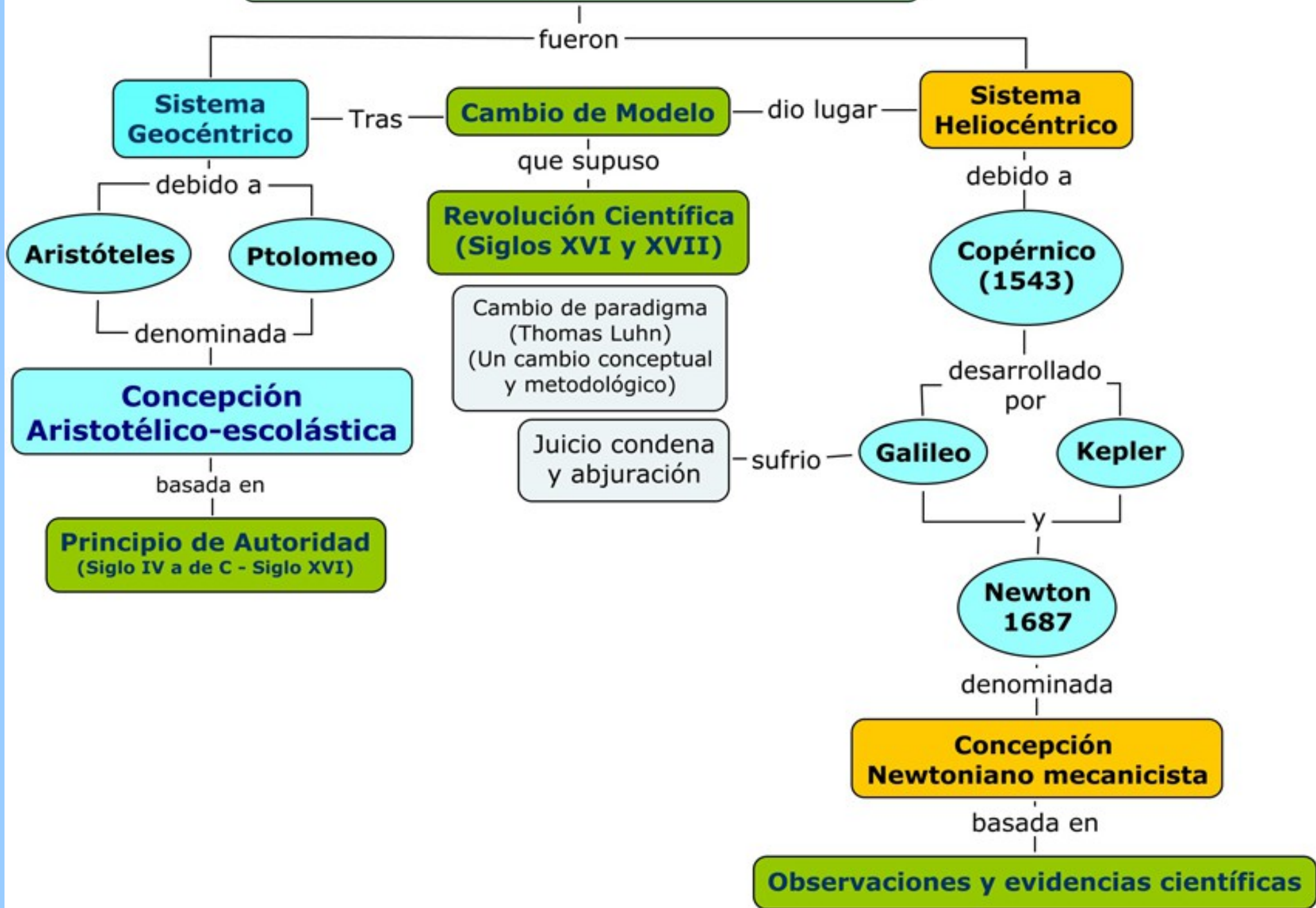


Ciencias para el Mundo Contemporáneo

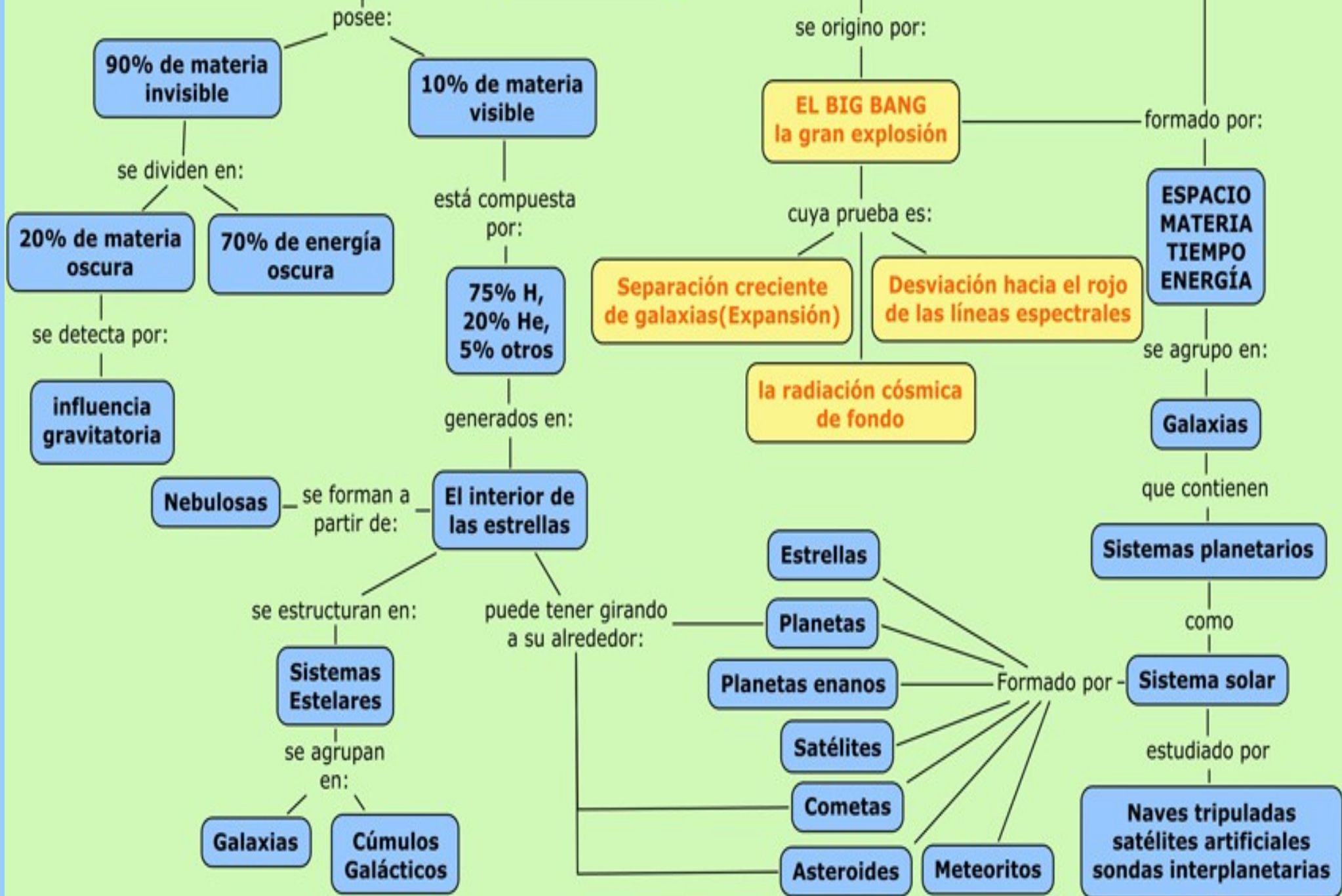
I

El origen del universo

Primeras Concepciones del Universo



El Universo



CARACTERÍSTICAS GENERALES

EDAD ANTIGUA

Etapa cosmocéntrica. (Sistema cosmológico: Geocéntrico). Concepción mítica. Representada por: Aristóteles, Hiparco y Ptolomeo.

EDAD MEDIA

Etapa Teocéntrica. Dios es la verdad. La verdad ha sido revelada. Papel intermediario de la Iglesia y de la Teología entre Dios y los hombres. Principio de autoridad. Condena y muerte en la hoguera de Miguel Servet. San Agustín, San Alberto Magno, Santo Tomás de Aquino. Crisis de lo medieval y transición: Copérnico y Giordano Bruno.

EDAD MODERNA

Etapa Antropocéntrica. Se abre paso la razón, la metodología científica. Se pretende conocer la naturaleza sin prejuicios míticos, religiosos o metafísicos. "La verdad es la ciencia". El método científico es el instrumento de relación y de conocimiento del Universo por el hombre.

Siglos XVI, XVII: Revolución científica. Autores: Copérnico, Kepler, Galileo, Torricelli, Pascal, Boyle, Huygens, Hooke, Newton, Francis Bacon, Descartes.

Geocentrismo e Heliocentrismo

Cuestiones

1. ¿Ocupa la Tierra un lugar privilegiado en el universo? Así se creyó en la antigüedad. Se pensaba que la Tierra estaba quieta en el centro del universo, y esta idea parecía ir de acuerdo con el puesto central que el hombre ocupa en el mundo.
2. Explica la teoría heliocéntrica de Copérnico y sus diferencias con la teoría geocéntrica Aristotélico-escolástica.

Copérnico en su libro *De Revolutionibus* (aparecido el mismo año de su muerte en 1543) hace la siguiente referencia a los autores clásicos, que muestra el aspecto acumulativo de la Ciencia. Analiza sus principales ideas y contesta después a las actividades planteadas.

Texto de Nicolás Copérnico (1473-1543)

“... Por lo cual me tomé el trabajo de leer los libros que pude conseguir de todos los filósofos, para investigar si alguno de ellos emitió alguna vez una opinión diferente acerca de los movimientos de las esferas del mundo, de las que sostuvieron los que enseñaron matemáticas en las escuelas. Primeramente descubrí en Cicerón que Nicetus había sostenido que la Tierra se movía, y, posteriormente comprobé que, según Plutarco, algunos autores emitieron la misma opinión... Sobre esta base comencé a pensar en la movilidad de la Tierra, y aunque esta opinión parecía desusada, sin embargo sabiendo que a otros antes de mí se les había concedido la libertad de imaginar ciertos círculos para demostrar los fenómenos de los astros, pensé que fácilmente se me permitiría comprobar si, atribuyendo algún movimiento a la Tierra, sería posible deducir demostraciones más sólidas que las de mis predecesores acerca de las revoluciones de las esferas celestes”

Copérnico llega así a concebir su sistema heliocéntrico, mucho más simple que el geocéntrico de Ptolomeo. Desgraciadamente, los argumentos expuestos en su libro no convencieron a quienes veían en ciertos pasajes de la Biblia un claro apoyo al geocentrismo. Así, Martín Lutero le tachó de hereje, y la Iglesia católica puso el libro de Copérnico en el Index Librorum Prohibitorum, llegando a condenar a uno de sus defensores, Giordano Bruno, a ser quemado en la hoguera. Aparece aquí claramente la íntima relación entre el desarrollo científico y la ideología, en su sentido más amplio, mostrando los peligros de cualquier monopolio ideológico.”

Actividades

- a) ¿Por qué crees que Copérnico esperó a publicar sus teorías al final de sus días, cuando ya estaba en su lecho de muerte?
- b) ¿Por qué crees que Copérnico presenta sus ideas apoyándose en la autoridad de autores antiguos para justificar sus innovaciones?
- c) En los comentarios al texto se señala que: "Algunos veían en ciertos pasajes de la Biblia un apoyo al geocentrismo"
- ¿Qué es la Biblia?
 - ¿Quién la escribió?
 - ¿Qué pasajes de la misma apoyan al geocentrismo?
- d) En los comentarios al texto se señala que: "Copérnico fue tachado de hereje por Lutero": ¿Qué es un hereje? ¿Quién fue Lutero?
- e) En los comentarios al texto se señala que: "La Iglesia católica puso el libro de Copérnico en el Index Librorum Prohibitorum". ¿Por qué crees que actuó así? ¿Te parece una actitud razonable?
- f) También se señala que: condenaron a uno de sus defensores, Giordano Bruno, a ser quemado en la hoguera. Realiza un comentario al respecto e infórmate de otros casos ocurridos y sus causas.

La teoría del Big Bang

- La ciencia actual cree y afirma que el Universo, en el que estamos, nació mediante una gran "explosión inicial" (Big Bang) hace unos 13.700 millones de años ($1,37 \cdot 10^{10}$ años) cuando aún no había estrellas ni galaxias, cuando el Universo empezaba a hacerse material.
- El Universo desde el origen hasta el presente ha crecido de forma continua.
- En su evolución se formaron primero las partículas subatómicas, los núcleos atómicos y después se empezaron a formar los primeros grupos de materia, por evolución se forman estrellas y galaxias y desde el Big Bang hasta la época actual el Universo no ha dejado de expandirse.
- Estas dos hipótesis fundamentales han permitido la construcción del denominado "modelo estandar" de la historia del Universo:

Primera: La hipótesis del Big Bang o de la gran explosión inicial.

Segunda: La hipótesis de la expansión continua y generalizada del Universo implícita en la ley de Hubble. La velocidad de expansión es directamente proporcional a la distancia:
 $v=H \cdot d$

El Modelo de expansión indefinida: Sostiene que las fuerzas expansivas, impresas desde el Big Bang superan a la fuerzas de atracción gravitatorias, que no es capaz de frenar la expansión. Implica un Universo progresivamente menos denso de energía y cada vez más frío.

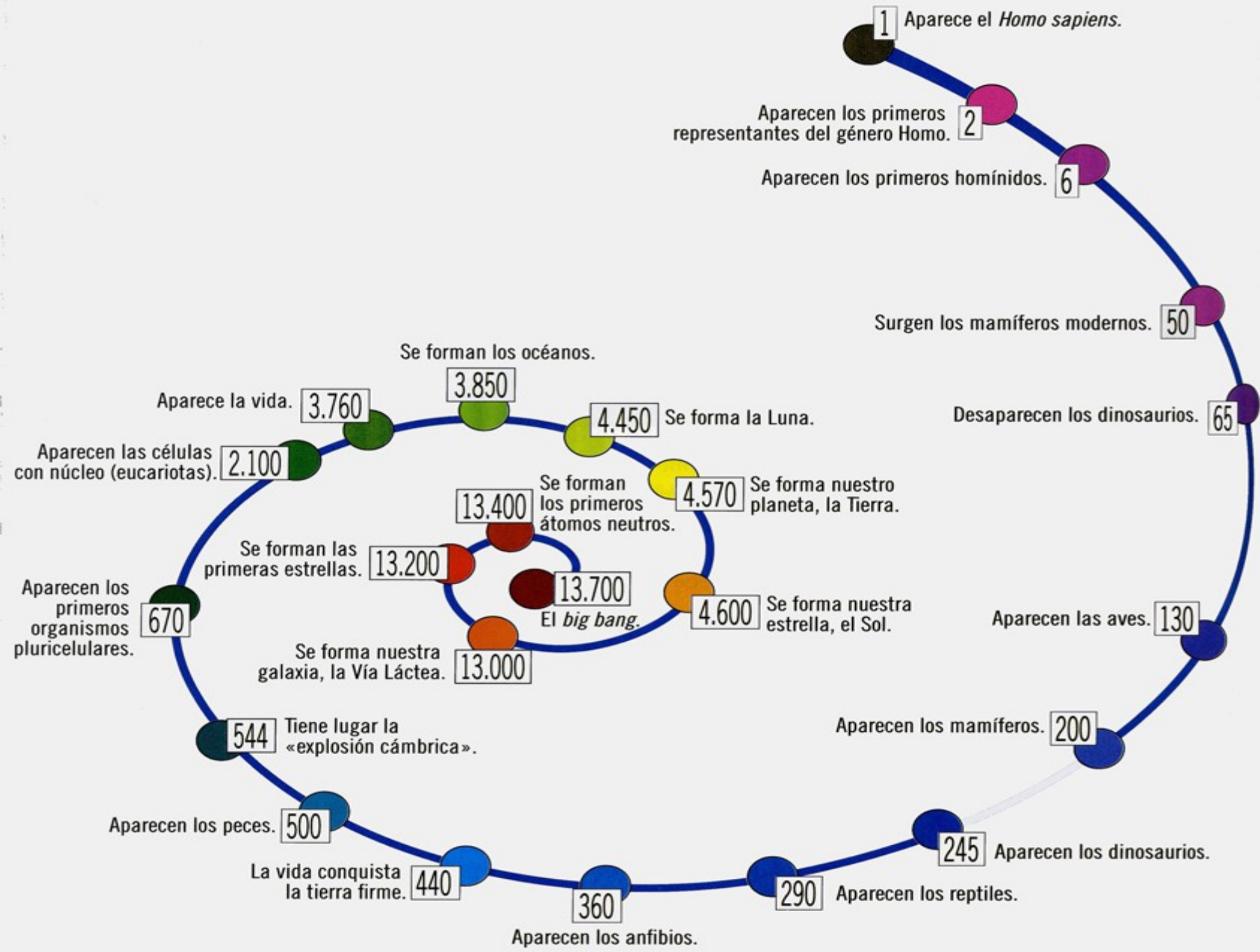


- El Universo observable no es más que el 10 % de toda la materia del universo.
- Junto con la materia visible u ordinaria que es minoritaria, también existe en el Universo en grandes proporciones, un 90 % de materia oscura y energía oscura, que no son visibles, pero que se manifiestan o ponen en evidencia indirectamente. La materia oscura se evidencia por sus efectos gravitacionales sobre las galaxias y la energía oscura por actuar como fuerza repulsiva en contra de la gravedad, contribuyendo a acelerar la expansión del Universo a que se alejen de nosotros los cúmulos de galaxias.

Cronograma de tiempo

Utilizando el cronograma de la animación indica hace cuanto tiempo y las características en las que:

- a) se formó el Universo; b) brillan las primeras estrellas; c) se forma el Sistema Solar; d) se forma la Tierra; e) se forma la Luna; f) se origina la vida; g) surgen los primeros organismos pluricelulares; h) era Paleozoica (periodo cámbrico, los primeros invertebrados; i) Los dinosaurios (era Mesozoica, periodo Jurásico y Cretácico); j) extinción de los dinosaurios; k) separación de los continentes; l) aparición del Homo erectus; m) aparición del Homo sapiens sapiens; n) descubrimiento del jabón; o) descubrimiento de la lámpara incandescente



Estos textos reflejan las ideas de los siguientes autores: Hesíodo, Aristóteles, Stephen Hawking, Penzias y Wilson y Albert Einstein.

a. Relaciona cada uno de los textos con alguno de los autores indicados, poniendo el número romano correspondiente al texto. Argumenta los motivos de tus respuestas.

Hesíodo	Aristóteles	A. Einstein	S. Hawking	Penzias y Wilson

b. Algunas de estas explicaciones sobre el universo están basadas en mitos, mientras que otras lo están en razonamientos científicos. Indica cuáles de ellas pertenecen a explicaciones míticas y cuáles a las científicas, razonando la respuesta. ¿Cuáles son las diferencias entre las explicaciones que proporciona un mito y las que se consiguen en la ciencia?

c. Muchas de de las explicaciones científicas examinadas han dejado de ser válidas. ¿Crees que, por ello, han dejado también de ser científicas?

d. De los textos indica con claridad cuál nos dice la finalidad de la ciencia. ¿de qué texto se trata, y cuál es dicha finalidad? ¿Crees que se trata del único objetivo posible de la ciencia?

e. La investigación científica puede estar condicionada por intereses económicos, políticos o de otros tipos, de distintos ámbitos de la actividad humana. Argumenta de forma razonada sobre la independencia de la ciencia respecto a otros intereses

El origen del Universo. Carl Sagan

Nuestro lugar en el Universo. Redes

- a. Realiza un resumen del texto resaltando las ideas principales.
- b. ¿Cuándo y cómo se originó el Universo según la teoría del Big Bang? ¿Qué es el Big Bang?
- c. ¿Cuándo después del Big Bang hicieron su aparición los primeros átomos en el Universo? ¿Y la Tierra, la vida, los humanos?
- d. ¿Cómo se pudo materializar la energía a los pocos milisegundos de formarse el universo?
- e. ¿Qué es la antimateria? ¿Por qué no se ha detectado antimateria en el Universo?
- f. ¿Qué es la radiación cósmica de fondo de microondas y como se puede captar?
- g. ¿Cuáles son las contribuciones de Mather y Smooth, los científicos galardonados con el premio Nobel de Física en 2006, al estudio de la radiación de fondo?
- h. ¿Quiénes han recibido el premio Nobel de Física este año y en qué ha consistido su trabajo para recibir dicho galardón?

La Cosmología moderna. Contexto histórico

Albert Einstein. 1915. Teoría de la relatividad general. Proporciona una descripción matemática del Universo. Da una respuesta errónea a la existencia de un cosmos eterno y estático. Introduce la constante cosmológica en sus ecuaciones al fin de contrarrestar la gravitación y “frenar” la expansión acelerada del Universo.

Alexander Friedman. En 1922 examina las ecuaciones de la relatividad de Einstein y llega a la conclusión de que al eliminar la constante cosmológica, admiten varias soluciones, entre ellas el Universo en expansión.

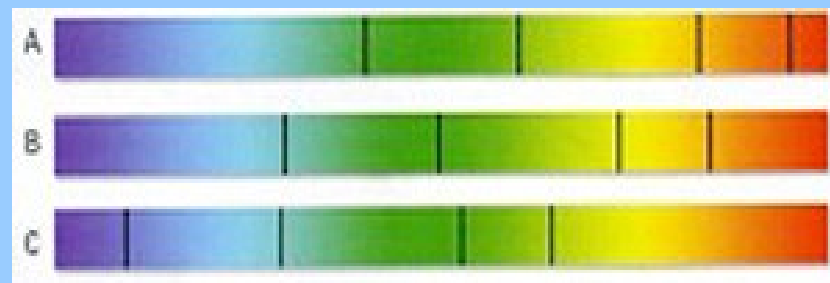
George Lemaitre. En 1927, llega a las mismas conclusiones que Friedman y propone su modelo del átomo primordial, que contiene toda la materia y la energía a partir de la cuál se formó el Universo. Fue el precursor de la teoría del Big Bang

Edwin Hubble. En 1929 demuestra experimentalmente la expansión del Universo. Comparó las distancias de las galaxias en función a su velocidad con las que se alejaban unas de otras y dedujo que cuanto más lejos estaban, más rápido se movían. Relación conocida como ley de Hubble.

George Gamow. En 1948 elabora junto con Ralph Alpher y Hans Bethe el modelo cosmológico del Big Bang y demuestran como se llevó a cabo en las estrellas la creación de los primeros elementos químicos.

Fred Hoyle. En 1948 propone junto con Thomas Gold y Herman Bondi el modelo cosmológico dinámico e infinito del estado estacionario. Bautiza despectivamente como Big Bang a la teoría de Gamow, que consideraba errónea. El cree en un Universo en expansión, pero infinito y sin un principio definido, en el que se genera materia de forma continua, mediante mecanismos indefinidos.

- a) ¿Qué estudia la cosmología?
- b) ¿Qué función desempeñó la constante cosmológica en las ecuaciones de la relatividad general de Einstein?
- c) ¿A qué conclusiones llegaron Alexander Friedmann, George Lemaître Y Edwin Hubble?
- d) ¿En qué se parecen y en qué se diferencian los modelos cosmológicos del Big Bang y del estado estacionario?
- e) Compara la posición de las bandas espectrales de absorción de elementos químicos presentes en las galaxias A y B con los que se obtienen en el laboratorio para los mismos elementos químicos C. Explica el fenómeno producido y deduce cuál de las dos galaxias A y B está más lejos de la Tierra.



Debes saber que...

Todo lo que nos rodea, incluyendo a los seres humanos, está formado por elementos químicos. Cada uno de estos elementos se generó durante la vida o la muerte de una estrella.

Somos polvo de estrellas.

En el interior de las estrellas, que son enormes masas de gases, sobre todo de hidrógeno, las grandes presiones y temperaturas hacen que se produzcan reacciones termonucleares de fusión de estos átomos que originan los elementos químicos: helio, carbono, y todos los elementos de la tabla periódica más ligeros que el hierro. Este proceso se llama nucleosíntesis estelar.

Los elementos más pesados que el hierro se producen tras la explosión de una **supernova**.

La presencia de estos elementos en la Tierra indica que hubo una explosión de supernova previa a la formación del sistema solar.

Las estrellas, por las reacciones nucleares de fusión, liberan enormes cantidades de energía, entre ellas la luz que nosotros podemos ver desde la Tierra; según la edad, cada estrella posee un color determinado: blancas, azules, amarillas, anaranjadas, rojas...

*Mueren las estrellas y nacen los átomos de los elementos químicos.
Somos polvo de estrellas.*

Vida y muerte de una estrella

Debes saber que...

Los sistemas planetarios están formados por grupos de planetas, satélites y otros objetos, como cometas y asteroides, que orbitan alrededor de una estrella. En la actualidad se conocen más de 150 estrellas con algún planeta a su alrededor. La mayoría están fuera del Sistema Solar, son los exoplanetas.

Las explosiones al final del ciclo de vida de una estrella, expulsan grandes cantidades de gas y polvo, que contiene hidrógeno y helio y elementos más pesados. Esta materia es la base para formar nuevas estrellas de segunda o tercera generación, en la que se concentran la mayoría de los materiales. Sin embargo una primera parte puede permanecer alrededor de la estrella y ocasionar la formación de planetas.

Nuestro Sistema Solar contiene ocho planetas: los cuatro primeros (Mercurio, Venus, la Tierra y Marte) son conocidos como planetas interiores o rocosos y los cuatro siguientes (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) como exteriores o gaseosos.

Los Planetas interiores o rocosos son los más próximos al Sol. Tienen núcleos metálicos y una corteza de aspecto rocoso.

Los planetas exteriores o gaseosos, son los más alejados del Sol, también su núcleo es metálico, pero se encuentran rodeados de grandes capas en estado líquido y de atmósferas gaseosas muy profundas sobre todo por hidrógeno y helio.



En el 2006, la Unión Astronómica Internacional redefinió el concepto de planeta y se excluyó a Plutón de la lista de planetas del sistema solar, creando la categoría de planeta enano, en la que incluyó a Plutón y a Ceres, un cuerpo clasificado anteriormente como asteroide.

En el sistema solar existen otros objetos como los satélites, los asteroides, los cometas y los meteoritos.

El nacimiento del Sistema Solar

1. Indica cuál es el principal elemento que se encuentra en las estrellas. Explica la relación entre dicho elemento y la capacidad de una estrella para emitir energía.
2. Indica los componentes de un sistema planetario y explica cómo se produce la formación de sus planetas.
3. Indica los componentes de nuestro Sistema Solar. Explica cómo se clasifican los planetas del mismo.
4. Explica las razones de la Unión Astronómica Internacional para excluir a Plutón de la categoría de planetas del Sistema Solar.
5. Indica las características de los siguientes objetos de los sistemas planetarios: satélites, asteroides, cometas y meteoritos.

La investigación del universo y los principales instrumentos de observación

Debes saber que...

La observación del cielo a simple vista sólo permitía estudiar una pequeña parte del Universo. Por esta razón se desarrollaron aparatos, instrumentos y técnicas de observación que han permitido obtener información de zonas muy lejanas del Universo o detalles de los astros más cercanos.

Entre ellos destacan: los telescopios y radiotelescopios, las sondas espaciales y las naves tripuladas.

Los telescopios ópticos recogen la luz visible, al igual que nuestros ojos, pero ampliamente magnificada, pueden fotografiar planetas, estrellas y galaxias. Funcionan en la Tierra y aun mejor en el espacio obteniendo fotografías mucho más claras.

Hay otras radiaciones del espectro electromagnético que están en los cielos, que no podemos observar a simple vista, muchas no llegan siquiera a la Tierra. Los telescopios terrestres de radio o radiotelescopios son antenas grandes de disco diseñadas para recoger ondas de radio largas.



Los telescopios infrarrojos y ultravioletas deben ser telescopios espaciales porque muy poca energía ultravioleta atraviesa la atmósfera de la Tierra. Los telescopios Spitzer y el GALEX (Explorador de Evolución de las Galaxias) está analizando casi todo el cielo bajo luz Infrarroja y ultravioleta respectivamente. Nos han permitido observar la formación de nuevas estrellas.

Los telescopios de rayos X (El Chandra) y los de rayos Gamma pueden operar únicamente en el espacio, pues los rayos Gamma de gran energía y longitud de onda muy corta, no pueden atravesar la atmósfera de la Tierra, nos han permitido observar la formación de agujeros negros.

Las unidades de medida del universo. Distancias y escalas

Cuando miras la luz de las estrellas y galaxias estás viendo su pasado. Algunas están tan remotas, que su luz ha tardado miles de millones de años en llegar a la Tierra. Las vemos tal como eran en su juventud. Puede que ya no existan. Tan solo vemos su luz viajar por el espacio.

Cuando hablamos de tamaño y de distancias en Astronomía, nos referimos a magnitudes de tal dimensión que las unidades de medida que utilizamos habitualmente no nos sirven y debemos emplear otras que sólo tienen sentido en el ámbito del Universo. La unidad básica de distancia (longitud) usada en Astronomía es el AÑO LUZ (a.l.), que es la distancia recorrida por la luz en un año. Teniendo en cuenta que la luz en el vacío se mueve a 300.000 km/s, deducimos que un año luz equivale a:

$$1 \text{ año} = 365 \text{ días} * 24 \text{ horas} * 3600 \text{ s} = 31.536.000 \text{ s}$$

$$1 \text{ año luz (a.l.)} = 31.536.000 \text{ s} * 300.000 \text{ km/s} = 9.460.000.000.000 \text{ km} \approx 9,5 * 10^{12} \text{ Km} \approx 9,5 * 10^{15} \text{ m} \approx 10^{13} \text{ km} \approx 10^{16} \text{ m (unos 10 billones de km)}$$

Como ejemplos de distancias en el Universo podríamos citar los siguientes:

Estrella más cercana al Sol (Alfa Centauri)	4,3 a.l.
Distancia de la estrella Polar	300 a.l.
Longitud de la Vía Láctea	100.000 a.l.
Galaxia más próxima a la Vía Láctea	2.000.000 a.l.
Objetos más lejanos	14.000.000.000 a.l.



Otras unidades de longitud usadas en astronomía y sus equivalencias son:

La unidad astronómica (UA) es la distancia de la Tierra al Sol, equivales a unos 150 millones de kilómetros.

El pársec, empleado para distancias muy lejanas.

$$1 \text{ UA} \approx 150 * 10^6 \text{ km} \approx 1,50 * 10^8 \text{ km} \approx 1,5 * 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ pársec (pc)} \approx 206.265 \text{ UA} \approx 3,26 \text{ años luz} \approx 3,0857 * 10^{16} \text{ m} \approx 30,9 \text{ billones de Km}$$

$$1 \text{ megapársec (Mpc)} = 10^6 \text{ pc} = 3,26 * 10^6 \text{ al} = 3,00857 * 10^{22} \text{ m} \approx 3,0086 * 10^{19} \text{ km}$$

Para distancias muy pequeñas se utiliza el nanómetro, el angstrom y el picómetro (1nm= 10^{-9} m; 1 Å= 10^{-10} m; 1pm= 10^{-12} m)

Si navegáramos en una nave espacial que viajase a la velocidad de la luz (cosa imposible en la actualidad), llegaríamos a la Luna en menos de 1 s. Al sol tardaríamos 8 minutos y medio. Después de más de 5 horas abandonaríamos el Sistema Solar. Tardaríamos 4 años y 4 meses en llegar a Próxima Centauri, la estrella más próxima al Sol. Si salimos en dirección al brazo de Perseo, tardaríamos aún más de 20.000 años en abandonar la Vía Láctea. Tendríamos que esperar más de 2 millones de años para llegar a la “cercana” galaxia de Andrómeda.

- a) Explica las diferencias entre los instrumentos utilizamos para observar el cielo.
- b) Indica alguna de las características de los tres telescopios espaciales.
- b) Calcula cuánto tarda la luz del Sol en llegar a la Tierra si están separadas 150 millones de km. ¿A cuánto equivale la distancia Tierra-Sol en tiempo luz?
- c) Calcula a qué distancia de la Tierra está la Galaxia más próxima a la Vía Láctea (Andrómeda), si su luz tarda en llegarnos unos 2 millones de años.
- d) Una nave espacial que viajara a una velocidad de 150.000 km/sg, ¿cuánto tardaría en llegar a la estrella Sirio que se encuentra a 6 años luz de distancia?
- e) Para ir desde la Tierra hasta el extremo del universo observable, se deberían recorrer 46.500 millones de años luz. i) ¿A cuántos metros y km equivalen? ii) ¿Cuántos años se tardaría en llegar viajando a la velocidad de la luz?
- f) Si una estrella que está a 5 años luz de la Tierra se apaga. ¿Cuánto tiempo tardaremos en enterarnos?