es posible crear un sistema único de clasificación para todas las galaxias?

No, porque la morfología de algunas galaxias pueden ser una combinación de dos o más tipos de galaxias propuestos por Hubble. Por ejemplo, la galaxia 5E es una mezcla entre elíptica y espiral. También hay galaxias, como la 4C, que no presentan brazos espirales porque las estamos viendo de canto (como el la imagen de la derecha). A primera vista esta galaxia puede ser clasificada como elíptica, pero estudiando su luz, los astrónomos han determinado que la galaxia es espiral y la estamos viendo de perfil.



La galaxia NGC

3079 es una galaxia espiral que está inclinada con respecto a nosotros, de forma que la vemos de perfil y por tanto es difícil ver los brazos espirales.



Descripción de la actividad

Reflexionemos:

- ¿Por qué creéis que las galaxias tienen propiedades (formas, colores) diferentes?

Escribid las ideas en la pizarra.

Espere escuchar: diferentes edades, composición, historias, la situación en la que han evolucionado (por ejemplo, si tuvieron otras galaxias cerca).

Los astrónomos todavía están trabajando para entender los procesos que han causado las diferentes formas de las galaxias. Un proceso importante es la fusión de galaxias: cuando dos galaxias de disco colisionan, la forma de su disco se distorsiona y a menudo terminan formando una única galaxia elíptica.

- ¿Podéis adivinar por qué las galaxias tienen colores diferentes?

Cuando miramos a las estrellas, podemos ver que tienen colores diferentes. El color de una galaxia proviene de los colores de las estrellas que la forman: rojo es el color de las estrellas más viejas y frías, azul es el color de las más jóvenes y calientes, y amarillo es el color de las estrellas como el Sol.



La galaxia NGC

3079 es una galaxia espiral que está inclinada con respecto a nosotros, de forma que la vemos de perfil y por tanto es difícil ver los brazos espirales.



Nuestra galaxia, la Vía Láctea

- No podemos ver directamente la forma de nuestra galaxia porque estamos dentro de ella. Antes de que pudiéramos mandar satélites al espacio tampoco sabíamos qué pinta tenía la Tierra desde fuera.
- Para ver directamente la forma de la Vía Láctea tendríamos que viajar o mandar una satélite fuera de ella y tomar una fotografía. Desafortunadamente, esto no va a ser posible con la tecnología actual. Aun así, podemos buscar otras pistas que nos indiquen qué forma tiene la Vía Láctea.
- Observaciones indirectas muestran que la Vía Láctea es una galaxia espiral (similar a la que mostramos en la imagen de la derecha).



! Esta imagen, tomada desde el espacio, muestra una porción de la Tierra, y un astronauta reparando el Telescopio Espacial Hubble).

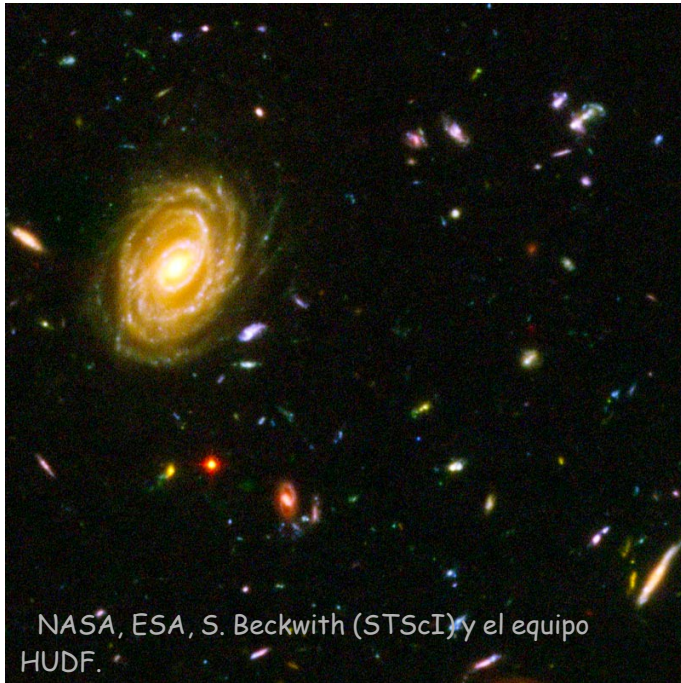
! Si pudiéramos viajar fuera de nuestra galaxia, y pudiéramos verla desde arriba, se parecería a M51 (en la imagen de la derecha).





La expansión del Universo

- El universo está poblado de billones de galaxias. Las galaxias se están alejando unas de otras debido a la expansión del espacio que hay entre ellas.
- En esta actividad simularemos la expansión del universo. Dibujaremos puntos en un globo, de forma que cada punto representa una galaxia del universo, y el globo el espacio.



Edad	10 años o más
Duración	~ 45 min.
Categoría metodológica	Experimentos
Materiales	- 1 globo - Rotulador

! La imagen muestra una pequeña región del universo llamado "Campo profundo de Hubble". Podemos ver que el universo está compuesto de un gran número de galaxias.



Objetivos

Contenido conceptual

- Inferir el estado del universo en el pasado o futuro teniendo en cuenta el hecho de que, en el presente, las galaxias se están alejando unas de otras .
- Bonus - Reconocer por analogía con el globo que la expansión del universo es la expansión del espacio en sí, llevándose las galaxias con él, en lugar de estar las galaxias moviéndose en un espacio fijo.

Habilidades del proceso científico

- Construir un modelo - Interpretar un modelo (en este caso el globo) de la realidad (en este caso el universo a gran escala) estableciendo una correspondencia entre los elementos del modelo y los reales (galaxias, el espacio entre ellas, la expansión del espacio, etc.).
- Pensamiento reflexivo - Juzgar cuáles son las desventajas de usar el globo para representar el universo (representar el espacio-tiempo como una superficie en 2 dimensiones).

Actitudes

- Sentirse intrigados por saber sobre el origen (Big Bang) y el futuro del universo.
- Sentir humildad al entender que nuestra galaxia no ocupa un lugar especial en el universo (el universo no está centrado en los humanos).

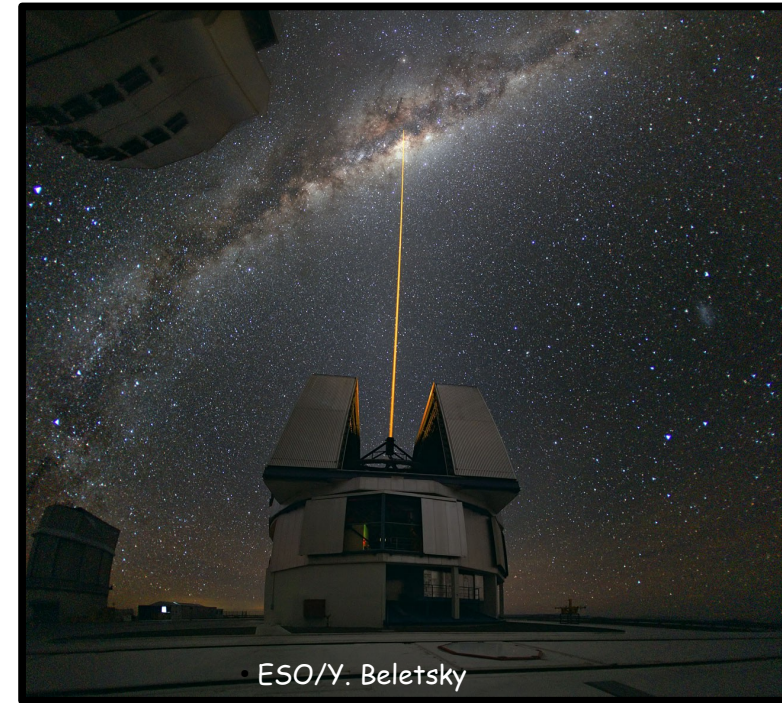


Big Bang:

El comienzo del universo

Información para los/as profesores/as (no enseñar a los alumnos hasta el final).

- Las observaciones de galaxias indican que casi todas las galaxias se están alejando las unas de las otras. Esto sugiere que hace mucho tiempo, el universo estaba concentrado en un solo punto. Toda la materia, energía, tiempo y espacio estaban contenidos en este punto. El universo estaba extremadamente caliente y denso.
- El universo comenzó a expandirse. A medida que se expandía se enfriaba y la densidad de la materia y la energía bajaba. Esto finalmente permitió la formación de estrellas y galaxias.
- Llamamos al momento en el que el universo empezó a expandirse el Big Bang. Antes de la expansión el universo era una singularidad y las leyes de la física como las conocemos hoy no se pueden aplicar.
- El Big Bang es hoy en día un tema de investigación. Qué ocurrió en los primeros instantes de la expansión del universo es algo que los astrónomos continúan estudiando. Qué ocurrió antes del Big Bang es difícil o casi imposible de estudiar.



! Los astrónomos dirigen sus telescopios hacia el cielo cada noche para estudiar el universo.



Descripción de la actividad

Orientación: Galaxias huyendo las unas de las otras

- Sabías que los astrónomos han medido la velocidad de las galaxias y han podido comprobar que se están alejando?

(Puede ser que le pregunten cómo lo sabemos, o cómo lo han medido. Aunque el efecto Doppler es probablemente demasiado avanzado, es bueno que los alumnos se cuestionen este tipo de cosas.)

Hagamos predicciones:

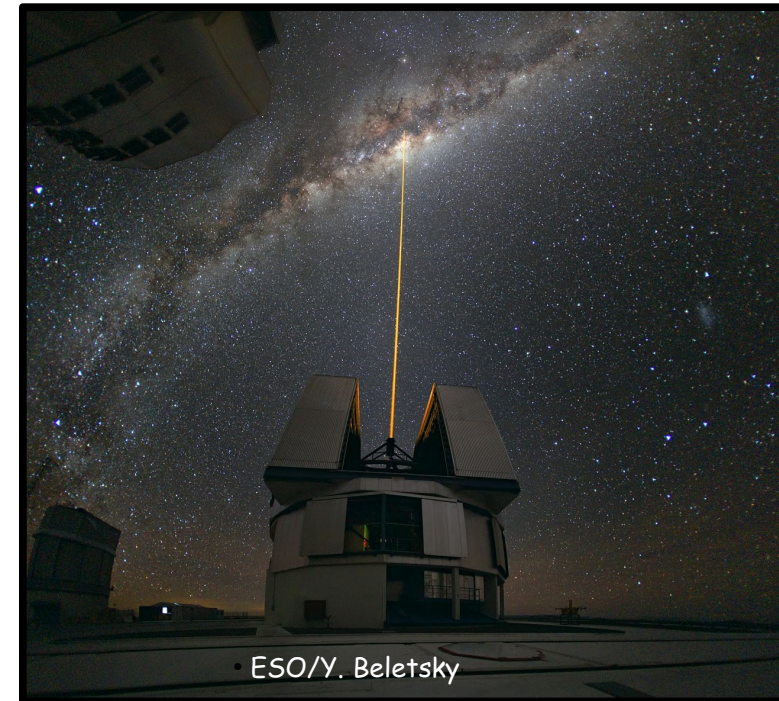
- ¿Cómo de lejos creéis que estarán las galaxias entre sí en el futuro?

Espere escuchar: las galaxias estarán aún más lejos.

- ¿Cómo de lejos creéis que estuvieron las galaxias en el pasado?

Lespere escuchar: las galaxias estaban más cerca las unas de las otras.

- Ahora intentaremos una actividad para ver cómo cambian distancias en el universo con el tiempo. Representaremos el universo con un globo, y dibujaremos puntos que simbolizarán las galaxias.



Los astrónomos dirigen sus telescopios hacia el cielo cada noche para estudiar el universo.



Descripción de la actividad



Modelando la expansión del universo:

- Dibuja sobre el globo varios puntos de forma que cubra toda la superficie. Los puntos representan las galaxias.

- Infla el globo. A medida que lo inflas, mira lo que le ocurre a los puntos. ¿Qué ocurre con la distancia entre los puntos?

- ¿Cómo ha cambiado la distancia entre los puntos antes y después de inflar el globo?

- ¿A qué distancia se encontrarán las galaxias entre sí en el futuro? Si ahora pudiéramos ir atrás en el tiempo y desinflamos el globo, ¿qué nos dice esto sobre la distancia entre las galaxias en el pasado?

Descripción de la actividad



Analícemos:

- ¿Qué representa el globo? ¿Qué representa la elasticidad del globo? ¿Y el hecho de hinchar el globo?

Espera escuchar: El globo representa el espacio. La elasticidad representa la gravedad. Hinchar el globo representa la causa (desconocida) de la expansión del universo.

Reflexionemos:

- ¿Por qué cree que se está expandiendo el universo?

¡Espera a que los alumnos propongan ideas! Explíqueles que los astrónomos todavía están tratando de descubrir la respuesta a esta pregunta.

Explíqueles: Cuando el globo está desinflado los puntos están más cerca los unos de los otros que cuando el globo está inflado. A medida que el globo se infla, los puntos se separan porque el espacio entre ellos está aumentando (o se está estirando). Los puntos representan las galaxias del universo. Las galaxias se están alejando principalmente porque el espacio entre ellas está aumentando, no porque posean una velocidad relativa al espacio. En nuestro modelo del globo, esto está representado por la superficie en expansión del globo, mientras que las galaxias las hemos dibujado como puntos fijos en la superficie. Los astrónomos han deducido que el universo se está expandiendo después de haber observado que todas las galaxias que podemos observar se están alejando de nosotros.

- Mirando la superficie del globo, ¿puede deducir si el universo tiene un centro? ¿Hay algún punto privilegiado en la superficie? ¿Qué pensáis sobre esto?



Descripción de la actividad

Reflexionemos:

- ¿Qué pasaría si el universo continuara expandiéndose para siempre?

Si el universo continúa expandiéndose para siempre, la distancia entre las galaxias crecería y crecería.

Anime a los alumnos a pensar sobre lo que ocurriría si las distancias continuaran aumentando para siempre. Llegaría un momento en que la expansión rompería las galaxias, el sistema solar y los átomos.

- ¿Qué pasaría si la expansión se detuviera?

Si la expansión se detuviera, la fuerza gravitacional de toda la materia en el universo se atraería entre sí y concentraría todo de nuevo. Llegaría un momento en que toda la materia estaría comprimida de nuevo en un punto, como antes del Big Bang. Este caso lo llamamos Big Crunch.

- ¿Qué pensáis sobre la exactitud con la que el modelo describe el universo? ¿Cuáles son las diferencias y similitudes entre la expansión del universo e inflar el globo? ¿Qué otros modelos podemos crear para representar la expansión del universo?

- ¿Qué pensáis sobre la forma del universo en este modelo? ¿Qué representa el interior del globo?

Es importante asegurarse de que los estudiantes no se vayan a casa pensando que el universo es una superficie esférica que contiene algo dentro. Trate de explicarles cómo nuestro modelo utiliza sólo 2 dimensiones espaciales, mientras que en realidad hay 3. El interior del globo no representa nada en este caso.

Descripción de la actividad

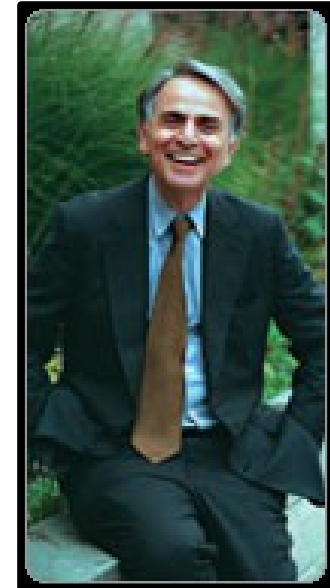


Consideremos:

El astrónomo Carl Sagan dijo que todos estamos hechos de polvo de estrellas. Toda la materia contenida en nuestro cuerpo fue producida en algún lugar del universo y luego pasó a formar parte de nosotros. Toma un momento para hablar con sus alumnos sobre la idea de que todos estamos hechos de materia cósmica.

Hemos hablado sobre la idea de que el universo fue un punto que comenzó a expandirse. A medida que se expandió, el universo se enfrió y bajó su densidad, permitiendo la formación de estrellas, galaxias, materia interestelar, planetas, etc.

Al principio, el universo contenía sólo hidrógeno y helio: las primeras estrellas se formaron a partir de estos elementos ligeros. Más adelante, las estrellas evolucionaron y formaron elementos más pesados como carbón, el elemento básico de las células de nuestro cuerpo. Nuestro planeta, y por tanto nosotros, estamos hechos de elementos producidos por las estrellas.



Carl Sagan



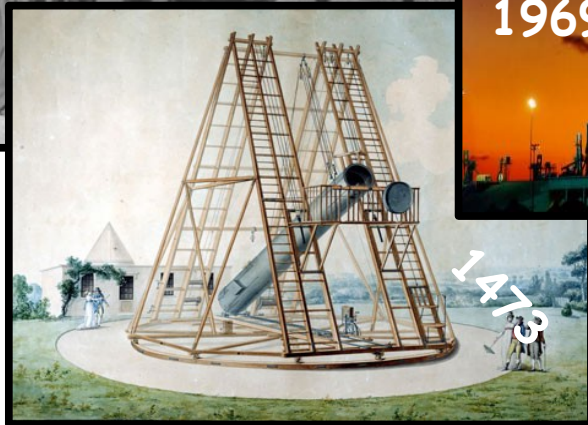
La Cronología de la Astronomía



1564



1969



1473

- Vamos a poner la historia en orden!
- En esta actividad aprenderemos qué es una cronología..
- Vamos a hacer una cronología con los astrónomos y descubrimientos astronómicos más importantes de la historia.
- Esto nos ayudará a ver cómo las ideas han evolucionado: la visión de la humanidad del Universo y nuestro lugar en él.

Edad	Todas las edades
Duración	~ 60 minutos.
Categoría Metodológica	Creación
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Cinta adhesiva o pegamento. - Hojas de papel blancas, ojalá de porte A3. - Lápices de un o más colores. - Acceso a una enciclopedia o a la Internet.



Objetivos de Aprendizaje

Contenido conceptual

- Reconocer los nombres de algunos astrónomos, sus logros y la fecha asociada a ellos (aproximada).

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Ubicar los eventos cronológicamente en la tabla cronológica.
- Buscar en varios medios (la Internet, libros) la información pertinente (en este caso , los nombres y logros de astrónomos importantes en la historia).

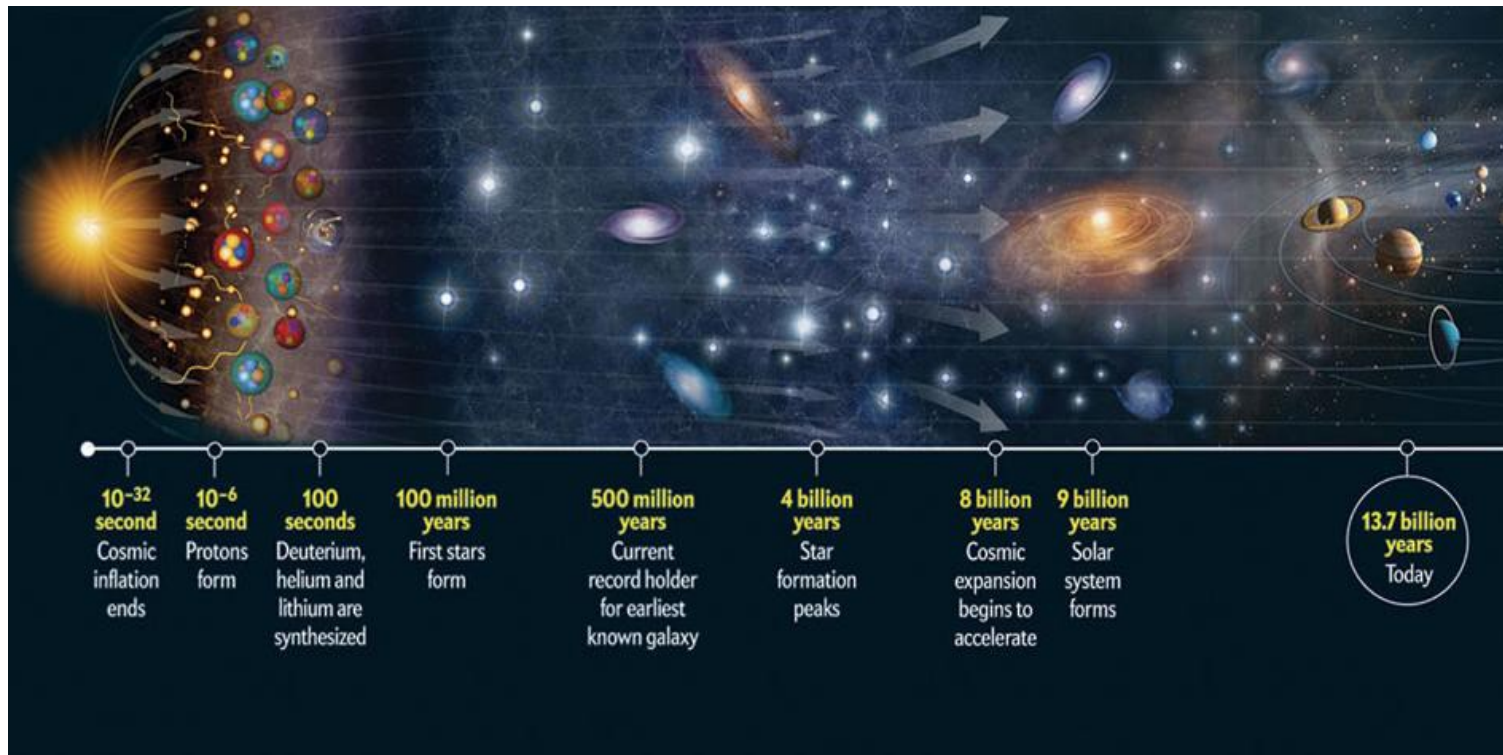
Actitudes

- Ver cómo nuestro entendimiento del Universo ha evolucionado durante las décadas, siglos e incluso milenios.
- Darse cuenta que la Astronomía es parte de cada cultura del mundo y que grandes astrónomos han vivido en diferentes partes del planeta!
- Identificarse con alguno de estos astrónomos.



¿Qué es una Cronología?

Una cronología es una forma de representar una serie de eventos de forma ordenada en una línea (ya sea horizontal o vertical) que permite al lector rápidamente ver cuándo en el tiempo estos eventos ocurrieron.



! Una cronología nos permite ver un grupo de eventos de una mirada, organizados por cuándo ellos ocurrieron. Por ejemplo, en la cronología de la izquierda, puedes ver la evolución del Universo desde el Big Bang hasta hoy.



Descripción de la Actividad

Procedimiento:

- Empieza por determinar el rango de tiempo que vas a cubrir. ¿Con qué fecha comenzaremos? Podríamos elegir 600 a.C. con Tales de Mileto, o 2137 a.C. cuando una eclipse solar fue por primera vez documentada por los Chinos. La última fecha será hoy.
- Determina el estilo de la cronología: horizontal o vertical. Si quieres colgarla en la sala de clases, puede ser más apropiado hacerla horizontal, para que calce a lo largo de la pared.
- Pega 3 hojas A3 en una franja del largo deseado.
- Recopila información acerca de diferentes astrónomos (ve la próxima página).
- Como en el ejemplo de la página anterior, dibuja una línea a lo largo de la franja de papel y escribe la información que recopilaste en orden cronológico.
- Ahora pon esta información en la en la cronología de forma clara y concisa, y decórala con tu propio estilo!





Descripción de la Actividad

Procedimiento:

- Busca en la enciclopedia/Internet información para aprender de figuras importantes en la historia de la astronomía (en la próxima página sugerimos algunas): to learn about major figures in the history of astronomy (in next page we suggest a few): anota el año en que nacieron y el trabajo por el cual son famosas.
- Siéntete libre de usar grupos de personas y fechas aproximadas si ellas no están bien establecidas-- mucha de la información histórica no es conocida a detalle! (ej.: Mayas desarrollan calendarios precisos basados en el cielo, 200 - 900.; Incas construyeron observatorios para alinear el Sol con los solsticios, siglo XV D.C.)
- Escojamos algunos astrónomos especialmente de nuestro propio bagaje cultural y de otras culturas.
- En grupos pequeños, aprendamos más en detalle acerca de la vida y logros de estas personas.





¡Astrónomos que no hay que olvidar!

Aquí hay una lista con algunos de los astrónomos más importantes con los cuales puedes empezar. ¡Pero ten en cuenta que hay muchos más que puedes añadir a la lista!

ASTRONOMO/A	FECHA DE NACIMIENTO	TRABAJO Y DESCUBRIMIENTO
Copérnico	1473	La Tierra gira alrededor del sol!
Brahe	1546	Los cometas están más allá de la atmósfera terrestre!
Hubble	1889	Clasificación de las galaxias.
Shapley	1885	Tamaño de la Vía Láctea y la posición de la Tierra en ella.
Galileo	1564	Las manchas solares, cráteres de la Luna, lunas de Júpiter
Tolomeo	90	Catálogo estelar, Tierra en el centro del Universo
Kepler	1571	Las tres leyes del movimiento planetario, órbitas elípticas
Eratóstenes	276 B.C.	Circunferencia de la Tierra
Herschel	1738	Descubrimiento del planeta Urano, luz infrarroja
Armstrong	1930	Primera persona en la Luna!
Tombaugh	1906	Descubrimiento del planeta enano Plutón
Einstein	1879	Teoría de la Relatividad
Leavitt	1868	Distancias a estrellas variables Ceféidas
Cannon	1863	Clasificación estelar



Descripción de la Actividad

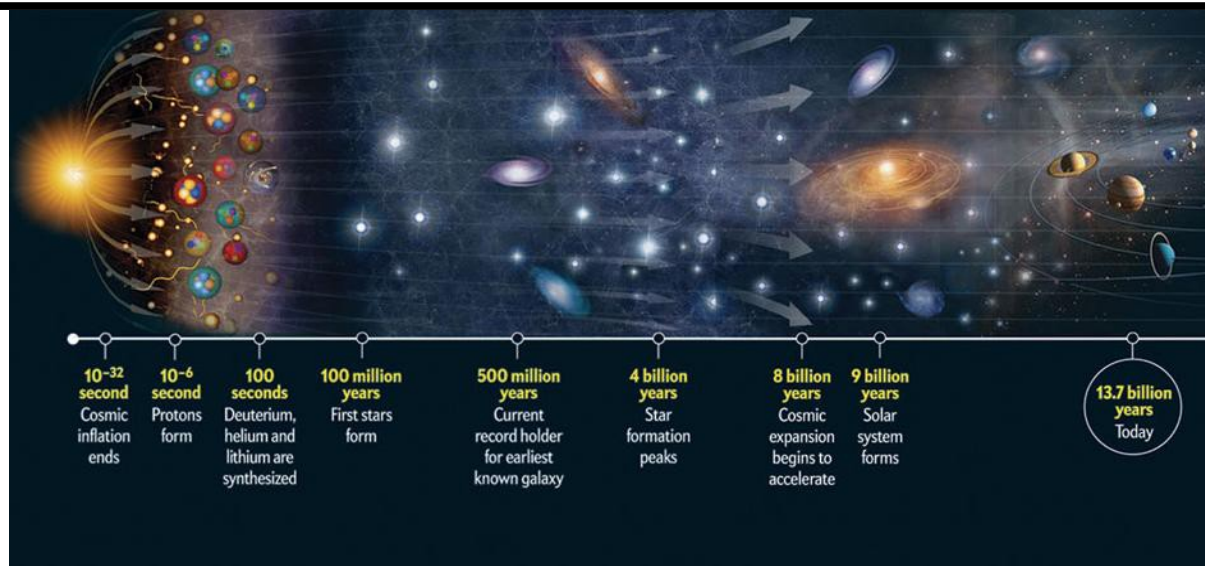
Discutamos:

- ¿Cuáles son algunos logros especiales que nuestros antepasados contribuyeron al estudio de la astronomía?
- ¿De qué manera es la astronomía una iniciativa mundial? ¿Cómo colaboraciones astronómicas hoy difieren de las del pasado?

También imprimir la cronología del universo debajo (en anexos). Pregunta a los alumnos:

-¿A dónde pertenece nuestra cronología de astrónomos en la cronología del universo?

Toda la historia humana es un pequeño trozo de tiempo en comparación con la edad del Universo. Nuestra cronología de astrónomos pertenece al muy, muy final de la cronología del Universo.



Actividad adaptada de http://www.schoolsobservatory.org.uk/staff/teach/maths/act_time.shtml



4. Luz y Óptica



La Rueda de Filtros

- La luz y sus colores son prácticamente las únicas fuente de información que tenemos sobre el Universo.
- Sin embargo, los telescopios sólo son sensibles al brillo y no al color. Para obtener imágenes en color, los telescopios están equipados con una rueda de filtros.
- Aquí los estudiantes construirán una réplica en papel de una rueda de filtros e investigarán el efecto de los diferentes filtros con el fin de averiguar cómo se utilizan las ruedas de filtros para reconstruir imágenes en color.
- Finalmente, discutirán cómo los filtros pueden ser utilizados para obtener información acerca de regiones específicas de un objeto astronómico.



Edad	Desde los 12 años de edad
Duración	~ 60 mins.
Categoría Metodológica	Experimentos / Enseñanza reflexiva
Materiales (un set para cada grupo de estudiantes)	<ul style="list-style-type: none"> - 2 plantillas de papel - 3 trozos de papel de plástico transparente coloreado: azul, rojo y amarillo (ya sea celofán o tapas de encuadernación de plástico) - 1 cierre de latón - Lápices (de colores) y papel - Tijeras y pegamento o celo - Imágenes de la Nebulosa del Cangrejo y paisaje en color



Objetivos de Aprendizaje

Contenido Conceptual

- Comprobar que los filtros permiten observar colores específicos (longitudes de onda) de la luz y por lo tanto proporcionan imágenes de las regiones en las que esta luz se origina.
- El color asociado y la temperatura de los objetos astronómicos: objetos muy calientes (temperaturas de varios miles de grados) irradian luz en longitudes de onda visibles, desde el rojo hasta el azul, desde los objetos más fríos a los más calientes.

Aptitudes de la enseñanza reflexiva

- Realizar observaciones propias con la rueda de filtros.
- Averiguar cómo las imágenes de color astronómicas (como la Nebulosa del Cangrejo) se reconstruyen mediante la comparación de imágenes obtenidas con la rueda de filtros.

Aptitudes

- Despertar curiosidad sobre los colores que podemos ver a nuestro alrededor así como en las imágenes astronómicas.
- Darse cuenta de que la luz es la única fuente de información sobre el Universo: por lo tanto, los colores son importantes!



Descripción de la Actividad

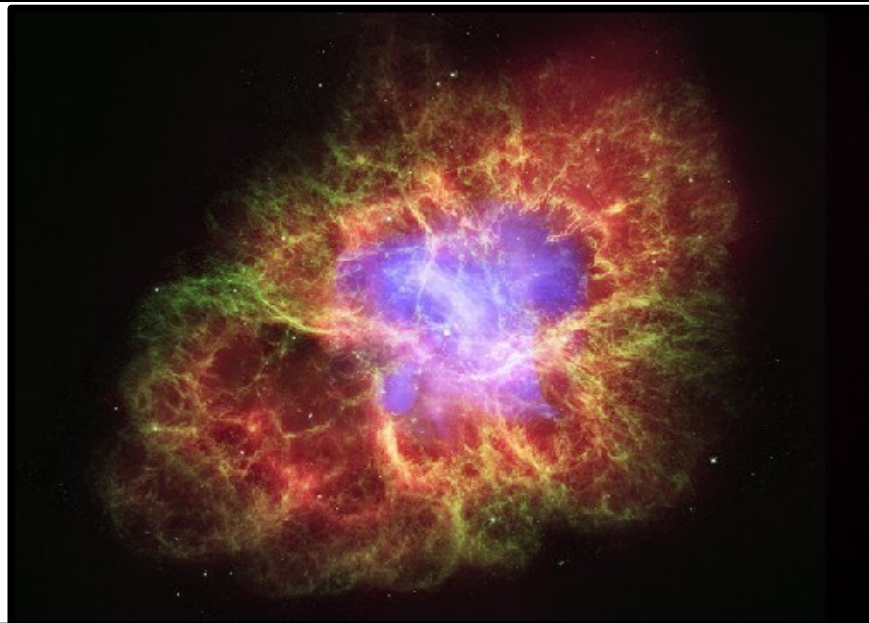
1) Observando imágenes astronómicas

- Divide el grupo de estudiantes en grupos de 3 y dar a cada grupo una copia impresa de la imagen de la nebulosa del Cangrejo.
- Deja que los estudiantes miren los magníficos colores de estas imágenes y explicarles acerca de las nebulosas.

Las nebulosas son nubes de gas: un tipo de nebulosa se forma cuando una estrella muere y eyecta material hacia el espacio.

La nebulosa de la imagen de la derecha se llama la Nebulosa del Cangrejo. Es el remanente de una estrella que estalló en 1054.

¡La explosión fue tan brillante que los astrónomos chinos registraron verla brillar en el cielo durante el día!



Vemos gas de diferentes colores, ya que cada región de la nebulosa tiene una temperatura diferente: la parte más caliente es de color azul y la parte más fría es de color rojo. Los colores y temperaturas de una vela se comportan de la misma manera. .

Atención: esta relación entre el color y la temperatura sólo es válida para objetos muy calientes con temperaturas de varios miles de grados.



Descripción de la Actividad

2) ¿De dónde proceden los colores de las imágenes astronómicas?:

Pregunta a los estudiantes sobre los colores que ven en la imagen:

- ¿Qué piensan de los colores de esta imagen?
- ¿De dónde vienen?

Cuéntales un secreto decepcionante: *Estos colores son falsos!*

Los detectores de luz de los telescopios astronómicos no son sensibles a los colores sino al brillo de los objetos: ven en blanco y negro. Los colores son añadidos a posteriori.

- ¿Cómo es posible entonces reconstruir los colores de los objetos que observamos?

Para ello, los telescopios están equipados con un instrumento especial llamado una "rueda de filtros" (ver imagen).

Desafía a los estudiantes: su tarea será construir una rueda de filtros y averiguar cómo se puede utilizar para reconstruir los colores de un objeto astronómico.

(¡Pueden quedarse la rueda de filtros si lo averiguan!)

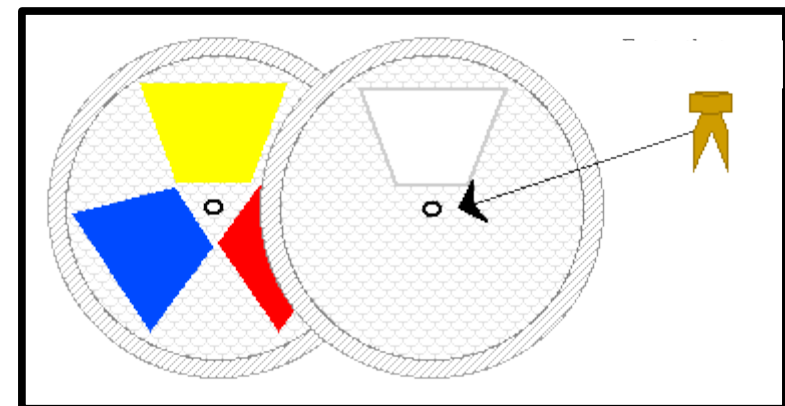
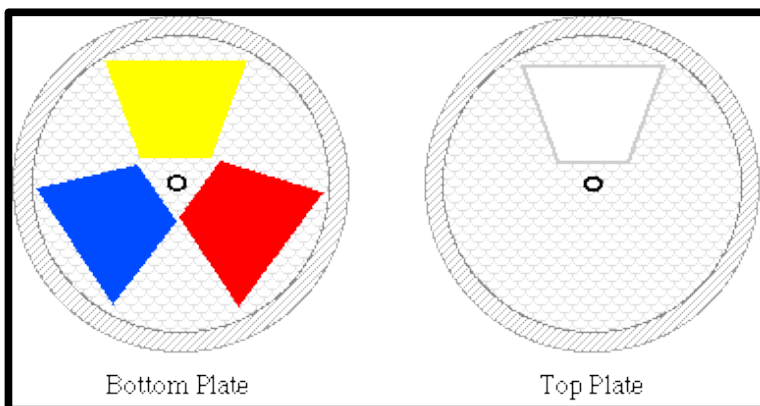




Descripción de la Actividad

3) Construyendo la rueda de filtros:

- Corta una sección de uno de los platos de papel en forma de cuña (aproximadamente un tercio de la placa: ver figura abajo a la izquierda).
- Coloca la placa que acaba de cortar en la parte superior de una de las otras placas y dibuja los bordes de la cuña con un lápiz a través del agujero en la placa superior. Gira la placa superior 120° y dibuja la cuña de nuevo. Repite una vez más. Habrás dibujado en total 3 cuñas.
- Corta cada una de las cuñas, y luego pega una pieza de papel celofán de color diferente detrás de cada apertura.
- Haz un pequeño agujero en el centro de cada plato y sujétalos como se muestra en la figura abajo a la derecha.
- ¡Ya tenemos la rueda de filtros para iniciar la actividad!

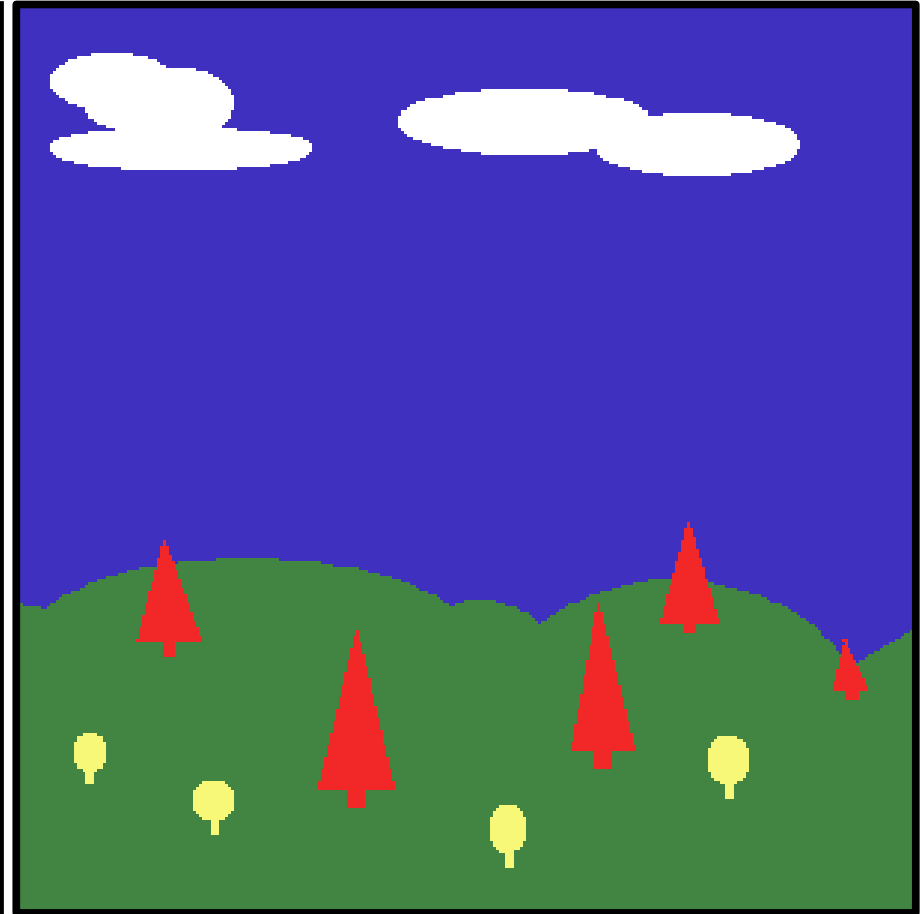




Descripción de la Actividad

4) ¿Cómo funcionan los filtros?

- Cuando se construye un nuevo instrumento, lo primero que hacen los ingenieros es probarlo en un caso simple para caracterizar cómo funciona el instrumento: se trata de una "prueba de calibración".
- Da a cada grupo una copia impresa del paisaje de color. Esta será su imagen de prueba.
- Haz mirar a los grupos la imagen a través de cada ventana de la rueda de filtros. También pueden mirar a su alrededor.
- Invítales a pensar sobre lo que el filtro causa a la luz proveniente de la imagen.
- Comienza una discusión entre los grupos: ¿Cuál es el efecto de cada filtro? ¿Cuál es el papel de un filtro?
- De manera opcional, pregunta al grupo que formule una explicación en términos de la longitud de onda. Para esto se les puede dar una copia impresa del espectro del arco-iris (en los Apéndices, la carpeta "Luz Multicolor")

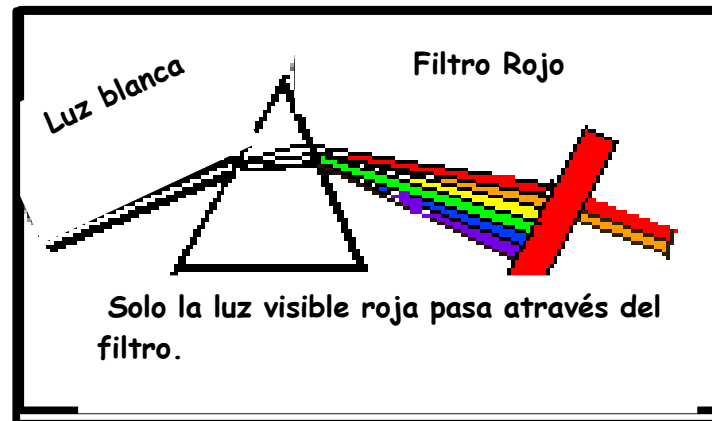


! Vemos diferentes partes de una imagen de acuerdo a su color y al color del filtro que estamos utilizando.



Filtros de Colores

- Un filtro de color es un tipo de material que solo deja pasar un color de la luz a través de él.
- Por ejemplo, un filtro rojo absorbe todos los colores *excepto* el rojo (mira la figura). Por lo tanto, se ve rojo y sólo nos permitirá ver la luz roja proveniente de un objeto (vemos tonalidades de rojo).



- En el rango visible (ondas electromagnéticas entre 400 y 600 nm), las ondas de diferente longitud de onda son vistas por nuestros ojos como colores distintos. Por lo tanto, en términos de longitud de onda, un filtro sólo deja pasar las ondas de luz que tiene longitudes de onda en un intervalo concreto. Esta es una definición más general de filtro que se aplica también a la luz no visible (ver al final).



Descripción de la Actividad

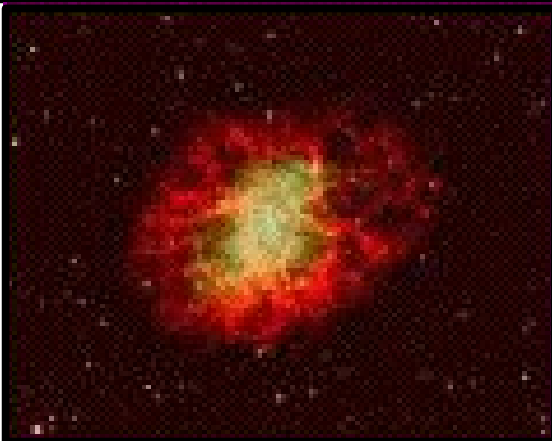
5) Filtrando la Nebulosa del Cangrejo

Después de haber calibrado sus instrumentos, los alumnos ya están listos para aplicarlo a una imagen astronómica.

Da a los grupos de estudiantes copias impresas de las 3 pequeñas imágenes filtradas de la Nebulosa del Cangrejo (abajo).

- Cada grupo, debe observar y estudiar su imagen de la nebulosa con los diferentes filtros.
- Para facilitar la investigación, pueden dibujar las observaciones en un papel y compararlas con las tres imágenes filtradas de la Nebulosa del Cangrejo.
- ¿Qué detalles pueden ver los estudiantes con un filtro que no pueden ver con otros filtros?

Uno ve una imagen diferente dependiendo del filtro de color utilizado. Con un filtro determinado, vemos regiones de la imagen original que no podemos ver a través de otro filtro. Por ejemplo, cuando miramos a través de un filtro azul no apreciamos los tonos rojos ya que son absorbidos por el filtro; el efecto contrario ocurre cuando miramos a través de un filtro rojo.



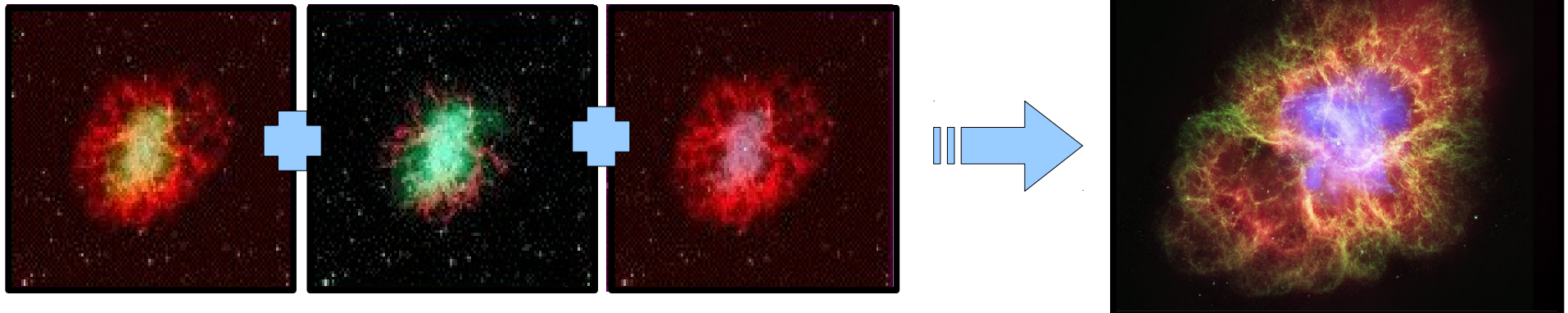


Descripción de la Actividad

6) ¿Cómo reconstruyen los astrónomos imágenes en color?

- Haz a los estudiantes comparar los detalles de las imágenes pequeñas filtradas de la Nebulosa del Cangrejo con la imagen original en color.
- Desafía a cada grupo a proponer una idea de cómo fue reconstruida la imagen de la Nebulosa del Cangrejo. Déjalas pensar por un tiempo.
- Finalmente, invita a los grupos a discutir sus ideas entre ellos. ¿Fue diferente su idea original?

La rueda de filtros permite a los científicos medir el brillo de un objeto a través de distintos filtros. Sabiendo a qué colores corresponden estos filtros, podemos después añadir artificialmente color a cada imagen filtrada y combinarlas para formar la imagen reconstruida.





Descripción de la Actividad

7) ¡Analicemos!

- ¿Cómo crees que tus ojos reconstruyen imágenes en color?

La retina en la parte trasera de nuestros ojos contiene células que actúan como filtros: éstas son sensibles sólo al rojo, al verde o al azul. Basándose en la información dada por estas células, nuestro cerebro es capaz de reconstruir imágenes en color!





Descripción de la Actividad

7) ¡Analicemos!

- ¿Para qué otros propósitos (a parte de crear imágenes en color) usan filtros los científicos? Imagina que estás solamente interesado en las capas calientes y profundas de la Nebulosa del Cangrejo, ¿qué haces?.

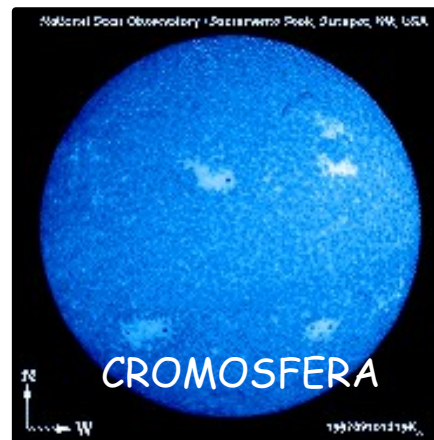
- Mira las tres imágenes del Sol mostradas a continuación. Han sido tomadas con distintos filtros. ¿Qué diferencias y similitudes ves entre estas imágenes?

¿Recuerdas cómo los filtros nos permitían ver regiones a diferentes temperaturas en la Nebulosa del Cangrejo? Esto funciona de manera similar: ¡estamos viendo capas del Sol que están a diferentes temperaturas! En la página siguiente, se muestran las capas del Sol y sus características principales.

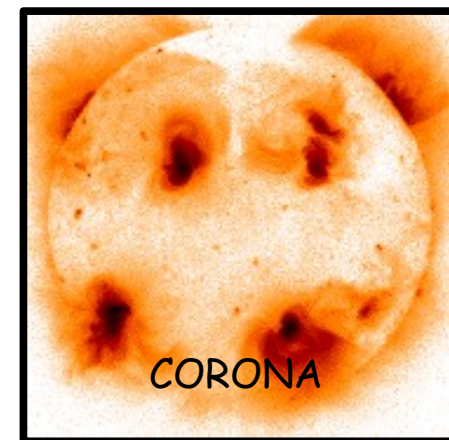
Sin filtro



Filtro Azul
(393.4 nm)

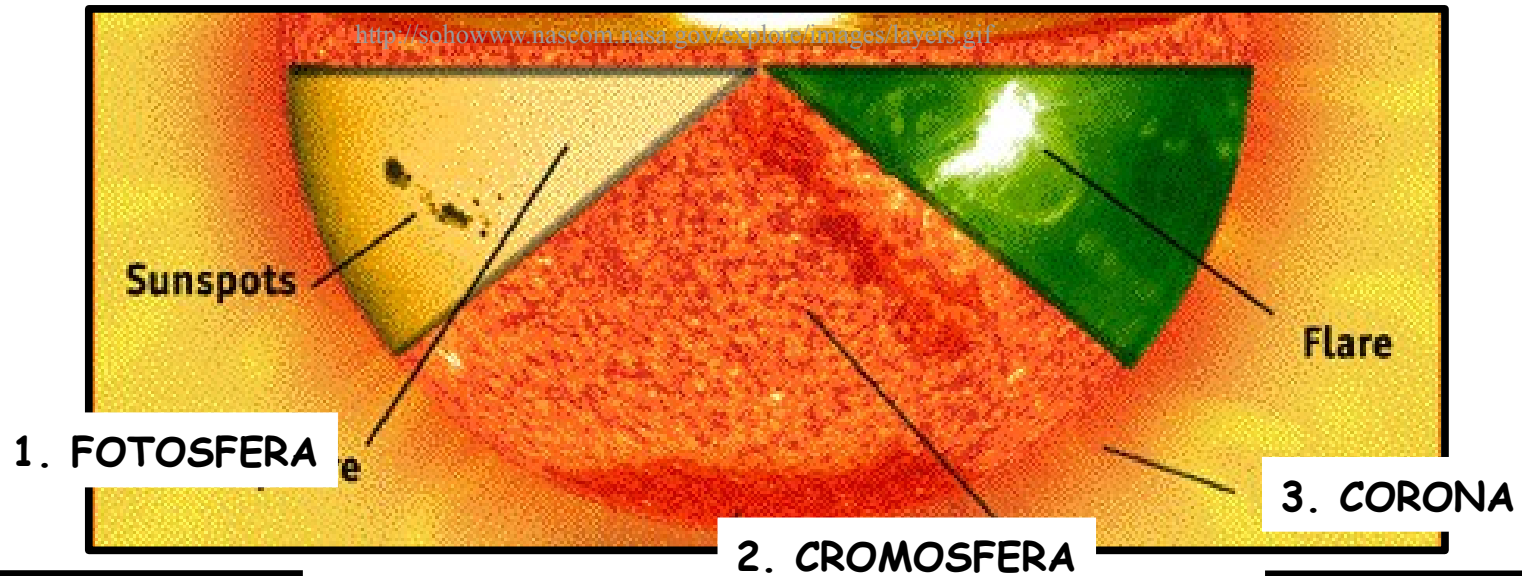


Filtro de rayos X
(0.1 - 10 nm)





Las capas del Sol



- La FOTOSFERA:
La capa más profunda que podemos ver. ¡Tiene una temperatura de unos $6,000^{\circ}\text{C}$!

- La CROMOSFERA:
Delgada capa de la atmósfera solar que se extiende unos 2,000 km por encima de la fotosfera. ¡Puede llegar a los $20,000^{\circ}\text{C}$ de temperatura!

- La CORONA:
La capa más externa del Sol. ¡Sólo es visible durante un eclipse!





¡Creando imágenes en color!



Esto es una extensión de la actividad que usa el software SalsaJ.

SalsaJ puede encontrarse en los Apéndices or descargarse de <http://www.euhou.net>

- Aquí los estudiantes podrán reconstruir sus propias imágenes en color en un ordenador utilizando datos astronómicos reales observados con una rueda de filtros.
- Abrir los 3 archivos en la carpeta "M27" de lo apéndices. 
- Hacer clic en "Window → Title" para visualizar las 3 imágenes una junta a otra.
- Ajustar el brillo a cada imagen tecleando sobre ella, después hacer clic en "Image" → "Adjust → Brightness/Contrast". A continuación presionar una vez en "Auto".
- Hacer a los estudiantes predecir el resultado al combinar las imágenes filtradas en una sólo imagen en color (deben mirar las diferencias entre las imagenes filtradas).
- Combinar las imágenes filtradas en una imagen única en color:
Hacer clic en "Image → Color → RGB Merge".
Seleccionar la imagen "...-Blue.fts" al lado de "Blue:";
de igual manera para el rojo y el verde.
Verificar "Keep source images".
- Puedes hacer zoom en la imagen que obtubiste usando  .
- Puedes repetir con las imágenes de M42.





Créditos

Las actividades originales aquí presentadas han sido diseñadas por las siguientes personas o instituciones. Las páginas web donde se encuentran las actividades originales se encuentran en el borde inferior de cada una de las actividades de la Cartilla.

- Rosa M. Ros, Albert Capell, Josep Colom, Milagros Lorenzo, Ricardo Moreno, Juan A. Navarro y José M. Rodríguez y Explora el Universo.
- Carl Sanderson, Sue Cronin - The National School's Observatory (NSO)
- Deborah Scherrer, Ken Brandt y Jerry Vinski - Solar Stanford Center (<http://solar-center.stanford.edu>)
- Robert T. Sparks y Stephen M. Pompea - <https://www.galileoscope.org> y National Optical Astronomy Observatory (NOAO)
- Tony Flanders - SKY & Telescope magazine (<http://www.skyandtelescope.com>)
- Guy Ottewell - <http://www.caes.uga.edu/> - College of Agricultural and Environmental Sciences
- Equipo de Salud Humana y el Desarrollo de Conciencia para el Desempeño Educativo del Centro Espacial Johnson de la NASA y el Instituto Nacional de Investigación Biomedica Espacial (National Space Biomedical Research Institute - NSBRI)
- 21st Century Explorer: <http://education.jsc.nasa.gov/explorers/>
- The Galileoscope: <https://www.galileoscope.org>
- National School's Observatory (NSO): <http://www.schoolsobservatory.org.uk>
- Montana State University (MSU): <http://btc.montana.edu>
- Yohkoh Public Outreach Project (YPOP) and MSU Solar Physics Group: <http://solar.physics.montana.edu/YPOP/index.html>
- Galileo Teacher Training Program (GTTP): <http://www.site.galileoteachers.org>
- UNawe: <http://www.unawe.org/>
- European Southern Observatory (ESO): http://www.eso.cl/galeria_top1.php
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): <http://www.csic.es/astrosecundaria/simulaciones/biografia.htm>
- Guía interactiva de Astronomía:
<http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/astronomia/chicos/basicas/vocabulario.htm>



Agradecimientos

- A las niñas, niños, jóvenes, maestras, maestros y comunidades educativas que han participado en las jornadas de actividades de GalileoMobile.
- A los y las autoras de las actividades que adaptamos. Gracias también a UNawe, GTTP y demás instituciones que elaboraron estas actividades. Gracias por sus iniciativas globales de educación y difusión de la astronomía y por servirnos de inspiración.
- A las personas que colaboraron con la revisión de contenidos de esta cartilla: Andrés Balaguera-Antolinez, Leonardo Castañeda, Giovanni Pinzón y Alexis Larrañaga.