

www.escuela.pamplonnetario.org
www.pamplonnetario.org

Evolución

ESCUELA DE ESTRELLAS
material didáctico

EVOLUCIÓN

3º y 4º de ESO / Bachillerato



Junio de 2012

ESCUELA DE ESTRELLAS

Este material didáctico ha sido desarrollado por el equipo docente del Planetario de Pamplona.

Está pensado como material de apoyo para antes o después de la visita al Planetario y su realización es opcional. No se trata de una guía de actividades pensada para ser seguida en el orden propuesto ni en su totalidad. El profesor/a podrá elegir las actividades que le resulten más atractivas o más útiles.

Pensamos que era buena idea ofrecer un conjunto amplio de propuestas para que el profesorado disponga de más opciones a la hora de seleccionar aquello que le resulte más útil.

Esperamos que os guste.

www.escuela.pamplonetario.org

www.pamplonetario.org

Presentación

Introducción

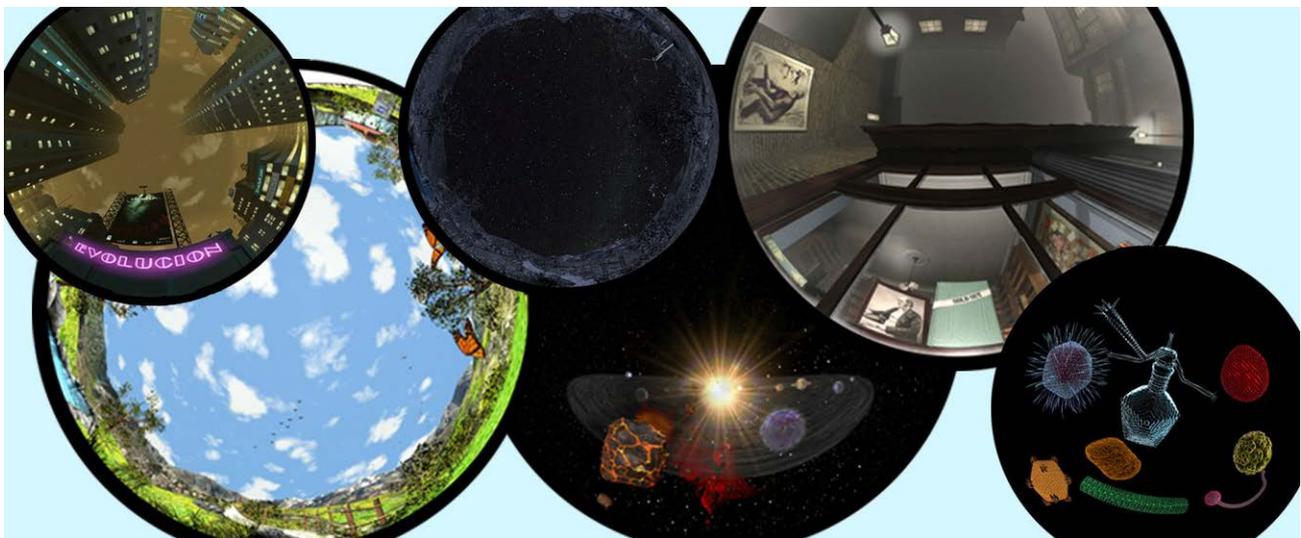
Observando la naturaleza parece que nos encontramos atrapados en un círculo infinito en el que los acontecimientos se repiten, invariablemente, a lo largo del tiempo. Los dos ciclos más importantes para nosotros son el ciclo día/noche y el de las estaciones. Cada día el sol sale por la zona del Este y, tras recorrer el cielo, se pone por la del Oeste. Todos los años se repiten los ciclos estacionales y aunque la meteorología impone cambios puntuales, en general, los ciclos de insolación y las épocas de frío/calor se repiten más o menos en las mismas fechas. A primera vista podríamos pensar que nos encontramos atrapados en un bucle infinito del que no podemos escapar.

No obstante, sobre estos procesos cíclicos se superponen de forma más o menos sutil, otros procesos de naturaleza bien diferentes. El más evidente lo sentimos en nosotros mismos, en nuestra vida. Al cabo de un año, nuestro cuerpo, nuestras circunstancias particulares, nuestra vida ha cambiado, y se trata de cambios irreversibles, no cíclicos, son cambios que se dirigen en un sentido único. Nuestro cuerpo y nuestro entorno personal evoluciona con el tiempo y, esos cambios no tienen marcha atrás.

La evolución es un proceso que produce cambios irreversibles, de manera que aquellos sistemas que han evolucionado, ya nunca volverán a ser lo que fueron. Esto ocurre con las personas y en general con todos los seres vivos, pero también con los sistemas físicos como las estrellas, las galaxias y con el Universo en su conjunto. Los procesos evolutivos son de naturaleza no cíclica y fluyen a través de la flecha del tiempo en un sentido único, sin posibilidad alguna de retorno a las condiciones del pasado.

A mediados del siglo XIX, Charles Darwin publicó "El origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida" una obra de capital importancia en la historia. En ella, Darwin proponía una explicación para la enorme diversidad de la vida en la Tierra como resultado de un complejo proceso de evolución.

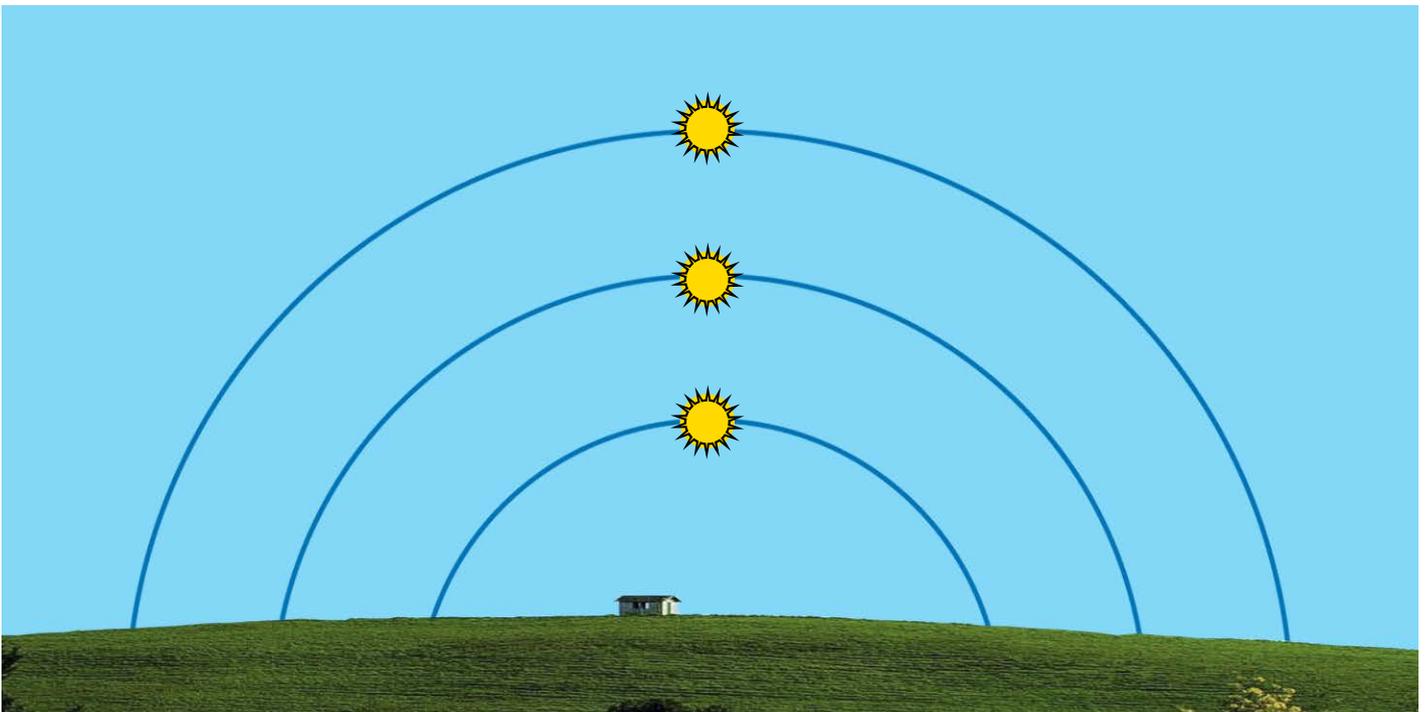
En esta Unidad Didáctica trabajaremos algunos hechos relacionados con los ciclos naturales en los que estamos inmersos (el ciclo diurno y el de las estaciones) y nos introduciremos en los procesos evolutivos que nos afectan a nosotros, a nuestro entorno y al universo en el que vivimos.



Actividad 1 *Las estaciones desde la Tierra*

Responde a las preguntas en tu cuaderno

Las trayectorias del Sol que tienes representadas en el siguiente fotomontaje corresponden a un lugar del hemisferio norte de latitud intermedia. Se corresponden con el camino del Sol sobre el horizonte en el día más largo del año, en el más corto, y en uno en el que duran lo mismo el día y la noche. Fíjate en ellas para entender mejor las diferencias entre las estaciones.



- a) ¿Cuáles son las cuatro estaciones? ¿Cuál es la causa de que se produzcan?
- b) Todos los días del año a medio día, el Sol se encuentra en el punto más alto de su recorrido. ¿Qué punto cardinal se encuentra debajo?
- c) Indica en la imagen cuál será el recorrido del Sol en los equinoccios y en los solsticios, días en que comienzan las estaciones. Anotálos sobre las trayectorias.
- d) Consulta en la web del **Observatorio Astronómico Nacional** y responde a las siguientes preguntas referidas a este año.
- ¿Cuándo comienza la primavera en el hemisferio norte? ¿Y en el hemisferio Sur?
 - ¿Cuándo comienza el verano en el hemisferio norte? ¿Y en el hemisferio Sur?
 - ¿Cuándo comienza el otoño en el hemisferio norte? ¿Y en el hemisferio Sur?
 - ¿Cuándo comienza el invierno en el hemisferio norte? ¿Y en el hemisferio Sur?
- e) **Equinoccio** proviene del latín *Aequinoctem* y significa "la noche igual que el día". Tenemos dos Equinoccios al año; en estos dos días el Sol está 12 horas por encima del horizonte y otras 12 por debajo. Para que esto ocurra, la salida y la puesta del Sol se producen exactamente por los puntos cardinales Este y Oeste. **Marca en la imagen la posición de 3 de los puntos cardinales que se ven.**

Actividad 2 *Las coordenadas terrestres*

Responde a las preguntas en tu cuaderno.

Nota para el profesor/a: utiliza la notación decimal y considera el valor 23,5 en este ejercicio



- a) ¿Cuál es la inclinación del **eje** de rotación de la Tierra?
Realiza una tabla que contenga los siguientes datos de los planetas del Sistema Solar:
- Inclinación de los ejes de rotación
- Inclinación de los planos orbitales respecto del plano de la órbita de la Tierra.
- b) Define el término **paralelo**.
- En la Tierra hay 5 paralelos principales, ¿cuáles son?
- ¿Qué latitud tiene el *Trópico de Cáncer*? ¿Y el *Trópico de Capricornio*?
- Hay un parámetro que se llama **colatitud** que se define como: **90°- latitud**. Calcula la colatitud de los 2 Círculos Polares.
- ¿Qué inclinación tendría que tener el eje de la Tierra para que tu pueblo/ciudad estuviese en el *Trópico de Cáncer*?
- c) Define el término **meridiano**.
- ¿Cuál es el meridiano 0?
- ¿Qué relación hay entre el meridiano 0 y los husos horarios?
- Cuando nos referimos a una hora concreta del día, muchas veces utilizamos las abreviaturas AM y PM. ¿Qué significan?
- d) Pinta con un rotulador rojo en la imagen los paralelos y el meridiano más conocidos.

Redacción. Imagina y describe el ciclo día/noche y las estaciones en estos supuestos:

- a) El eje es perpendicular al plano orbital (como ocurre casi en Júpiter)
b) El eje está en el plano orbital (como ocurre casi en Urano)

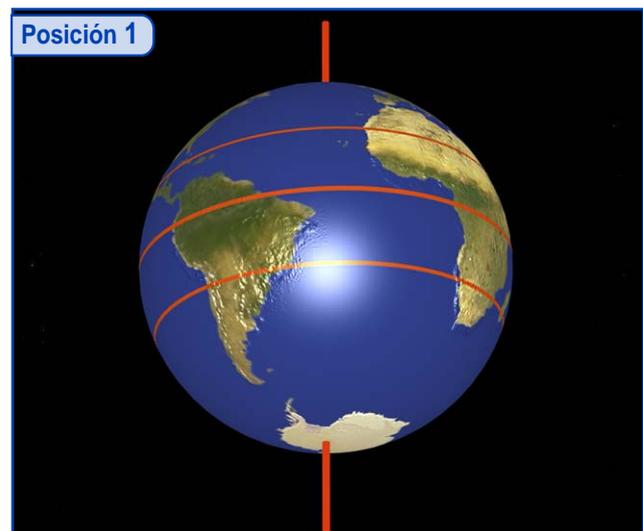
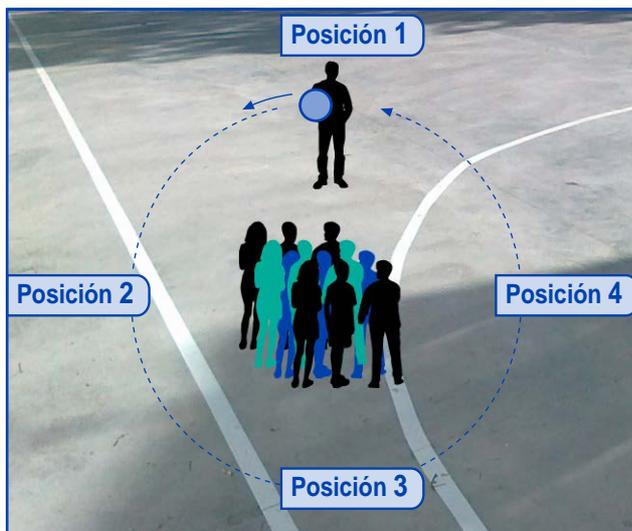
Actividad 3 *Las estaciones desde el Sol*

Simulación 1

Para realizar esta simulación necesitamos un globo terráqueo y un espacio amplio (el patio o la zona de juegos del colegio). Los alumnos se agruparán en la zona central del recinto - todos ellos constituirán el Sol-, mientras que el profesor/a sujetará la Tierra a cierta distancia. El grupo central de alumnos siempre mirará hacia la Tierra.

Teniendo en cuenta que la Tierra tiene el eje inclinado respecto de su órbita, el profesor/a simulará el movimiento de traslación de la Tierra manteniendo fija la dirección espacial de dicho eje de rotación (el eje de la Tierra siempre apunta a la Estrella Polar). El sentido de movimiento de traslación de la Tierra es anti-horario visto desde arriba (desde el Norte). El sentido del movimiento de rotación es el mismo que el de traslación. Para visualizar la situación real es conveniente que se reproduzcan ambos al mismo tiempo cuando se mueve la Tierra de un punto importante al siguiente.

Nota: no debemos olvidar que la órbita de la Tierra, aunque sea elíptica, es casi CIRCULAR. por lo tanto, para hacer esta simulación, es mejor que el profesor/a que sujeta el globo terráqueo dé la vuelta describiendo una circunferencia.



El profesor/a se detendrá en cuatro posiciones de la órbita (cada 90º) para reproducir la situación de la Tierra en cada uno de los cuatro días importantes que marcan el comienzo de las estaciones a lo largo del año (ver imagen).

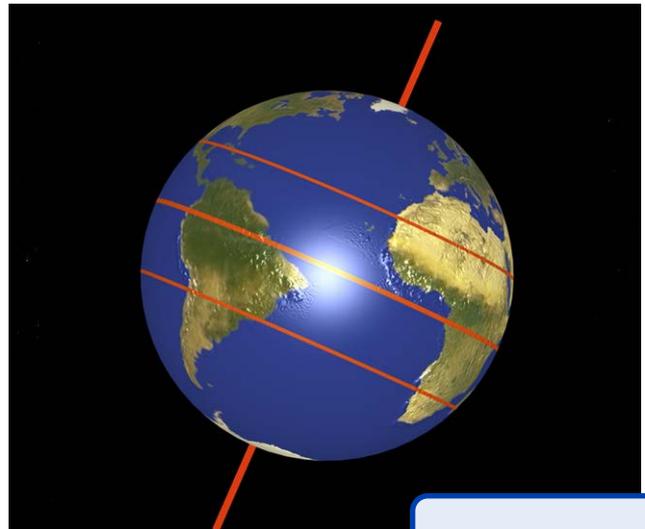
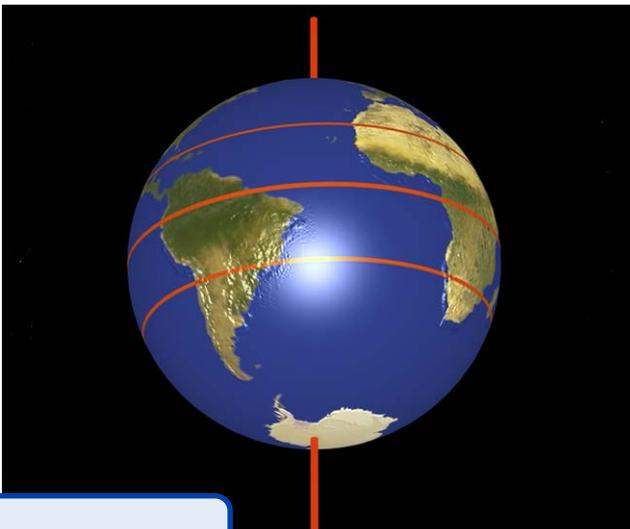
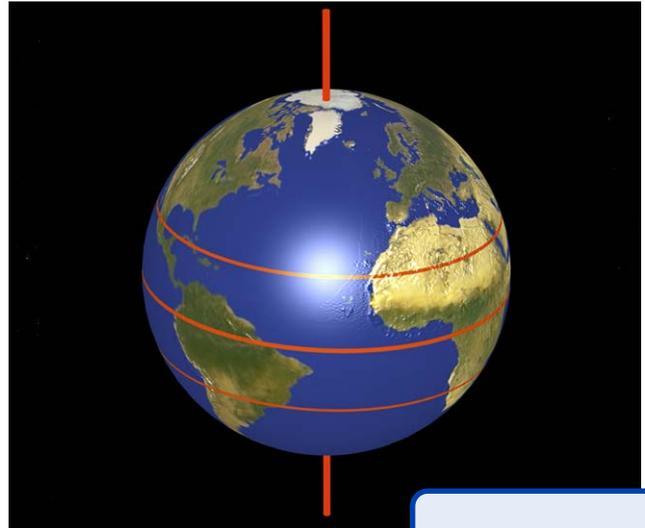
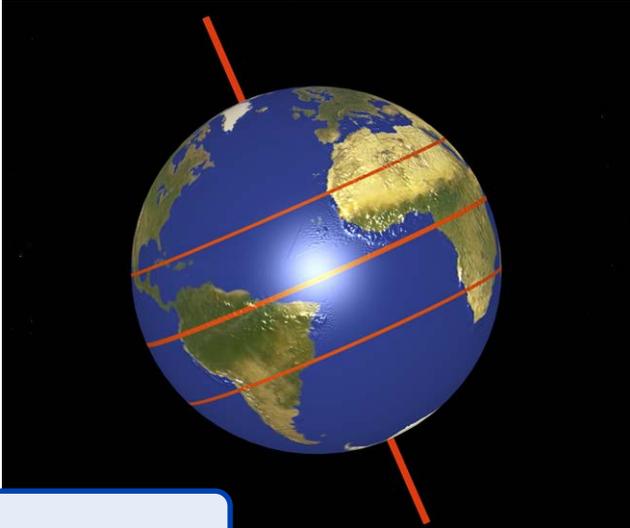
Responde a las siguientes preguntas referidas a cada una de las posiciones indicadas:

Posiciones 1, 2, 3 y 4.

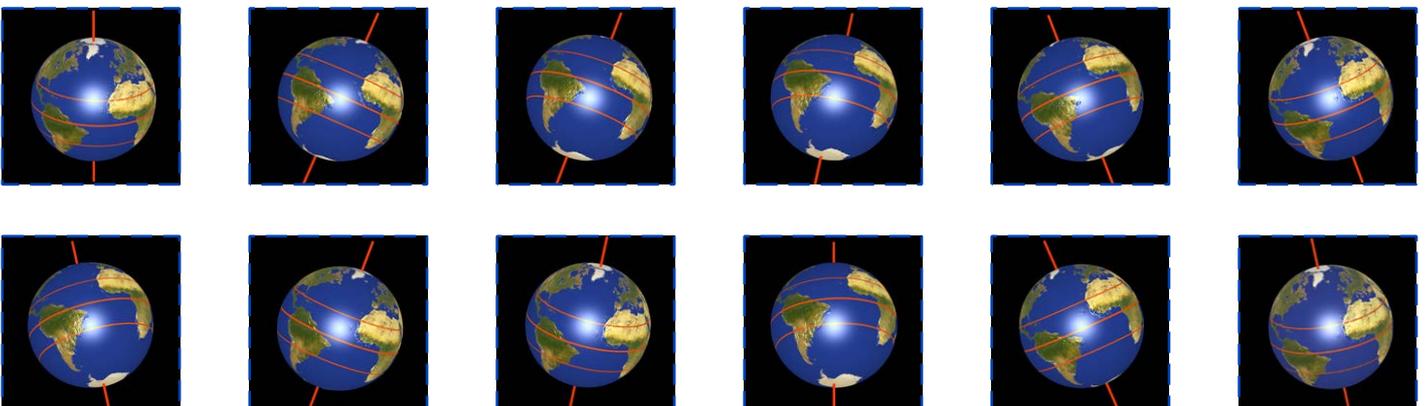
- ¿Cuál de los dos Polos se ve desde el Sol?
- En el polo Norte ¿es de día o de noche?
- ¿Sobre qué paralelo importante incide la luz del Sol perpendicularmente a mediodía?
- ¿Qué estación comienza en el Hemisferio Norte? ¿Cuál en el Sur?
- ¿En qué hemisferio de la Tierra son más largos los días que las noches?

Actividad 3 *Las estaciones desde el Sol*

Las siguientes imágenes podrían ser "fotos" de nuestro planeta sacadas desde el Sol. Cada imagen corresponde a una de las 4 posiciones simuladas anteriormente. Deduce cuál es la imagen que corresponde a cada una de las estaciones.



En esta secuencia te presentamos "las fotos sacadas desde el Sol" mes a mes. Recórtalas y pégalas de forma ordenada en un folio para reproducir un año terrestre.



Actividad 3 *Las estaciones desde el Sol*

- Además de la traslación, la Tierra gira alrededor de su eje: es la rotación. Mirando la Tierra como en el ejercicio de simulación (desde el Polo Norte de su plano orbital):

- ¿En qué sentido hace la Tierra el movimiento de rotación? Pista: ¿Por qué se le llama a la zona del Levante de esa manera? ¿Dónde amanece antes, en Barcelona o en A Coruña?
- ¿Cuántas veces debe girar el globo terráqueo sobre su eje para completar una vuelta alrededor del Sol (un año)?

- Busca en internet y responde: ¿Por qué crees que el sentido de los movimientos de rotación y traslación son prácticamente coincidentes? (salvo por la inclinación del eje de la Tierra).

¿Coincide este sentido de giro con el que tienen el resto de planetas del Sistema Solar? ¿A qué crees que es debido?

- Además de compartir el sentido de giro, las órbitas planetarias se sitúan casi en el mismo plano. Ese plano proyectado a la esfera celeste define una franja de constelaciones muy conocidas.

¿Cuántas son? ¿Cómo se llaman? Dos de esas constelaciones están asociadas a 2 de los paralelos importantes de la Tierra ¿Cuáles son?

Simulación 2. Repetiremos en clase el ejercicio de simulación realizado anteriormente en el patio añadiendo los siguientes cambios:

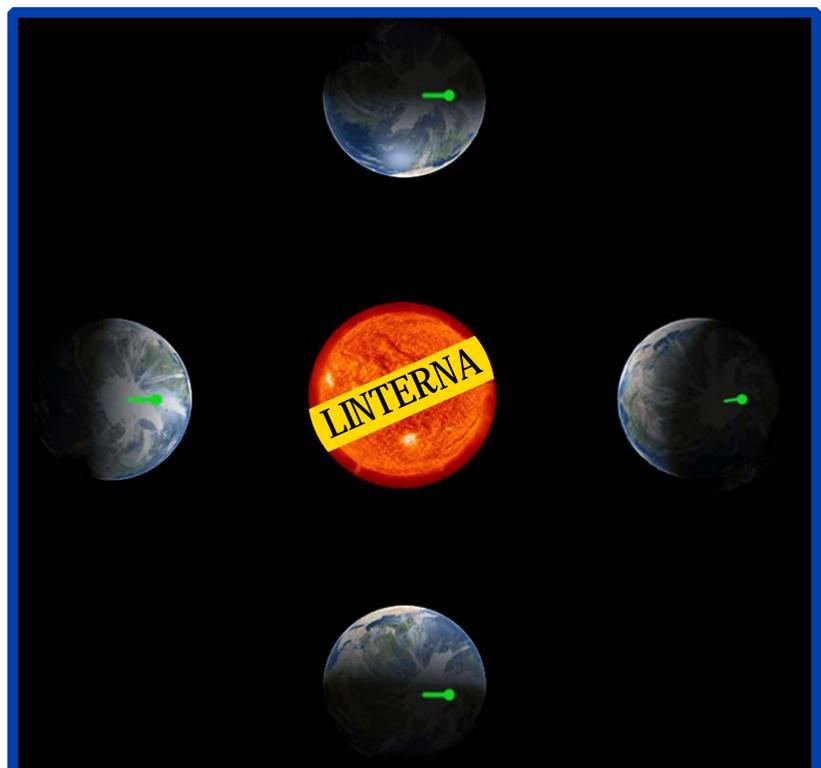
- Pegamos con un poco de plastilina (o similar) un trocito de palillo (partido por la mitad, o incluso más pequeño) en la Península Ibérica perpendicularmente a ésta.

- Cerramos las persianas del aula y apagamos la luz.

- En el centro de la clase se colocará un alumno (el Sol) con una linterna y apuntará con ella a la Tierra; el resto de alumno/as junto con el profesor/a simularán el movimiento de la Tierra alrededor del Sol.

- Repitiendo los movimientos del anterior ejercicio, trataremos de observar la sombra: cómo evoluciona la zona de sombra (noche) en los distintos puntos de la órbita; también la longitud de sombra que hace el palillo sobre el globo terráqueo durante las diferentes estaciones del año, así como la cantidad de luz que recibe cada hemisferio durante las estaciones.

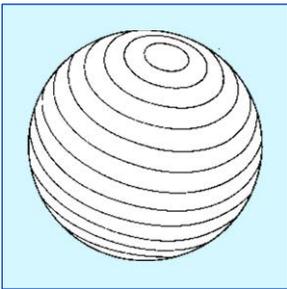
- Fíjate en los Polos. ¿Sabes a qué estación corresponde cada posición de la Tierra en la imagen?



Actividad 4 *Posiciones sobre la superficie de la Tierra*

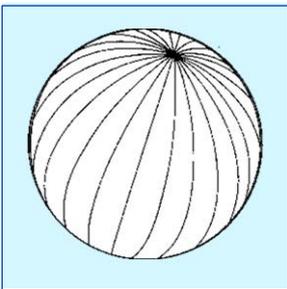
La posición de un punto sobre la superficie de la Tierra se define en 3 parámetros. A continuación se explican cuales son. Responde a las preguntas

LA LATITUD marca la distancia angular de un lugar al Ecuador visto desde el centro de la Tierra. La cantidad se mide en grados y el sentido es Norte o Sur.



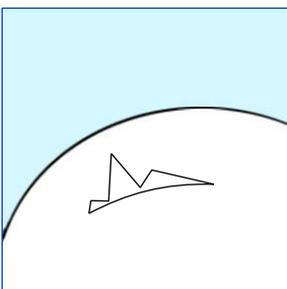
- ¿Cómo se llama el paralelo de latitud 0º? ¿Y el de 23,5º? ¿Y el de 66,5º?
- ¿Qué latitud tiene tu ciudad/pueblo?
- Busca en un mapa:
 - 2 ciudades que tengan la misma latitud: Una de ellas al Este y otra al Oeste de tu pueblo/ciudad.
 - Haz una lista de los países por los que pasa el paralelo que marca la latitud de tu ciudad/pueblo.
 - 1 lugar con la misma latitud que tu ciudad/pueblo pero en el Hemisferio Sur. ¿En qué país se encuentra?

LA LONGITUD. Un meridiano es un círculo máximo perpendicular al Ecuador. En la Tierra todos los meridianos pasan por los Polos: se cortan en los Polos (ver imagen). La Longitud, que es el segundo parámetro que define un punto sobre la superficie de la Tierra, se mide en grados y el sentido puede ser Este u Oeste. De manera arbitraria se define en la Tierra un meridiano origen.



- ¿Cuál es? ¿Por qué tiene ese nombre? ¿Qué hay en ese lugar que lo hace tan especial? ¿Tiene que ver con la observación de las estrellas?
- Cada punto de la Tierra tiene un valor de longitud: pero no todos los lugares que están en el mismo meridiano tienen la misma Longitud. A diferencia de lo que ocurre con la Latitud (todos los lugares que comparten paralelo tienen la misma Latitud), con la Longitud, la mitad de los puntos que están en un meridiano tiene una longitud Este y otra Oeste. Sus valores son complementarios. La mitad de los puntos que están en el meridiano origen tienen longitud 0º y la otra mitad 180º.
- Busca en el mapa dos ciudades que estén en el mismo meridiano que tu pueblo/ciudad, una de ellas con la misma Longitud y la otra no.
- Haz una lista de los países por los que pasa el meridiano en el que se encuentra tu pueblo/ciudad.

LA ALTITUD. El tercer parámetro que necesitamos para identificar la posición de un punto sobre la superficie de la Tierra es la altitud. Su definición no es evidente ya que es preciso fijar antes la superficie de altura cero sobre la que medirla, es decir, la superficie de referencia. En muchos lugares se usa la **altura sobre el nivel del mar** en un punto concreto, por ejemplo, en las columnas de la fachada del Ayuntamiento de Pamplona se pueden leer las siguientes leyendas: "444,67 sobre el nivel del mar en Alicante" (columna izda); y en la dcha: "443,80 sobre el nivel del mar en Santander".



- ¿Qué conclusión se puede sacar comparando los dos datos?
- Como la superficie de nuestro planeta es irregular, se suele hacer referencia a un elipsoide que tiene en cuenta el achatamiento de los polos.
- Busca en la red información sobre este elipsoide de referencia.
- ¿Qué diferencia hay entre el radio polar y el radio ecuatorial de la Tierra?
- En el audiovisual Evolución, se habla del Observatorio Astronómico del Roque de los Muchachos en la isla canaria de La Palma. El vértice geodésico que se encuentra en el punto más alto marca una altitud de 2426 metros. Al estar tan alto, desde ese lugar se pueden ver estrellas en dirección sur que no son visibles desde los pueblos de la costa de la misma isla. Es lo que pasa con la estrella más cercana al Sistema Solar.
- ¿Cómo se llama esta estrella? ¿A qué distancia está? ¿Cuántos componentes tiene ese sistema? ¿Cómo se mueven entre sí?

Actividad 5 *Husos horarios*

¿Qué hora es?

a) ¿Cuándo y cómo se establecieron los husos horarios?

b) Busca una web donde puedas comparar los diferentes husos horarios establecidos en la Tierra y responde:

- El día del Equinoccio de Primavera, si en tu ciudad/pueblo son las 12 del mediodía, ¿qué hora es en las siguientes ciudades? Márcalas en el mapa de página 8.

Londres: _____; Varsovia _____;
Windhoek (Namibia) _____;
Tokio: _____; Nueva York: _____;
Santiago de Chile: _____; Rabat: _____.

- ¿Qué diferencia de longitud geográfica hay entre ellas?

c) ¿Qué decisión se tomó en **Samoa** en el año 2011? Busca noticias relacionadas.

- ¿Qué ocurrió? ¿Estás de acuerdo?
- Es la primera vez o ha sucedido antes también algo similar? Discútelo en clase.

d) Consulta en la web del Observatorio Astronómico Nacional y responde a las siguientes preguntas referidas a este año.

(NOTA: si vives en la península, Baleares, Ceuta o Melilla no consideres las Islas Canarias en este ejercicio. Si vives en Canarias, realiza este ejercicio considerando sólo tu comunidad autónoma)

- ¿En qué capital de provincia se produce el amanecer más temprano del año? ¿A qué hora se produce? ¿qué día del año ocurre?

- ¿En qué capital de provincia se produce el amanecer más tardío del año? ¿A qué hora se produce? ¿qué día del año ocurre?

- **Busca la capital de tu provincia y responde**

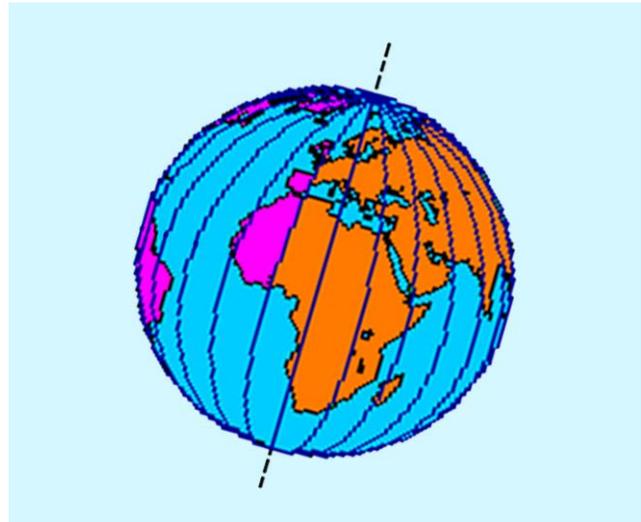
- ¿A qué hora sale el Sol el día 13 de junio? ¿A qué hora se pone?

- ¿A qué hora sale el Sol el día del Solsticio de verano? ¿A qué hora se pone?

- ¿Qué ocurre? ¿En cuál de los dos días el Sol está durante más tiempo por encima del horizonte?

- ¿Qué diferencia de tiempo hay entre el amanecer más temprano y el más tardío? ¿Y entre el atardecer más temprano y el más tardío? ¿Cuánto duran el día y la noche más larga y más corta? ¿Qué días se producen?

- ¿Qué días del año se produce la salida y la puesta del sol con una diferencia de 12 horas?



Actividad 5 *Husos horarios*

¿Qué hora es?

Parece en principio una pregunta fácil de contestar: miras al reloj de tu muñeca, a la esquina del monitor de tu ordenador o lo consultas en el móvil, y ya está. Pero establecer los horarios, algo que tenemos muy interiorizado, no siempre ha sido fácil. Pensemos un poco sobre ello:

Los husos horarios son convenciones, decisiones tomadas con el fin de organizar y unificar las horas a lo largo del día. Todos asociamos que las **6:00 a.m.** es una hora temprana en la mañana en cualquier parte del mundo; mientras que las **17:00 horas** las asociamos a una hora intermedia en la tarde, en cualquier parte del planeta. Las **12:00 horas** marcan el *mediodía*: ha pasado la mitad día desde que el Sol ha salido y falta la otra mitad para que se ponga; a mediodía el Sol se encuentra en el punto más alto que alcanza en el cielo durante un día cualquiera.

No obstante, ¿has pensado qué ocurriría si no se hubieran llevado a cabo las convenciones que definen los Husos horarios? ¿Qué pasaría si viajasemos desde Madrid hasta México y no cambiásemos la hora? En vez de los Husos horarios, se podía haber establecido otro orden, en el que por ejemplo, las 7:00 horas significasen *mañana, temprano, hora de levantarse para ir al colegio o al instituto* en Madrid, mientras que en Nueva Zelanda significasen *hora de salir del colegio y merendar, estar con los amigos o acudir a alguna actividad extraescolar...* ¿Cómo nos afectaría? Piensa y discútelo en clase.

Algunos Países, además, llevan a cabo criterios de ahorro de energía y adoptan los horarios de invierno y de verano. Por si esto fuera poco, hay países que deciden su hora de manera que sea diferente de la que tienen en algún país vecino, precisamente para no tener la misma que ellos.

¿Qué hora es? no es tan fácil contestar, ¿verdad?



Actividad 5 *Husos horarios*

¿Qué hora es?

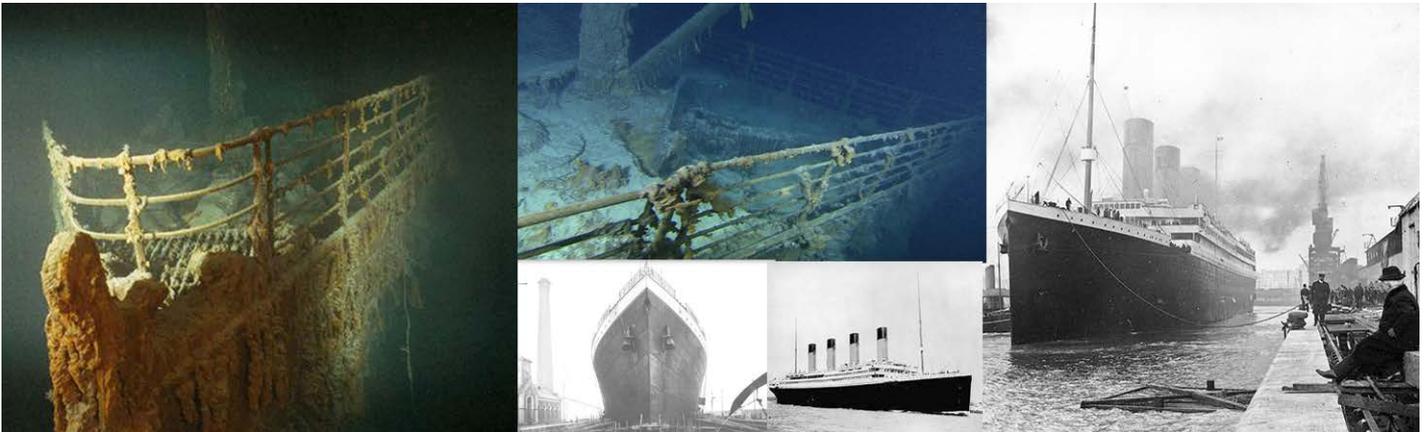
El 10 de abril de 1912 a mediodía zarpó desde Southampton el Titanic. 4 días más tarde, en la noche del 14 al 15 de abril se estrelló fatalmente contra un iceberg y se hundió; fue sin duda una de las mayores tragedias marítimas del siglo pasado.

Vamos a recordar en hundimiento del Titanic en el centro donde estudias. Imaginemos que hoy es el día del centenario y queremos hacer sonar una campana justo a la hora en que se produjo el hundimiento

El Titanic se hundió a las 02:20 horas (hora del barco) en estas coordenadas:

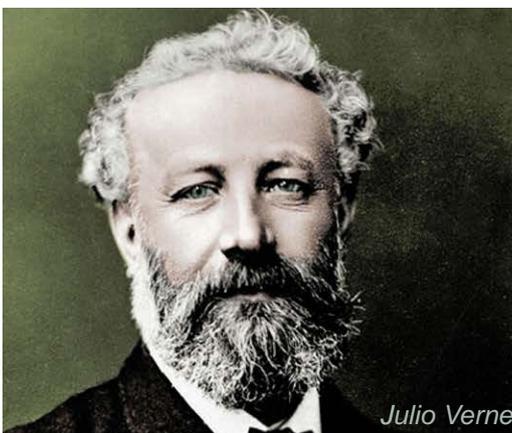
- Latitud: 41° 43' 35 " Norte - Longitud.: 49° 56' 54" Oeste.

¿A qué hora tenemos que tocar la campana en clase? Tienes que calcular qué hora es aquí si en ese punto del Atlántico Norte son las 02:20 horas. Ten en cuenta también que en abril ya aplicamos el horario de verano que adelanta dos horas nuestros relojes respecto a la hora que le corresponde a nuestro huso horario.



Julio Verne publicó en 1872 la novela *La vuelta al mundo en 80 días*. Busca en internet cuál fue el recorrido del viaje y haz una lista con las ciudades más importantes visitadas por Phileas Fogg.

- ¿El viaje se realizó de Este a Oeste, o por el contrario, de Oeste a Este?
- ¿Influye a la hora de completar el recorrido? ¿De qué manera se realiza más rápido? ¿Por qué? ¿Ocurrió alguna anécdota con la hora durante el viaje? ¿Cuándo?
- Hoy en día disponemos de medios de transporte más veloces. Calcula más o menos en cuantos días podrías realizar la vuelta al mundo. Escribe una redacción sobre el viaje que realizarías.



Julio Verne



Actividad 6 *Evolución biológica*

La edad de la Tierra

Los restos de criaturas del pasado son difíciles de encontrar. **Se estima que sólo un hueso de cada mil millones llega a fosilizarse**, según han calculado científicos expertos en el tema. Comparativamente, se puede imaginar como si de los 46 millones de personas que viven hoy en España, que tienen 206 huesos cada una, sólo quedarán en el futuro, fosilizados, unos 9 huesos. Además, para los seres del futuro no sería fácil encontrarlos: podrían estar repartidos en un área de más de 500.000 kilómetros cuadrados. Calculado de otra forma, de los 6.500 millones de humanos que habitamos la Tierra, tal vez llegarán fosilizados al futuro unos 1.200 huesos, que apenas darían para formar seis personas completas, y estarían repartidos por todo el planeta. Se ha estimado que sólo han llegado al registro fósil una especie de cada 10.000 de las que existieron alguna vez en nuestro planeta. No es mucho, pero es mejor que nada.

- La historia del cálculo de la edad de la Tierra ha sido curiosa, los fósiles ayudan, pero hay que datarlos. **Busca estos personajes y explica qué hicieron en este campo.**



Los restos fósiles nos hablan de grandes extinciones masivas que han afectado a la biodiversidad. En el audiovisual *Evolución* se visualiza cuál pudo ser la causa de la 5ª gran extinción que causó la desaparición de aproximadamente la mitad de las especies que habitaban la Tierra.

- Busca información de dónde pudo caer el cometa-asteroide y de lo que ocurrió después.

Se dice que la 6ª gran extinción comenzó hace 10.000 años.

- ¿A quién y cómo está afectando? ¿Quién o qué la está produciendo?

Listas de especies extinguidas. Ejercicio competitivo por parejas: cada pareja ha de conseguir una lista con mayor número posible de especies extinguidas. ¿Quién ha ganado?

Redacción. Elige el animal que más te guste de las listas anteriores, documéntate y describe un día cualquiera de su vida: dónde y cómo vivía, que costumbres tenía, de qué se alimentaba... ¿Lo tendrías como mascota?

Actividad 6 *Evolución biológica*

La especie humana siempre ha querido saber cuáles son sus orígenes y el por qué de este mundo. Queriendo dar respuesta a esta pregunta, son múltiples las explicaciones que podemos encontrar a lo largo de la historia: desde las culturas animistas, pasando por las religiones y creencias, hay teorías para todos los gustos. La forma científica de explicar nuestro origen y el de la enorme biodiversidad del planeta, es mediante la **Teoría de la Evolución de las especies**. Lee el texto que aparece a continuación y responde a las preguntas

LA EDAD DE LA TIERRA (Paul Elouard)

A diferencia de la selección artificial que los humanos efectuamos con animales y plantas, potenciando determinadas características para mejorar su productividad, la selección natural no persigue ningún objetivo.

Es más, no hay variantes genéticas mejores que otras en sentido absoluto, sino que todo depende de las circunstancias del medio ambiente. Lo que es favorable en un momento dado, puede no serlo en otro. Además, por un fenómeno que se conoce como mutación, de cuando en cuando, nacen individuos con variantes nuevas, pero de ninguna manera los hábitos o necesidades de los individuos determinan en qué dirección se producirán las mutaciones. No obstante, éstas son una fuente inagotable de novedades sobre las que actúa la selección natural, modificando las especies con el tiempo e impulsando su evolución. Las mutaciones no producen por sí solas nuevas especies, sino que aumentan la variabilidad de las existentes.

El azar también representa un papel fundamental en la evolución; por ejemplo, cuando unos pocos individuos sobreviven aleatoriamente (por su buena suerte) a una catástrofe ecológica que diezma los efectivos de su especie, o cuando unos pocos efectivos son transportados pasivamente por las fuerzas de la Naturaleza (el viento, un animal, los ríos o las corrientes marinas) para fundar una nueva población. Las características de estos individuos seleccionados por el azar podrían no ser las más frecuentes en la población original y, sin embargo, son el punto de partida de la evolución posterior. A veces, una catástrofe de mayores proporciones puede eliminar de un plumazo una o muchas especies perfectamente adaptadas.



El azar posee un papel fundamental en el proceso evolutivo.

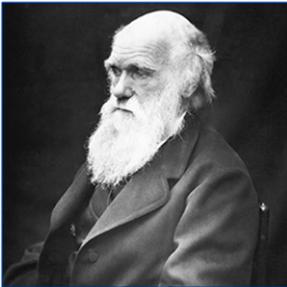
- Define qué es el azar y señala qué papel le atribuye el texto.

Si en un planeta semejante a la Tierra volviera a aparecer la vida, como ocurrió aquí hace 3600 millones de años,

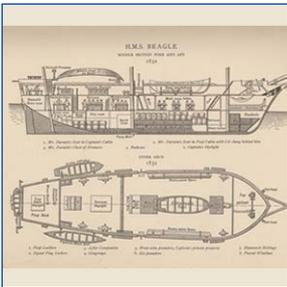
- ¿Seguiría el mismo proceso? ¿Al cabo de esos años estaríamos aquí? Razona las respuestas.

Actividad 7 *Teoría de la Evolución*

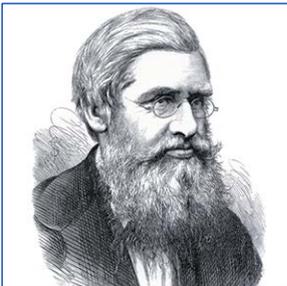
Para entender mejor la Teoría de la Evolución, vamos a contextualizarla. Dividiremos la clase en cuatro grupos: cada uno de ellos deberá trabajar una de las 4 cuestiones que se plantean debajo. Después, cada grupo preparará una exposición oral para presentarla al resto de compañeros



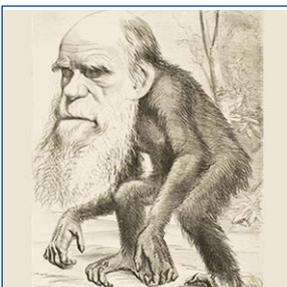
Grupo 1. Charles Robert Darwin nació en Shrewsbury el 12 de febrero de 1809. Busca el contexto social, cultural, económico y político de la época.



Grupo 2. El *Beagle* zarpó el 27 de diciembre de 1831. Describe el viaje de Darwin: por qué se embarcó en esa aventura, cuánto duró, a qué se dedicó durante el viaje, qué lugares visitó...



Grupo 3. La figura de Alfred R. Wallace. ¿Quién fue? ¿Qué aportó a la teoría de la evolución? ¿Crees que Darwin se portó correctamente con él? ¿Fue una opción acertada?



Grupo 4. “El origen de las especies” obra publicada por Darwin suscitó una gran controversia social, eclesiástica, política y científica. Samuel Wilberforce fue el gran detractor de Darwin mientras que Thomas Henry Huxley su acérrimo defensor. Busca información a cerca de los debates de la época.

Debate: Dividiremos la clase en tres grupos. Después de documentarse debidamente, cada grupo debe defender con argumentos firmes uno de los siguientes temas. El profesor/a ejercerá el papel de moderador

Tema 1: Creacionismo y Diseño inteligente

Tema 2: Evolución y Teoría sintética de la Evolución

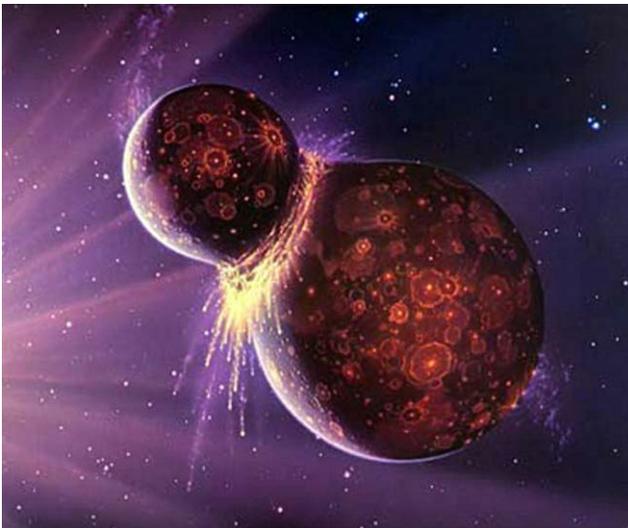
Tema 3: Lamarckismo

Actividad 8 *La Luna y la vida*

Lee el texto que aparece a continuación y responde a las preguntas. Todas las respuestas no están en el texto

¿DE QUÉ MANERA INFLUYE LA LUNA EN LA TIERRA?

En 1974 un desconocido e inexperto William Hartmann, consiguió explicar su teoría a un grupo de científicos reunido en la universidad Cornell. Con bastante timidez, relató la historia de un momento apocalíptico en el que un planeta de al menos el tamaño de Marte, chocaba contra la Tierra. Explicó cómo, casi al instante, el increíble calor generado convertiría en lava fundida las superficies de los mundos en colisión. Nubes gigantescas de lava sobrecalentada en polvo serían arrojadas al espacio en parte desde el planeta solitario, en parte desde la Tierra. Lo que quedó de la convulsa Tierra se tragaría los restos del planeta solitario. Calculó que los escombros fundidos expulsados se soldarían con increíble rapidez, quizá en tan sólo mil años, para formar la Luna.



Habitualmente nos referimos a la Luna como el satélite natural de la Tierra. Se denomina satélite natural a cualquier objeto que orbita alrededor de un planeta. Generalmente el satélite es mucho más pequeño y acompaña al planeta en su traslación alrededor de la Estrella que orbita. En el caso de la Luna, que tiene una masa aproximada a $1/81$ de la masa de la Tierra, podría considerarse que estamos ante un sistema de dos planetas que orbitan juntos (sistema binario de planetas). Esto se debe a que el cociente entre la masa de cualquier luna y la del planeta al que orbita es mucho menor en todos los casos del Sistema Solar de lo que es en el sistema Tierra-Luna. Lo mismo ocurre con el planeta enano Plutón y su luna Caronte.

Una consecuencia de vivir en un planeta con una luna tan grande, es que podemos ver la influencia que ésta ejerce sobre la Tierra. La más notable de todas es el ciclo de las mareas. Es cierto que también el Sol tiene influencia en las mareas oceánicas, pero el efecto más importante se debe a la Luna. Hace miles de millones de años, la Luna se encontraba más cerca y la influencia mutua de ambos astros era muy superior a la actual. Por tanto, la presencia de las mareas muy vivas debió de favorecer la adaptación de las especies en su viaje del mar a tierra firme ya que en las zonas que son cubiertas y descubiertas por las aguas periódicamente, se crea un ecosistema mixto en el que los seres vivos han de poder sobrevivir en ambos medios. En este sentido, la Luna funciona como motor de la evolución de las especies ya que favorece la creación de condiciones cambiantes.

Tanto la deformación de la Tierra debida a las mareas terrestres como la elevación del agua en las mareas oceánicas son procesos que disipan energía. El trabajo lo efectúa el momento de la fuerza que la Luna y Sol ejercen sobre la parte deformada de la Tierra y de los océanos. *(continúa siguiente pag.)*

Actividad 8 *La Luna y la vida*

La disipación de energía exige que los ejes mayores de los elipsoides de la hidrosfera y de la Tierra no estén perfectamente alineados con la Luna y el Sol, sino que tengan un pequeño retardo de fase. Ese momento frena la rotación de la Tierra y la duración del día aumenta 17 microsegundos por año (aproximadamente 1 segundo cada 59.000 años).

Por otro lado, el momento de la fuerza que la Tierra ejerce sobre la Luna le comunica energía. Como la Luna está en órbita alrededor de la Tierra, ese aumento de energía se traduce en un aumento de la distancia entre los dos astros y una disminución de la duración del mes lunar. La distancia Tierra-Luna aumenta unos 38 mm por año. Este alejamiento significa que en épocas pasadas debió de estar mucho más cerca.

Precisamente por ser la Luna tan grande en relación a la Tierra, tiene sobre nuestro planeta un efecto sutil pero que es fundamental para la vida. La influencia gravitatoria de la Luna hace que el eje de rotación de la Tierra mantenga constante su inclinación con respecto al plano orbital; en concreto el eje cambia de dirección en un ciclo de casi 26.000 años (movimiento de precesión), pero lo hace describiendo una superficie cónica, de manera que se mantiene constante la inclinación respecto de la órbita. Esta estabilidad hace que el ciclo estacional también se mantenga a lo largo de los años. Si esto no ocurriera, el eje habría variado su inclinación de manera muy importante y el clima en la Tierra habría sufrido grandes variaciones, con periodos muy fríos que habrían congelado el planeta durante millones de años, o periodos tórridos en amplias regiones del mismo. En otras palabras, sin la Luna, la vida habría tenido muchas más dificultades para evolucionar hasta las formas complejas que existen en la actualidad. Nuestro planeta, al menos desde el punto de vista de la vida, sería un lugar muy distinto.

La evolución de las especies a lo largo de la historia está condicionada por factores externos. Uno de los más influyentes es el relativo a las condiciones climáticas. Alteraciones extremas del clima pueden condicionar el proceso de evolución por selección natural y limitar la aparición de especies constituidas por estructuras complejas. Especies complejas como la nuestra y otras, precisan de cierta estabilidad en las condiciones climáticas para su éxito en el planeta en el que han aparecido. En ese sentido, la Luna ha proporcionado la estabilidad climática que ha permitido la aparición en la Tierra de nuestra especie.

Quizás a partir de ahora, cuando la veas en el cielo, cuando sigas sus fases y sus movimientos, quizás la mires con otros ojos.

- ¿Crees que la Luna es de vital importancia para la vida? ¿Cuáles son los fenómenos más importantes que causa la Luna? Elabora una lista.
- ¿La Luna se está acercando a la Tierra, o por el contrario, se está alejando? ¿Ha estado alguna vez más cerca de lo que está ahora? ¿Cuándo?
- La inclinación del eje de la Tierra y la estabilidad de éste es fundamental para el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Utiliza la tabla de la inclinación de los ejes que has realizado en el ejercicio de la página 3, elige uno de los planetas y redacta, a tu parecer, las condiciones climáticas que tendrá ese planeta (teniendo en cuenta la inclinación del eje del planeta elegido) .
- ¿Qué diámetro tiene la Luna? ¿Y la Tierra?
- ¿Consideras que el tamaño de la Luna es grande o pequeño en relación al planeta que orbita?
- Elige de cada uno de los planetas del Sistema Solar que tienen lunas la que sea mayor y elabora una tabla en la que aparezca el diámetro del planeta, el de la luna y el cociente de ambos (luna/planeta). Ordena la tabla en función de esta columna. ¿Qué conclusión extraes?

Actividad 9 *Evolución química del Universo*

Esta actividad es diferente. Lee atentamente el texto; se plantea el ejercicio al final

Cecilia Payne-Gaposchkin (1900-1979) fue quien descubrió que el Hidrógeno y el Helio son los elementos más abundantes de las estrellas y del universo.

En 1925, Cecilia Payne-Gaposchkin presentó su trabajo de Tesis Doctoral convirtiéndose en la primera mujer que adquiría el título de Doctor en Astronomía por la Universidad de Harvard. En su trabajo sobre la composición de las atmósferas de las estrellas, demostró que el Hidrógeno y el Helio eran, con gran diferencia, los elementos más abundantes del Universo. Este descubrimiento contradecía la creencia de la época según la cual las estrellas tenían la misma composición química que la Tierra. Posteriores investigaciones confirmaron la tesis de Cecilia que, por otra parte, sugería que el Universo había tenido un origen "caliente".



Cecilia Payne

Los primeros momentos de la evolución química del Universo

Hoy sabemos que los únicos elementos que se formaron en el Universo primigenio fueron Hidrógeno, Helio y pequeñas cantidades de Litio. Los demás átomos que observamos en nuestro planeta y en otros lugares del Universo, como el Oxígeno, Carbono, Nitrógeno, Silicio, Hierro, Uranio... se formaron después, en el interior de las estrellas.

Las primeras estrellas nacieron antes incluso que las primeras galaxias, a partir de la materia primordial. La fragmentación de la materia creada en el Big Bang, en un Universo en rápida expansión, permitió la aparición de nubes de Hidrógeno y Helio que colapsaron por su propia gravedad. Muchas de estas primeras estrellas vivieron muy poco tiempo porque se trataban de estrellas muy grandes, en el límite superior de masa que permite su estabilidad. Estas estrellas gigantes brillan muchísimo y consumen su fuente de energía, el Hidrógeno, muy deprisa. Todas ellas mueren violentamente en una formidable explosión que disemina por el espacio los nuevos elementos generados durante su corta y ajetreada vida. De esta manera, poco después del Big Bang, las estrellas comenzaron el largo y continuado proceso que rige la evolución química de nuestro Universo.

Tras esta primera generación de estrellas, las nubes de gas que constituyen la materia prima con la que se forman nuevas estrellas ya contenían átomos de otros elementos distintos al Hidrógeno y Helio. Pero, el nacimiento de esta segunda generación de estrellas tuvo lugar en el seno de estructuras mayores: las galaxias. Actualmente, podemos considerar a las galaxias como los constituyentes básicos de nuestro Universo.

La formación de las estrellas

Las estrellas nacen a partir de la contracción de grandes nubes de gas y polvo que se encuentran en las galaxias. De una de estas nebulosas de formación estelar nacen, típicamente, varios cientos de estrellas. En una región del cielo que desde nuestra latitud se ve en invierno durante toda la noche, encontramos tres ejemplos en los que vemos otros tantos momentos de este proceso.



1.La nebulosa de Orión. En la constelación del gran cazador se reconoce fácilmente el cinturón; del él cuelga la daga en la que vemos la nube de gas y polvo que está formando nuevas estrellas. Algunas ya han nacido y su luz ilumina y calienta el gas que las rodea. Otras están en las fases finales del proceso de contracción, todavía semi-ocultas por las nubes de gas y polvo que las rodean. En algunas, incluso, podemos advertir la presencia de estructuras que pueden originar la formación de sistemas planetarios. En este tipo de nebulosas las estrellas que nacen primero suelen ser las más grandes, las que acumulan más materia.

Actividad 9 *Evolución química del Universo*



2. Las Pléyades. Más al Norte, en la constelación de Tauro, destaca un grupo de estrellas que son visibles prácticamente desde todos los lugares de la Tierra. El cúmulo de las Pléyades, conocido popularmente como las siete cabrillas, las siete palomas, las princesas de la helada, etc. son un grupo de unas 500 estrellas que se encuentran a unos 450 años-luz de nosotros y ocupan un volumen de unos 30 años luz de diámetro. En la imágenes de larga exposición se aprecia todavía parte de la nebulosa original. Las estrellas más brillantes son las más masivas y nacieron hace unos 100 millones de años: en el mesozoico terrestre.



3. Las Hyades. Formando la cabeza con forma de "V" del toro Tauro, encontramos el cúmulo de las Hyades. Este grupo de estrellas se halla a unos 150 años-luz de la Tierra y ocupan un volumen de, al menos, 80 años-luz de diámetro. La edad de este cúmulo se estima en unos 790 millones de años, es decir, es más viejo, y por tanto está más dispersado en el espacio que el cúmulo de las Pléyades. La estrella más brillante de Tauro es la gigante roja Aldebarán que se encuentra en la misma dirección que las Hyades, pero no pertenece a este grupo. Aldebarán está a unos 65 años-luz, más cerca del sistema solar que las estrellas de las Hyades.

La vida de las estrellas

Las estrellas pasan la mayor parte de su ciclo en un equilibrio muy estable entre las fuerzas que tienden a dispersar su materia y la fuerza de la gravedad que tiende a comprimirla. En esta fase, el núcleo estelar, a millones de grados y a una presión enorme, fusiona núcleos atómicos de Hidrógeno (protones) hasta producir núcleos de Helio. En este proceso se liberan partículas y una gran cantidad de energía, que es la que proporciona las fuerzas que sostienen la estrella.

El equilibrio generado por la fusión del Hidrógeno se rompe cuando éste se ha consumido en un porcentaje determinado. A partir de ese momento la estrella se desestabiliza y comienza un proceso en varias fases que depende fuertemente de la cantidad de materia de la estrella, es decir, de su masa.

Las estrellas poco masivas pueden permanecer en equilibrio durante miles de millones de años. Para el Sol esta fase durará unos 10.000 millones de años y sabemos que ahora está más o menos en la mitad de su vida. Pero las estrellas más masivas consumen el Hidrógeno a un ritmo tan grande, que necesitan solo unos cuantos millones de años para agotarlo, por eso, aunque la cantidad de Hidrógeno que disponen para la fusión es mucho mayor que en las estrellas más pequeñas, su estabilidad dura mucho menos ya que se gasta mucho antes.

La muerte de las estrellas

Cuando una estrella como el Sol ha consumido el Hidrógeno fusionable de su núcleo, la producción de energía disminuye drásticamente y el centro de la estrella se comprime por la acción de la gravedad. Esa contracción hace aumentar la temperatura hasta que llega a un nivel en el que los núcleos de Helio, que eran las cenizas de la fusión del Hidrógeno, comienzan a fusionarse para formar núcleos atómicos más pesados, fundamentalmente de Carbono. En ese proceso, las capas exteriores de la estrellas se expanden y se enfrían transformándose en una gigante roja. Aldebarán en Tauro y Arturo en Bootes son dos ejemplos de este tipo de estrellas que pueden verse muy bien en el cielo. Cuando la proporción de Helio en el centro disminuye y en el núcleo hay una cantidad importante de Carbono que hace inviable la fusión del Helio, la estrella se apaga. Al disminuir la producción de energía de nuevo la parte central de la estrella se comprime y, aunque la temperatura vuelve a aumentar, no lo hace suficientemente como para encender la siguiente reacción termonuclear que fusiona núcleos de Carbono. Finalmente el colapso del núcleo estelar se detiene por la presión que ejerce el gas de electrones libres quedando un objeto compacto muy caliente pero sin producción energética. Estas enanas blancas, llamadas así porque tienen un tamaño comparable al de la Tierra y una masa comparable a la del Sol, y están muy calientes, son los cadáveres que dejan las estrellas

Actividad 9 *Evolución química del Universo*

como el Sol. Las capas exteriores, mientras el núcleo se contraía, han continuado su proceso de expansión hasta que terminan formando una nebulosa de vivos colores que termina por diluirse en el espacio interestelar. Se llama nebulosa planetaria, aunque no se trata de lugares en los que nacen los planetas.

Las estrellas que tienen varias veces la masa del Sol sufren un destino mucho más violento. Tras agotar el Hidrógeno de su centro el núcleo se contrae y comienza la fusión del Helio, pero alrededor del centro, se mantiene la fusión del Hidrógeno. La parte exterior de la estrella se expande y se enfría, mientras el núcleo es más compacto, más caliente y la estrella dispone de dos fuentes de energía, por lo que se hace mucho más brillante. Cuando se agota el Helio, el núcleo vuelve a contraerse y ahora la presión de los electrones no es capaz de detener el colapso, por lo que la temperatura aumenta hasta que los núcleos de Carbono comienzan a fusionarse para generar elementos más pesados. La estrella adquiere una estructura de capas de cebolla con regiones produciendo diferentes tipos de reacciones termonucleares en función de la temperatura. Las capas más exteriores se expanden más y más al tiempo que se enfrían. Las estrellas que se encuentran en esta fase se llaman Supergigantes Rojas. Antares en Escorpio y Betelgeuse en Orión, son dos buenos ejemplos. Este proceso de contracciones sucesivas no continúa eternamente; cuando en el centro de la estrella se ha formado un núcleo de Hierro⁵⁶ con una masa comparable a la del Sol, se produce el colapso y la explosión de toda la estrella. En los breves instantes en los que se origina la explosión de Supernova (SN II) se sintetizan toneladas de núcleos atómicos más pesados que el Hierro. Esos elementos son diseminados por el espacio a miles de kilómetros por segundo y terminan por mezclarse con la materia interestelar.



En el centro de la explosión puede quedar un objeto compacto del tipo "estrella de neutrones" (basicamente un núcleo atómico de unos 10 kilómetros de radio) o, si la cantidad de materia que ha sobrevivido a la explosión es superior a un cierto límite, un agujero negro.

La materia encerrada en un agujero negro desaparece del Universo observable, pero los restos de la explosión de la estrella expulsados al espacio forman una nebulosa en expansión que termina por diluirse entre las nubes moleculares de la galaxia, enriqueciendo el medio con todos los elementos de la tabla periódica. Las supernovas son el principal motor de la evolución química de nuestro Universo.

Polvo de estrellas

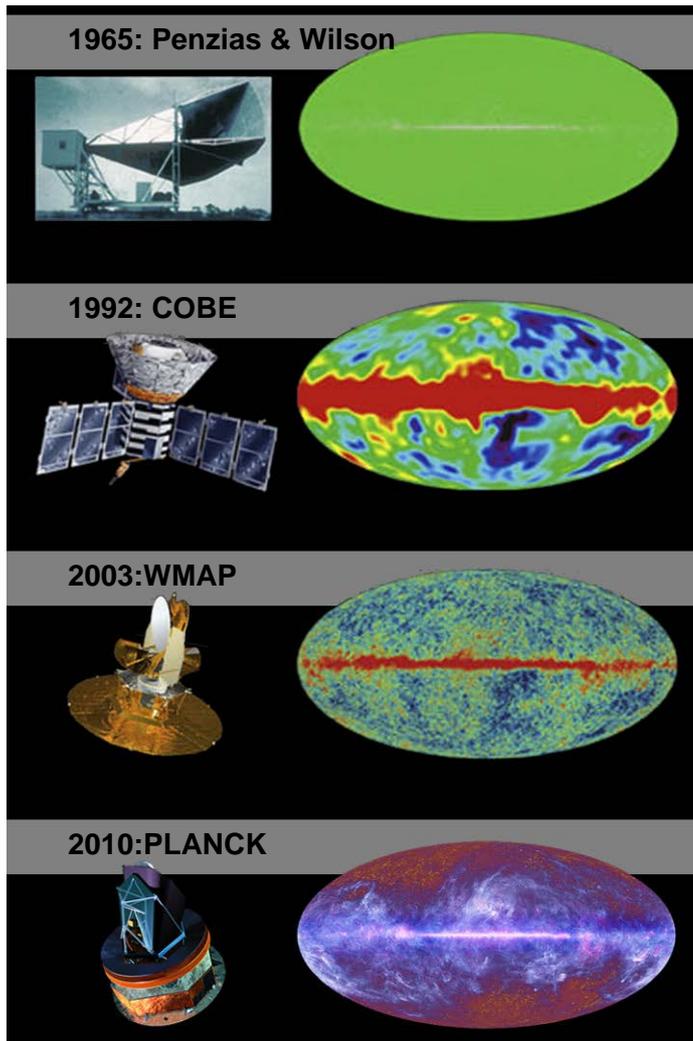
A veces se dice poéticamente que somos polvo de estrellas. La expresión tiene algo más que una lectura poética, encierra una verdad que nos ha desvelado la ciencia. En nuestro cuerpo hay átomos de Calcio, de Carbono, de Hierro, de Fósforo, de Oxígeno... y esos elementos no existían en el Universo antes de que se formaran las primeras estrellas. Los planetas como la Tierra y todo lo que contienen, incluidos nosotros, son una evidencia de que los restos de las supernovas vuelven a concentrarse en nuevas estrellas y planetas. El hecho de que yo haya escrito este texto y de que tú lo estés leyendo, demuestra que esa materia construida en el interior de estrellas que ya murieron, puede organizarse de forma compleja para dar lugar a seres vivos, e incluso a seres conscientes de su propia existencia. Seres como Cecilia Payne, como tú y como yo.

Cambio de papeles. El alumno tiene que ponerse en el lugar del profesor y elaborar un examen. Las preguntas deben ser relativas a este texto, de manera que se tiene que definir cuál de los apartados se debe valorar tipo test, cuál mediante preguntas que se tengan que desarrollar... y todo ello debe sumar el valor de un examen cualquiera: 10 puntos

Actividad 9 *Evolución química del Universo*

Momentos estelares del conocimiento del Universo

El progreso del conocimiento científico ha permitido ahondar en la comprensión de nuestro Universo y, aunque son muchas las cuestiones que todavía no sabemos explicar y cada vez son más las preguntas pendientes de respuesta científica, lo cierto es que ahora tenemos modelos y teorías que explican con bastante precisión las evidencias que nos presenta la Naturaleza.



Éstos son tres de los momentos decisivos en ese proceso de conocimiento del Cosmos:

1965. Arno Penzias y Robert Wilson descubren el fondo cósmico de radiación. Se trata de una emisión de microondas que baña todo el Universo caracterizada por ser isotrópica (igual en todas las direcciones del espacio) y presentar un espectro de cuerpo negro a una temperatura de casi 3K. Se trata de la evidencia observacional más clara de que el Universo comenzó con una gran explosión del espacio-tiempo.

1992. George Smooth y su equipo identifican con las observaciones del satélite COBE (<http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/cobe/>) las irregularidades en la isotropía de la radiación de fondo. Estas irregularidades son necesarias para poder explicar la distribución espacial de los grandes cúmulos de galaxias en el Universo actual.

2003. Los datos del satélite WMAP (<http://map.gsfc.nasa.gov/>) revolucionan nuestra idea del Universo. La precisión de las medidas de la temperatura del fondo de microondas y la resolución espacial que se obtiene ($0,2^\circ$) permite obtener las siguientes conclusiones:

- El Universo tiene una edad de millones de años
- El Universo está constituido por tres componentes principales:

- Materia ordinaria (bariones): 4,6%
- Materia oscura (de naturaleza desconocida): 23,3%
- Energía oscura (de naturaleza desconocida y "anti-gravedad"): 72,1%

Es decir, solo disponemos de leyes físicas para describir el 4,6% de todo lo que compone nuestro Universo.

- Las fluctuaciones de densidad en el Universo primitivo permiten explicar la formación de las primeras galaxias.
- El Universo actual tiene una expansión acelerada que le conduce a la muerte térmica.

Coteja la información del texto. Busca en diferentes fuentes y señala en qué puntos hay consenso, dónde no lo hay... teniendo en cuenta que la información se renueva constantemente, recoge las últimas noticias relacionadas con este tema

En este texto no se incluyen los datos del PLANCK. Busca información sobre esta misión y sobre los resultados científicos de sus observaciones: ¿Los resultados confirman o desmienten los datos cosmológicos anteriores? ¿Qué nueva sobre el conocimiento del Universo aporta esta misión?

Enlaces

Planetario de Pamplona:

www.escuela.pamplonetario.org , www.pamplonetario.org

Audiovisual EVOLUCIÓN:

www.evolucion2009.es

Observatorio Astronómico Nacional:

www.oan.es

Google Maps:

maps.google.es

Mapa pag. 8:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AStandart_Time_Zones_2012.png

Por TimeZonesBoy (Trabajo propio) [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], undefined de Wikimedia Commons

Titanic, pag 11:

<http://www.nationalgeographic.es/noticias/national-geographic-channel/centenario-del-titanic>

http://es.wikipedia.org/wiki/RMS_Titanic

Julio Verne, pag 11:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3ATourdumonde80jours2.jpg>

Por Verne_ - Le_Tour_du_monde_en_quatre-vingts_jours.djvu: Jules Verne

derivative work: Wikielwikingo [Public domain], undefined de Wikimedia Commons

Imágenes Actividad *Evolución Biológica* pag 12:

Obispo Usher: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/James_Ussher_by_Sir_Peter_Lely.jpg

Leyll: http://1.bp.blogspot.com/_0aQsKaBZWa0/TN9NTbSogWI/AAAAAAAAACSk/cVw0UGnGlnM/s1600/lyell+2.jpg

Lord Kelvin: http://4.bp.blogspot.com/_75GP8xO-2Ug/RypbMdHKqbl/AAAAAAAAAB4/nM3lkphhF-4/s400/eLordKelvinM.jpg

Conde de Buffon: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Buffon_1707-1788.jpg

Helmholtz: <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/vlpimages/images/img29791.jpg>

Wegener: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural11/imagenes/a-wegener.jpg>

Rontgen: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Roentgen2.jpg>

Bequerel: <http://www.biography.com/imported/images/Biography/Images/Galleries/Facial%20Hair/facial-hair-henri-becquerel-1-sized.jpg>

Rutherford: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6a/Ernest_Rutherford.jpg

Imágenes Actividad *Evolución Biológica*, pag 14:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles_Darwin_01.jpg

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Editorial_cartoon_depicting_Charles_Darwin_as_an_ape_%281871%29.jpg

<http://jms32.eresmas.net/txtLargo/txtL01/docL0101/beagle01.jpg>

Imágenes Actividad *La Luna y la vida*, pag 15:

<http://3.bp.blogspot.com/-myvMmt76EzU/TbinU5nJg6I/AAAAAAAAA6g/S1iSLSEpbZc/s400/early-earth-ocean-moon-asteroids.jpg>

Imágenes Actividad *Evolución química del Universo* pag 17:

<http://www.browsebiography.com/images/1/7847-Cecilia%20Payne-Gaposchkin%20bio.jpg>

<http://amazingsky.files.wordpress.com/2011/02/hyades-and-ngc-1647-135mm-bino-field.jpg>

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5f/Messier-42-10.12.2004-filtered.jpeg>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/Pleiades_large.jpg

http://map.gsfc.nasa.gov/media/990166/990166_2048.png

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c1/WMAP_image_of_the_CMB_anisotropy.jpg/800px-WMAP_image_of_the_CMB_anisotropy.jpg

http://esamultimedia.esa.int/images/spcs/planck/planck_6_high.jpg

<http://astroguyz.com/wp-content/uploads/2011/01/GPN-2003-00013.jpg>

<http://www.astromia.com/fotouniverso/fotos/dibujagujero.jpg>

http://static.bbc.co.uk/universe/img/ic/640/exploration/cosmic_background_explorer/cosmic_background_explorer_large.jpg

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/WMAP_white.jpg

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/WMAP_spacecraft_diagram.jpg

planetario



de pamplona



FUNDACIÓN
CAJANAVARRA



Obra Social "la Caixa"

www.escuela.pamplonetario.org

www.pamplonetario.org

Las actividades de divulgación y educación científica del Planetario de Pamplona cuentan con el impulso de la Obra Social "la Caixa" y la Fundación Caja Navarra

Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0
http://creativecommons.org/choose/?lang=es_ES