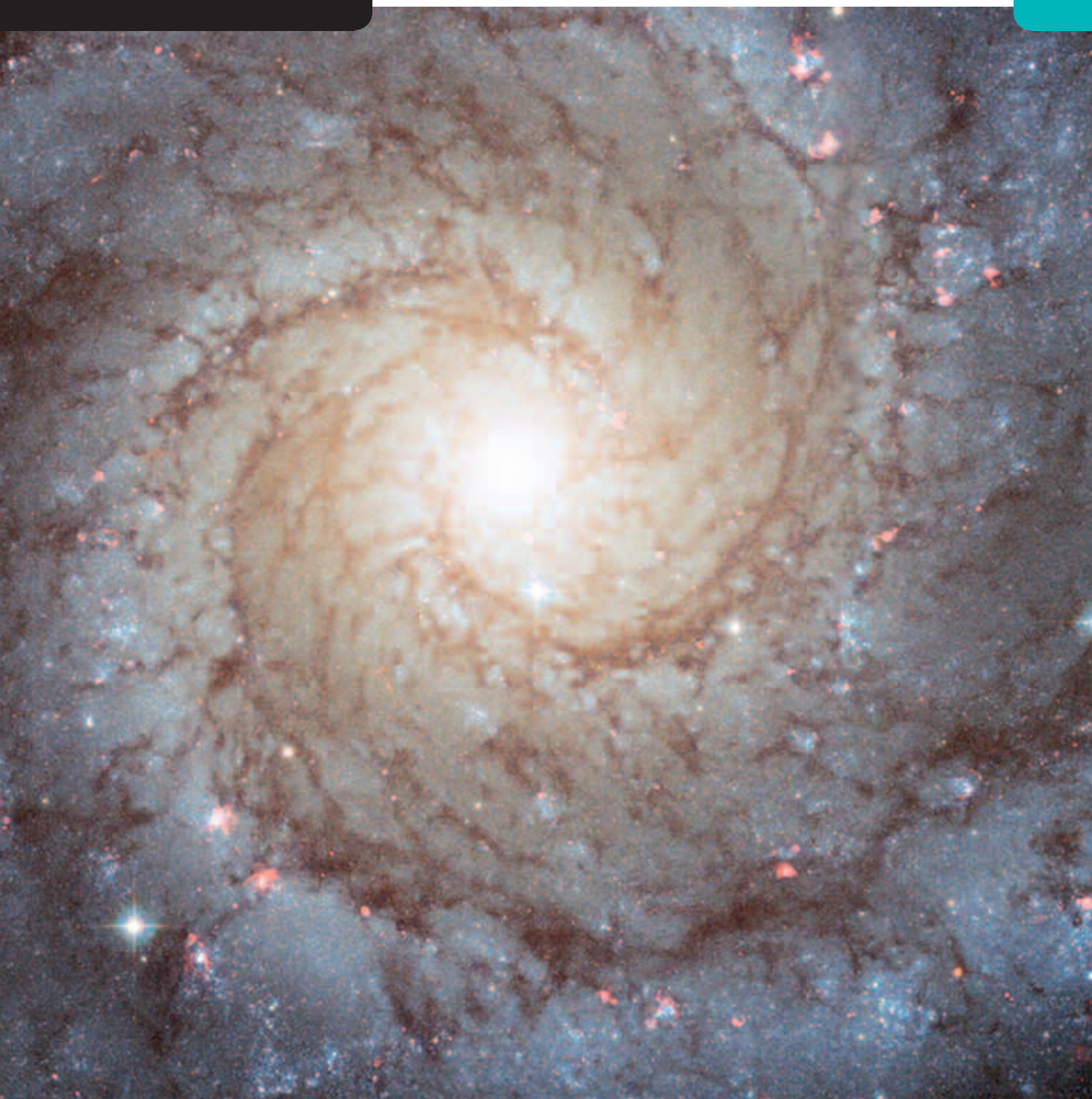
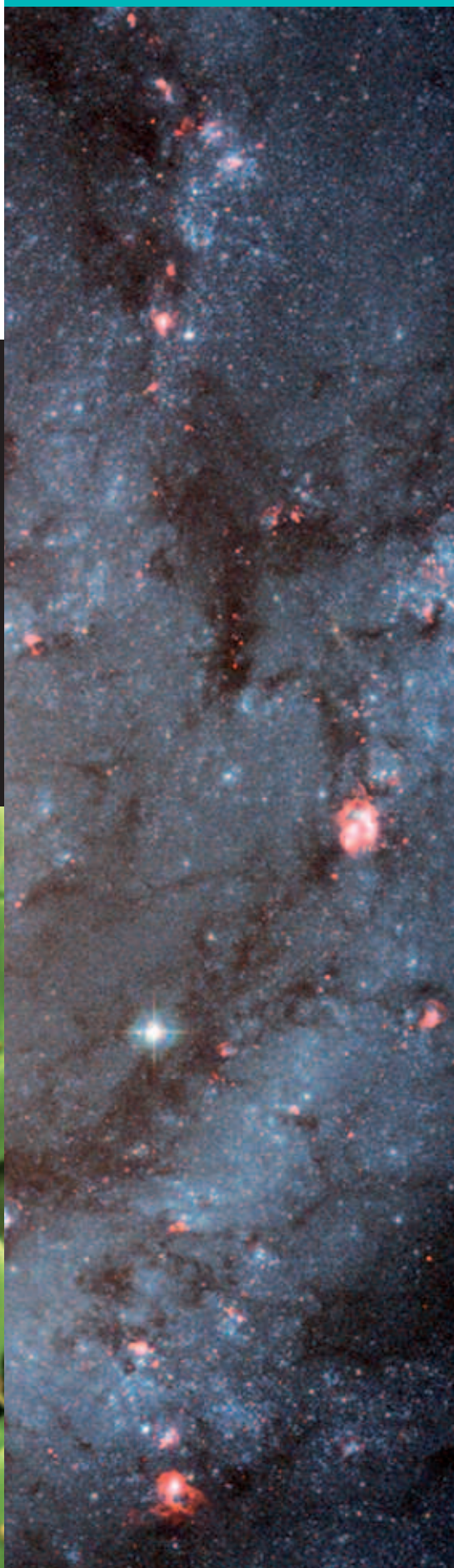
1 El origen del universo y de la vida



Índice

1. El origen y la evolución del uUniverso
2. El ser vivo y la vida
3. El origen de la vida y de los primeros organismos

La observación de un cielo estrellado, el movimiento de las estrellas durante la noche y la salida y la puesta del Sol cada día han llevado a los seres humanos de todas las culturas a intentar saber cómo han surgido los cuerpos celestes.
También se han planteado cómo surgió la vida en nuestro planeta y cómo se originaron los primeros seres vivos.
Tanto desde las religiones, como desde la filosofía y la ciencia, se ha intentado dar respuesta a estas cuestiones.
En los últimos años los científicos han aportado muchos datos sobre cómo y cuándo se originó el universo y la vida sobre la Tierra.



1. El origen y la evolución del universo

1.1 El universo

El universo o **cosmos** es el conjunto de toda la materia y energía existente y el espacio en el que se encuentran. La parte que podemos observar o deducir de él se denomina universo observable.

La **Cosmología** es la ciencia que estudia el universo. El nacimiento de la **cosmología moderna** puede situarse hacia el año 1700 con la propuesta de que la Vía Láctea es un sistema de estrellas, una de las cuales es el Sol, y de que existen otros sistemas similares.

La velocidad de la luz

La velocidad de la luz es muy alta. Si se consideran dos ciudades que equidisten unos 500 km, como Madrid y Barcelona, en un segundo la luz podría ir y volver, de una ciudad a otra, 300 veces.

Antigüedad del universo

Se ha calculado que el universo tiene una antigüedad de 13 700 millones de años.

Para que nos hiciéramos una idea, Carl Sagan propuso la siguiente comparación: si los 13 700 millones de años transcurrieran en un solo año, la antigüedad de los acontecimientos más importantes de la historia sería la siguiente:

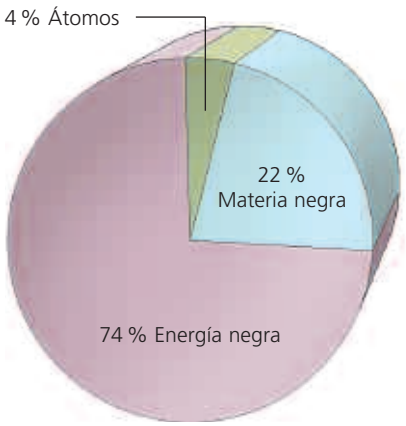
- El descubrimiento de América (hace unos 500 años) habría ocurrido hace solo 1 s.
- El nacimiento de Jesucristo (hace unos 2 000 años) se habría producido hace solo 4 s.
- El principio del imperio egipcio de los faraones (hace unos 5 000 años) habría sucedido hace 10 s.
- La aparición de nuestra especie, el Homo sapiens (hace unos 300 000 años), se habría producido hace solo 10 min.

Dimensiones del universo

Para medir el universo se utiliza una unidad denominada **año luz,** que corresponde al espacio recorrido por la luz en un año. La velocidad de la luz es 300 000 km/s. A esta velocidad, en un año se recorre una gran cantidad de kilómetros:

$$300\,000 \text{ km} \times 60 \text{ s} \times 60 \text{ min} \times 24 \text{ h} \times 365{,}25 \text{ días}$$

Para ir desde la Tierra al extremo del universo observable se deberían recorrer 46 500 millones de años luz. Dicho de otro modo, a la velocidad de la luz se tardarían 46 500 millones de años en llegar.



Composición del Universo

Composición del universo

Se considera que el universo está constituido por un 7 % de **energía oscura,** un 23 % de **materia oscura** y un % de **átomos** que componen la materia observable.

- La energía oscura es similar a la energía gravitatoria, pero de sentido contrario, ya que provoca la repulsión entre partículas. La existencia de la energía oscura se dedujo en 1998 al descubrirse que el universo se encontraba en expansión, en lugar frenarse por acción de la gravedad.
- La materia oscura no puede observarse debido a que no emite ni refleja suficiente radiación electromagnética y su composición se desconoce. Su existencia se ha deducido al saber que la masa de las galaxias era mucho mayor que la suma de la masa de todas sus estrellas. Se piensa que solo podemos observar de modo

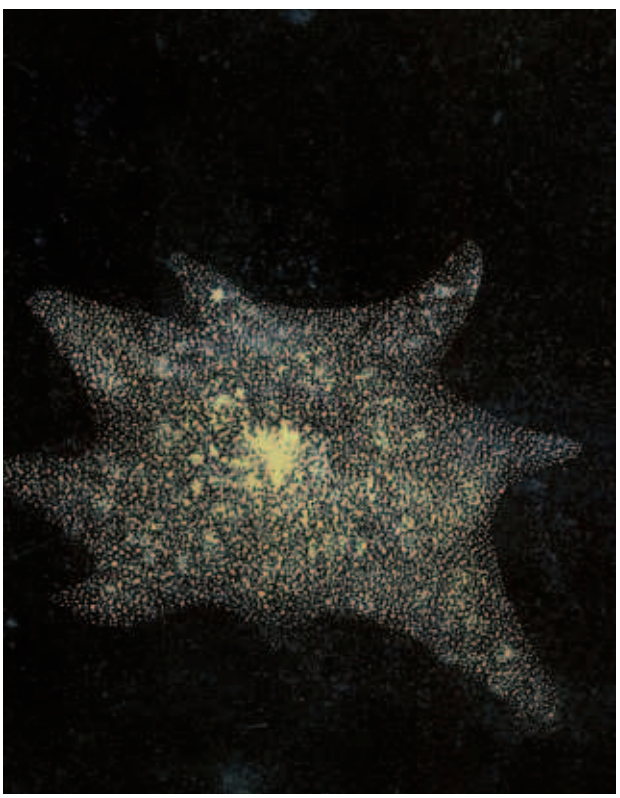
directo el % de la materia de una galaxia, ya que el 90 % restante es materia oscura.

- Los átomos que constituyen la materia observable son, básicamente, los átomos de hidrógeno (75 %) y los átomos de helio (25 %). El resto de los átomos (hierro, carbono, nitrógeno, cobre, oxígeno, etc.) se encuentra en un porcentaje mínimo. Estos últimos se originan en pequeñas cantidades al explotar las estrellas de gran masa y se esparcen por el espacio. Por efecto de la fuerza gravitacional, una parte de estos átomos puede condensarse formando un planeta, en el que los elementos más pesados ocupan el centro; los intermedios, el manto y la corteza; y los más ligeros, la atmósfera. Por eso se dice que los seres vivos somos polvo de estrellas. Se calcula que en el universo hay un átomo por metro cúbico de espacio vacío.

Estructura del universo

El universo está formado por **nebulosas** y **galaxias.**

- Las nebulosas son cúmulos de polvo cósmico de aspecto difuso.
- Las galaxias son cúmulos de estrellas y de polvo cósmico que se mueven juntas por el espacio.



Nebulosa.

Vía Lactea. Galaxia.

Nuestra galaxia, la **Vía Láctea,** esta constituida por unos 200 000 millones de estrellas situados en un espacio de unos 100 000 años luz de diámetro.

Se considera que en el universo hay entre 10 000 y 100 000 millones de galaxias. Nuestro planeta es una simple mota de polvo en la inmensidad del universo.

Albert Einstein *(1879-1955).*

1.2 La teoría de la relatividad como inicio de la cosmología moderna

La teoría de la relatividad se debe a **Albert Einstein** (1879-1955). Este científico se planteó averiguar por qué el universo se mantiene en equilibrio, pese al tiempo transcurrido, en vez de haberse producido la compactación de los astros debido a la fuerza de la gravedad. Einstein, sin realizar ningún experimento, llegó mediante cálculos matemáticos a unas conclusiones que, años más tarde, han sido confirmadas por las observaciones de los astrónomos.

En el universo no se puede distinguir si un cuerpo está en reposo absoluto o moviéndose con una velocidad constante. Tampoco se puede distinguir entre un cuerpo en movimiento acelerado y otro que esté sometido a un campo gravitatorio. Esto significa que en el universo es lo mismo que una peonza gire o que sea el universo el que gire a su alrededor y la peonza esté quieta.

Las principales consecuencias de esta teoría son:

- El tiempo absoluto no existe, ya que la duración de un suceso depende de la velocidad del sistema en el que se realiza.
- El espacio y el tiempo constituyen una misma realidad, denominada **espacio-tiempo.** Si la transmisión de la luz fuese instantánea, podríamos observar la realidad del momento, pero como tarda en llegar lo que percibimos no es lo que sucede ahora, sino lo que sucedió en el pasado. De esto se deduce un universo de cuatro dimensiones, siendo la cuarta el tiempo.
- La masa y la energía son dos aspectos de una misma realidad física y una se puede convertir en la otra según la fórmula:

$$E = m \cdot c^2$$

Siendo *E* la energía, *m* la masa y *c* la velocidad de la luz (300 000 km/s). La masa de un cuerpo aumenta al aumentar su velocidad. A la velocidad de la luz, la masa de un cuerpo sería infinita.

- La luz está constituida por **quanta** de energía luminosa o **fotones** que no tienen apenas masa cuando están en reposo y que se propagan siguiendo un movimiento ondulatorio. Como estos aumentan su masa al desplazarse, los campos gravitatorios hacen que la luz no siga una trayectoria rectilínea, sino que se desvíe. Este hecho fue confirmado en 1919, aprovechando un eclipse de Sol, al comprobar que la posición aparente de una estrella era ligeramente diferente, debido a que su luz al pasar cerca del Sol se veía influida por su masa.

La relatividad

El nombre de **relatividad** hace referencia a la afirmación de que «todo movimiento es relativo», es decir, que solo se puede conocer el movimiento de un punto en relación a otro punto. Así pues, el movimiento absoluto no existe. Por ejemplo, en un tren que se desplaza sin vibraciones, los pasajeros tienen sensación de estar parados, a no ser que miren por las ventanas.

1.3 La teoría de la gran explosión (Big Bang)

Según esta teoría, el universo se originó a partir de una gran explosión que proyectó toda la energía y la materia existentes. La elaboración de esta teoría la inició Einstein en 1917.

Se partió de la hipótesis de que en el universo la distribución de la materia era uniforme **(universo homogéneo e isótropo)** y que no cambiaba de forma con el tiempo (universo en equilibrio). Para compensar el efecto de la gravedad, Einstein introdujo en su modelo una fuerza igual, pero de sentido contrario, a la que denominó **constante cosmológica.**

En 1924, el matemático A. Friedmann demostró que este modelo de universo no era posible, ya que con el paso del tiempo debía hacerse más grande o más pequeño, por lo que la constante cosmológica era innecesaria. A. Einstein estuvo de acuerdo con esta corrección.

En 1927, el astrónomo G. E. Lamaître expuso la teoría de que las galaxias provienen de la explosión de un núcleo inicial, llamado **huevo cósmico** o **átomo primitivo.**

En 1929, el astrónomo E. Hubble, al analizar el espectro de la luz que nos llega de las galaxias, dedujo que todas ellas se alejan de nuestro planeta, es decir, que el **universo está en expansión.**

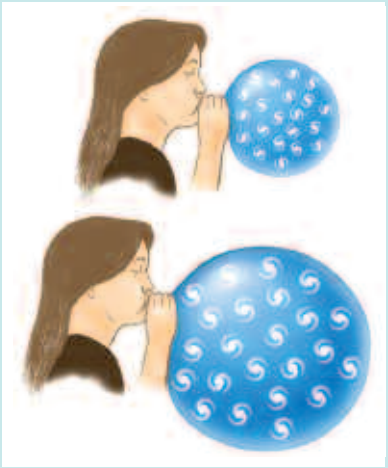
Entre 1948 y 1952, el físico G. Gamow coincidió con la hipótesis de Lamaître sobre el origen de las galaxias (fue el que propuso el nombre de Big Bang), pero discrepaba en la idea de que los primeros átomos en formarse fueran los pesados.

Según Gamow, el **huevo cósmico** estaba constituido por neutrones, que al descomponerse generaron protones y electrones, los cuales se aglutinaron y formaron átomos de hidrógeno y de helio, a partir los cuales se crearon los demás elementos.

A la teoría del Big Bang se le hizo la crítica de que, si a partir de las galaxias más alejadas se calculaba el tiempo transcurrido, el resultado era de 2 000 millones de años, lo cual era absurdo, ya que solamente la Tierra tiene más de 4 000 millones de años. Según los cálculos realizados posteriormente, la gran explosión se produjo hace unos 13 700 millones de años.

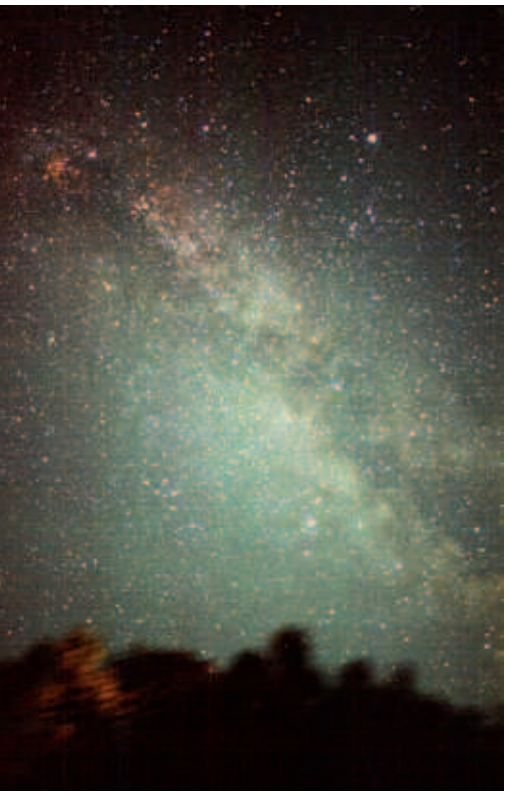
El Telescopio Espacial Hubble, que fue puesto en orbita en el año 1990, representa uno de los proyectos más importantes par el estudio del espacio.

Analogía de la expansión del universo



Si hinchamos un globo y nos fijamos en un punto cualquiera del mismo, podemos observar que todos los demás puntos se alejan respecto del punto considerado. De manera análoga, de la observación de que todas las galaxias se alejan respecto de la Tierra no se deduce que esta sea el centro del universo, pues esta misma sensación se tendría desde cualquier otro punto del espacio.

1.4 Teoría del estado estacionario o de la creación continua



Vía Láctea.

Esta teoría fue presentada entre 1948 y 1950 por los astrónomos H. Bondi, T. Gold y F. Hoyle.

Según esta hipótesis, el universo es uniforme en todo el espacio y no varía en el tiempo. Aunque el universo se expande, su densidad se mantiene constante gracias a que continuamente se está creando nueva materia.

El debate entre los seguidores de la **teoría del Big Bang** y los seguidores de la teoría del estado estacionario se decantó hacia los primeros a partir de los siguientes descubrimientos: la distribución de las radiofuentes celestes, los cuásares, la radiación de fondo y la proporción de átomos de hidrógeno y helio.

Las radiofuentes celestes

Son galaxias o nebulosas que emiten ondas de radio. Se descubrieron al estudiarse algunos problemas de radiocomunicación. Para detectarlas se utilizan radiotelescopios: antenas de radio, generalmente parabólicas, de decenas de metros de diámetro.

En 1955, el astrónomo M. Ryle publicó el primer catálogo de radiofuentes. En él se observa que las galaxias más próximas, por lo tanto las más jóvenes, emiten más radiaciones y que a partir de los

3 000 millones de años luz de distancia se reduce mucho el número de radiofuentes. Lo anterior indica que al principio y durante un periodo de tiempo no había radiofuentes. Esto no contradice la teoría del Big Bang, pero sí la teoría del estado estacionario.

Los cuásares

En 1960 se descubrieron radiofuentes que correspondían a puntos muy pequeños. Posteriomente, en 1963, el astrónomo M. Schmidt comprobó que eran galaxias que se encontraban a una distancia de entre 2 000 y 4 000 millones de años luz y que se alejaban a una velocidad enorme (casi un tercio de la velocidad de la luz).

Según la teoría del Big Bang, se trataría de galaxias muy pequeñas y muy brillantes que se formaron solo durante el período anteriormente indicado y que, por lo tanto, constituyen un fenómeno transitorio. Este hecho también contradice la idea de un universo que no varía con el tiempo.

La proporción de átomos de hidrógeno y helio

La teoría del Big Bang afirma que, al producirse la gran explosión, la energía empezó a transformarse en materia. Al cabo de tres minutos aparecerían los átomos más sencillos (hidrógeno y helio).

Según los cálculos realizados, a partir de ese momento, el universo debía de estar formado por un 75 % de hidrógeno y un 25 % de helio, aproximadamente.

Estos resultados coinciden con las proporciones de hidrógeno y helio que hay en las galaxias, en las que los demás tipos átomos en conjunto no llegan al 1 %. La coincidencia de estas proporciones y su presencia en todas las galaxias indican un origen común y, por tanto, confirman la teoría del Big Bang.

DOBLAR 3

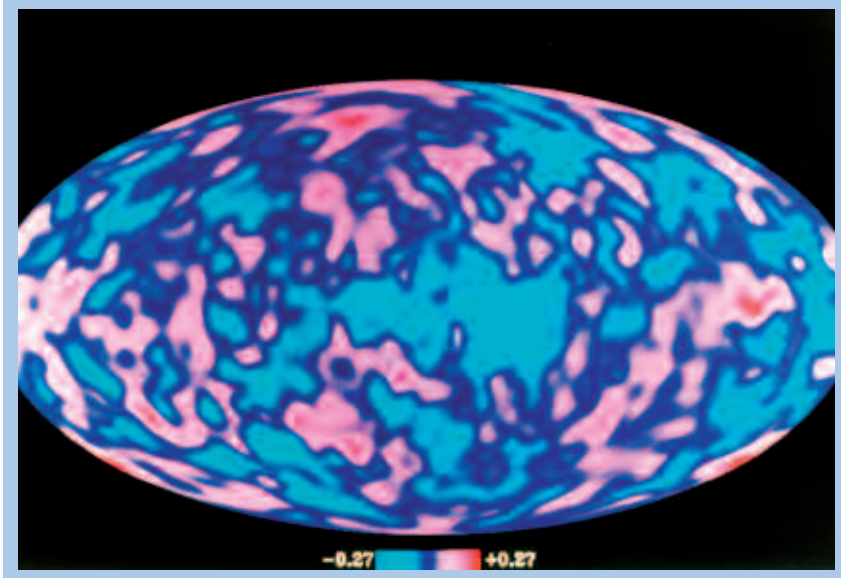
La radiación de fondo

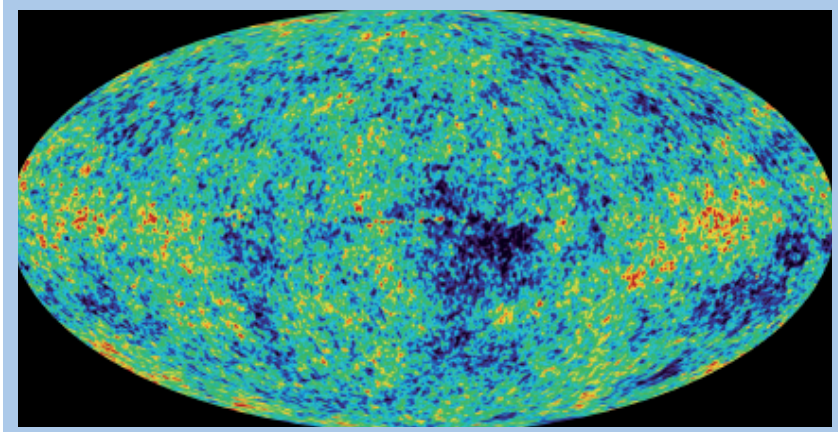
Según la teoría del Big Bang, en el momento de la gran explosión la temperatura sería muy alta (unos 3 000 millones de grados); a continuación se produjo un enfriamiento que, en los límites del universo, debía de ser inferior a los seis grados Kelvin (6 ºK), es decir, a 267 grados Celsius bajo cero (-267 ºC). A esta temperatura, una radiación que emiten los cuerpos no luminosos es prácticamente indetectable.

En 1965, los radioastrónomos A. Penzias y R. Wilson captaron una radiación muy débil, de 7,35 cm longitud de onda, que era idéntica en cualquier dirección del universo y a la que se denominó **radiación de fondo.**

Tal y como afirma la hipótesis del Big Bang, esta radiación sería el eco de la gran explosión. Sin embargo, la teoría del estado estacionario no explica esta radiación.

documento





Proyecto Cobe

Imagen de la radiación de fondo obtenida por el satélite Cobe, enviado al espacio en el año 1989. Es la imagen de la huella más antigua del universo,

El proyecto Cobe (Cosmic Background Explorer) fue dirigido por J. Mather y el responsable de estudiar los espectros fue G. Smoot. Los primeros resultados se publicaron en 1992 y confirmaron la teoría del Big Bang. Ambos científicos obtuvieron el premio Nobel de Física de 2006.

Los resultados del proyecto Cobe indican que el universo tiene una antigüedad de 13 700 millones de años y que las primeras galaxias se formaron hace 200 millones de años.

Proyecto WMAP

Imagen de la radiación de fondo obtenida por la sonda WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), lanzada el año 2001.

Los puntos rojos indican más calor y los azules, más frío y se corresponden, respectivamente, con materia más y menos densa.

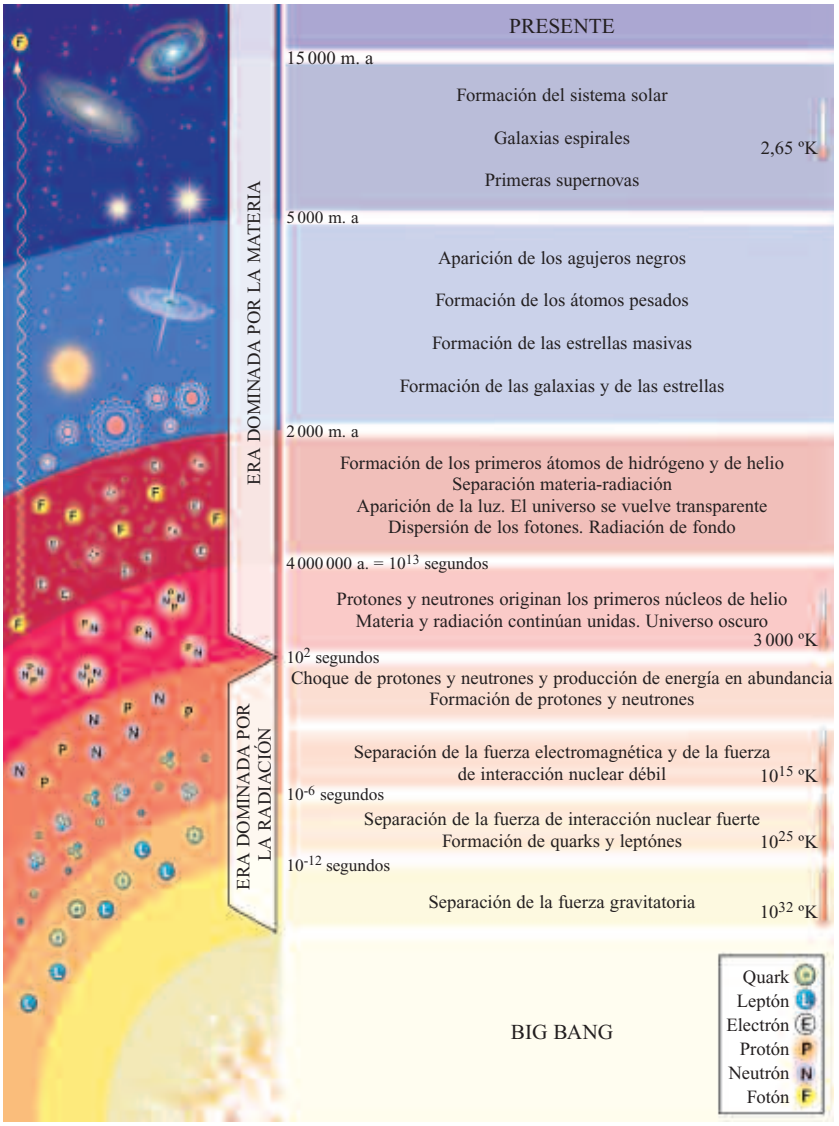
Stephen William Hawking *(1942), físico, cosmólogo británico.*

1.5 La cronología de la gran explosión

Según la teoría del Big Bang, el inicio del universo se sitúa en el instante en el que la denominada **singularidad inicial** sufre la gran explosión.

Actualmente solo se conoce lo que sucedió a partir de 10-43 segundos después de la gran explosión, pero no lo acontecido antes de ese momento. Para ello habría que saber cómo las cuatro fuerzas naturales estaban unidas en una sola.

Estas cuatro fuerzas son: la **gravedad,** la **interacción nuclear fuerte** (fuerza que une las partículas del núcleo atómico), la **fuerza electromagnética** y la **interacción nuclear débil** (fuerza responsable de la radiactividad natural, como la de la desintegración de los neutrones). Actualmente, el principal investigador en este campo es S. Hawking.



La gran explosión y evolución del universo.

Evolución del universo	
Después de 10^{-43} s Inicialmente, el universo tenía un diámetro de 10^{-28} cm (mil billones de veces más pequeño que un átomo de hidrógeno), una densidad casi infinita y una temperatura de 10^{32} ºK.	El universo empezó a enfriarse y a dilatarse a una velocidad superior a la de la luz **(inflación)** aumentando su masa 10^{50} veces. Inicialmente las cuatro fuerzas naturales estaban unidas en una sola, pero en este corto período de tiempo la fuerza gravitatoria se separó de las otras tres fuerzas.
Después de 10^{-32} s El universo alcanzó un diámetro entre 7 y 8 cm y la temperatura descendió a 10^{25} ºK.	La fuerza de interacción nuclear fuerte se separó y comenzaron a formarse las partículas elementales del átomo (quarks y leptones). La materia formada superó en una cantidad pequeñísima a la de antimateria (materia formada por núcleos atómicos negativos y envolturas atómicas positivas). Si no hubiese ocurrido así, materia y antimateria se habrían anulado y ya no habría materia en el universo. El universo se hizo homogéneo y plano.
Después de 10^{-12} s La temperatura descendió a 10^{15} ºK.	Gran cantidad protones y neutrones chocó entre sí y se transformó en energía.
Después de 10^{-6} s	Los protones y neutrones se unieron y formaron núcleos de helio (dos protones y dos neutrones). Los fotones continuaban unidos a las partículas y el universo era oscuro (opaco).
Después de 10^{13} s Continuó el enfriamiento hasta unos 3 000 ºK.	Los fotones perdieron energía y, como consecuencia, los electrones fueron retenidos por los núcleos atómicos, contituyéndose los primeros átomos de hidrógeno y de helio. Los fotones, al dejar de interactuar con los electrones, se dispersaron y recorrieron grandes distancias constituyendo la llamada radiación de fondo. 380 000 años después del Big Bang, los fotones, al separarse de la materia, originaron la luz y un universo transparente.
Después de 200 m. a. Continuó el enfriamiento. Actualmente, la temperatura media del universo es de 2,65 ºK.	Se formaron las primeras galaxias y 200 millones de años después, debido a reacciones internas de fusión del hidrógeno, aparecieron las primeras estrellas.

Quarks y leptones

Quarks y leptones son partículas atómicas elementales.

Los quarks forman el núcleo atómico (neutrones y protones).

Los leptones no forman el núcleo atómico. Un tipo de leptones son los electrones.

Quarks (u, d, d) en un neutrón.

1.6 Teoría del universo pulsante

¿Continuará expandiéndose el universo en el futuro o llegará un momento en el que se contraerá? Para responder a esta cuestión se han propuesto dos posibles modelos:

- **Universo abierto.** A partir de la gran explosión, el universo continuaría expandiéndose indefinidamente.
- **Universo cerrado.** La fuerza de la gravedad frenaría la actual expansión del universo y provocará su contracción hasta llegar a formar un nuevo huevo cósmico que, de nuevo, volvería a estallar y daría lugar a un nuevo universo expansivo. Las sucesivas explosiones *(big bang)* y contracciones *(big crunch),* llamadas pulsaciones, se repetirían eternamente.

Galaxia Andrómeda.

El valor de la densidad del universo y el descubrimiento de la expansión de las galaxias a una velocidad superior a la prevista han sido los dos datos decisivos a la hora de elegir un modelo u otro.

La **materia constituida por átomos** y la **materia oscura** representan, respectivamente, el 5 % y el 45 % de la densidad del universo. La materia oscura es la que no alcanza la densidad material mínima para formar átomos denominada densidad crítica.

El 50 % restante de la densidad del universo corresponde a la e**nergía oscura**. La existencia de esta energía se dedujo al observar que las galaxias más lejanas se habían acelerado hace unos 4 000 millones de años, es decir, en sentido contrario a la fuerza de la gravedad. Este hecho ha llevado a pensar que el universo nunca se podrá contraer y, por tanto, la teoría del universo pulsante sería incorrecta.

1.7 La forma del universo

Se han propuestos tres modelos principales para explicar la forma del universo.

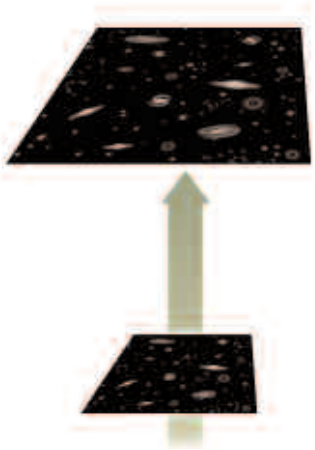
Universo esférico

Es el que resultaría si su densidad fuese superior a la crítica. Esto provocaría una fuerte gravedad que contraería el universo.
Se corresponde con un universo cerrado y finito.c

Universo hiperbólico

Es el que resultaría si su densidad fuese inferior a la crítica. En este caso, el universo continuaría expandiéndose y enfriándose hasta llegar a un estado sin energía (universo inflacionario).
Se corresponde con un universo abierto.

Universo plano



Es el que resultaría si su densidad fuese igual a la crítica. La fuerza de la gravedad sería igual a la de expansión. No se contraería y dispondría de la energía suficiente para seguir existiendo.
Se corresponde con un universo cerrado y finito.

La solución al problema sobre la forma del universo la han aportado los resultados del telescopio aerostático Boomerang, que en el año 2003 estuvo diez días sobrevolando la Antártida, explorando un pequeño porcentaje del cielo con una resolución angular muy alta.

A partir de sus observaciones se ha deducido que la densidad del universo coincide con la densidad crítica (10-29 g/cm3). Este dato confirma el modelo del universo plano que, debido a la energía oscura de repulsión, seguirá en expansión indefinidamente. Se dice que el universo es plano en el contexto de la geometría del espacio. Si se considera la geometría del espacio-tiempo con la presencia de la fuerza de la gravedad, el universo resultante es curvo, en el que la luz sigue una trayectoria curva.

La ciencia no puede contestar a la pregunta sobre qué había antes de la **singularidad inicial** que explotó en el primer instante porque la ciencia, para poder actuar, necesita alguna cosa que medir, y nada puede hacer si es que antes no había ni materia ni energía.

Al no haber una respuesta científica, se abre el campo de la reflexión filosófica. Para unos, como Einstein y Lamaître, resulta más convincente pensar en la **existencia de un Creador.**

Para otros, como algunos defensores de las t**eorías del estado estacionario** y del **universo pulsante,** resulta más convincente pensar que la materia y la energía siempre han existido.

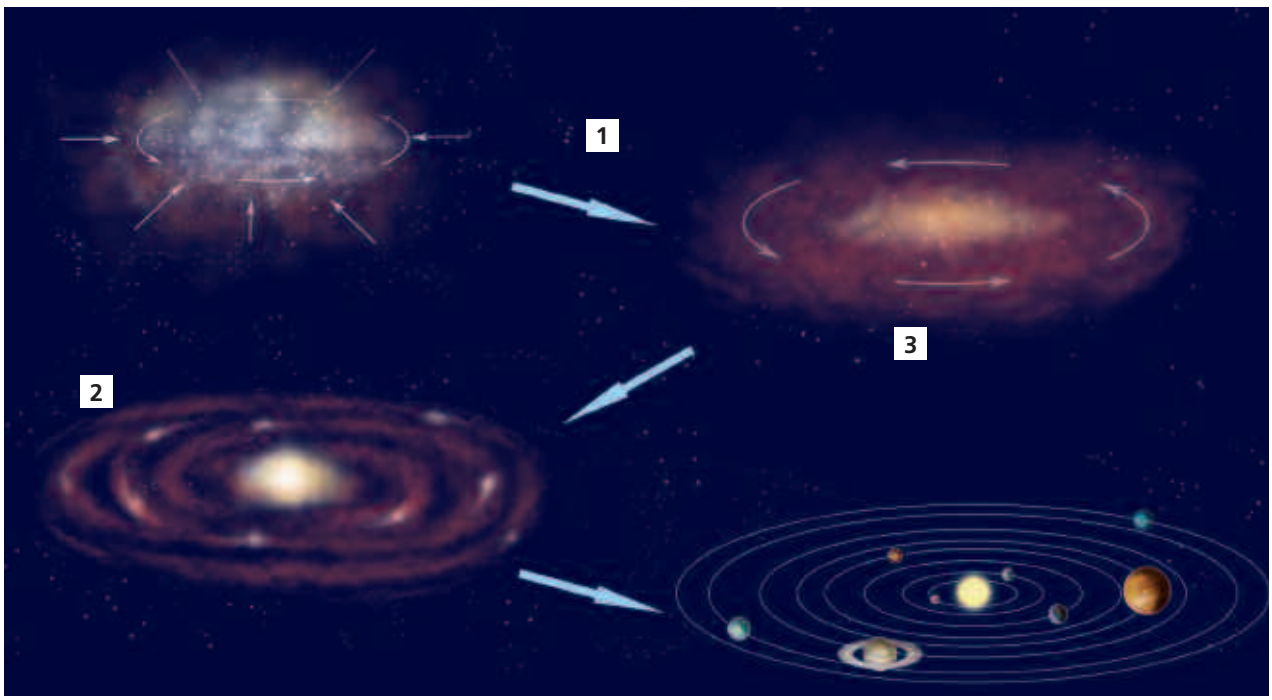
DOBLAR 1

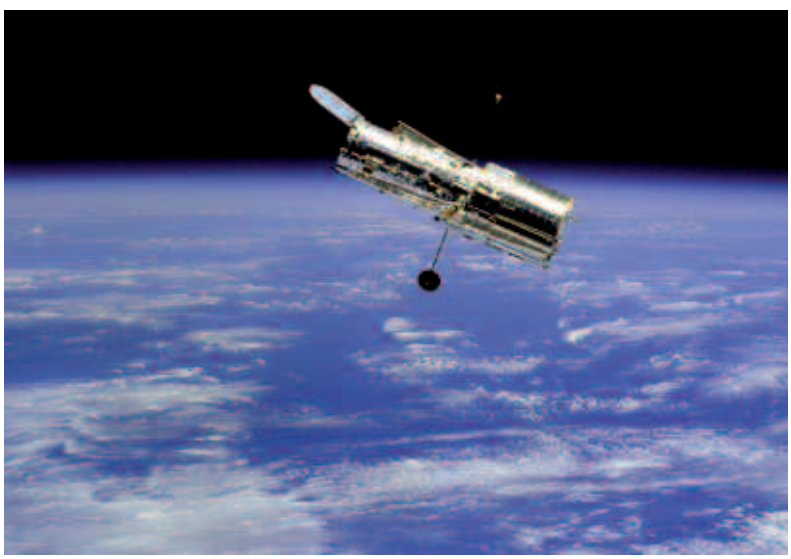
1.8 Formación y dinámica de la Tierra

Formación del sistema solar y la Tierra

El sistema solar se originó a partir de una nebulosa giratoria:

1. La gran nebulosa sufrió un proceso de contracción hasta adquirir la forma de disco.
2. Gran parte de la materia se fue condensando en el centro del disco y originó una estrella o protosol.
3. Alrededor de la estrella (Sol) se fueron condensando pequeñas masas materiales que formaron los distintos planetas que componen el sistema solar.





Telescopio espacial Hubble orbitando sobre la Tierra.

Todos los planetas del sistema solar permanecieron alrededor del Sol girando en el mismo sentido que la nebulosa.

Se calcula que la Tierra se formó hace unos 4 500 millones de años a partir de una masa incandescente.

A medida que esta masa inicial se fue enfriando, la Tierra se estructuró en capas.

Las capas que forman la Tierra, desde la más interna a la más externa, son:

- El **núcleo** (interno y externo).
- El **manto** (inferior y superior).
- La **corteza.**
- La **atmósfera.**
- La **hidrosfera.**

Toería de la tectónica global o tectónica de placas

Según la teoría de la **tectónica global,** la **litosfera** (formada por la corteza y la parte más externa del manto) está fragmentada en porciones denominadas **placas tectónicas** o **litosféricas.**

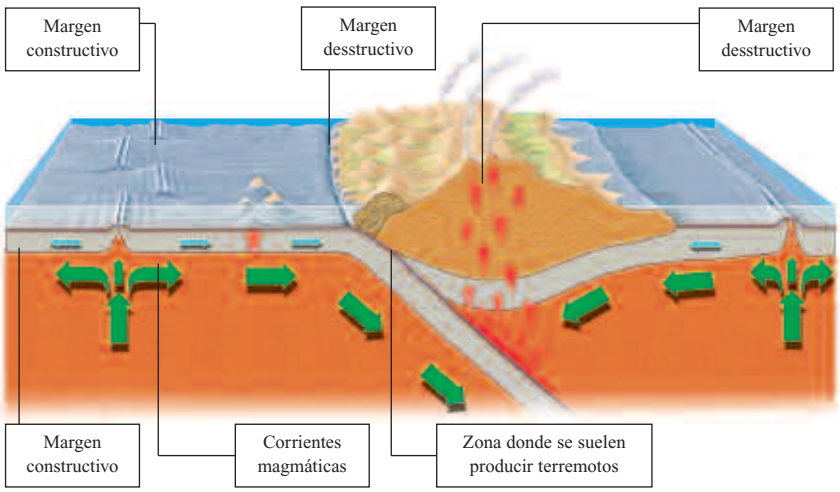
Las corrientes de magma, que ascienden a la superficie desde el interior de la Tierra, generan las placas litosféricas, las fragmentan y las mueven sobre una parte del manto llamada astenosfera. El desplazamiento de las placas provoca que colisionen entre ellas y el hundimiento de unas bajo otras, para acabar fundiéndose en el interior del manto.

En las placas litosféricas se distinguen tres tipos de **márgenes:**

- El **margen constructivo** es la parte por donde la placa crece gracias al material magmático que asciende de la astenosfera.
- El **margen destructivo** es la parte de la placa que, al colisionar con otra placa, se hunde en la astenosfera.
- El **margen pasivo** es la parte de la placa que, al desplazarse, roza con el margen pasivo de la placa contigua.

El movimiento de las placas provoca los siguientes fenómenos:

- Las **cordilleras** se forman por la acumulación de materiales procedentes del magma o en las zonas de choque entre las placas.
- Los terremotos se producen por el desplazamiento brusco de unas placas respecto a otras.
- Los **volcanes** se originan al producirse grietas por las que sale a exterior el magma procedente de la astenosfera.



Actividades

1. ¿En que se diferencia la materia atómica de la materia oscura?
2. ¿Qué es la energía oscura?
3. ¿Cuáles son las teorías principales sobre el origen y evolución del universo?
4. ¿Cuáles son las cuatro fuerzas del universo que estaban unidas en el momento incicial de la gran explosión?
5. ¿Qué es la radiación de fondo? Averigua en Internet cómo de descubrió.
6. Explica los efectos que se originan por el desplazamiento de las placas litosféricas.

HAST

2. El ser vivo y la vida

2.1 Los seres vivos y la vida

Los seres vivos u organismos vivos son aquellos que poseen una estructura material muy compleja y que son capaces de nutrirse, relacionarse y reproducirse, es decir, de realizar las tres funciones vitales. La vida se puede definir como el conjunto de esas tres cualidades o funciones.

La ciencia que estudia los seres vivos es la Biología. Lo hace a todos los niveles, desde el molecular hasta el de ecosistema.

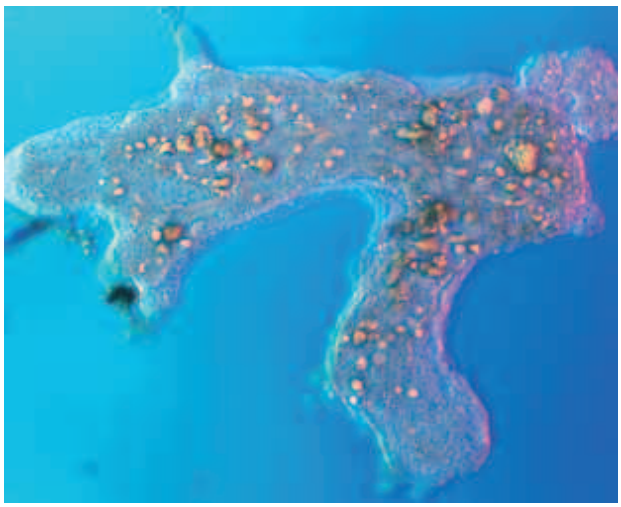
Características de los seres vivos

- **Actúan espontáneamente y con una cierta intencionalidad.** Esta actuación tiene como objetivo realizar las funciones vitales.
  - La **nutrición** es la función de captar materia y energía del exterior, con el fin de mantener su estructura, crecer, desarrollarse y realizar las funciones vitales.
  - La **relación** es la función de captar estímulos del exterior y elaborar respuestas adecuadas a los mismos. Sin ella, los seres vivos serían incapaces de nutrirse y de reproducirse.
  - La **reproducción** es la función de originar nuevos individuos, iguales o parecidos a los progenitores.
- **Son seres muy complejos.** Esto se debe a que tienen que regular muchas reacciones químicas internas diferentes y responder adecuadamente a un gran número de sustancias externas. Los seres vivos están constituidos por materia orgánica e inorgánica.
  - La **materia orgánica** es aquella que está constituida, básicamente, por átomos de carbono (C) y de hidrógeno (H). La mayoría, además, presenta átomos de oxígeno (O) y de nitrógeno (N). En la naturaleza solo se encuentra constituyendo organismos y sus derivados naturales, como el petróleo.
  - La **materia inorgánica** es la que no está constituida, básicamente, por átomos de carbono y de hidrógeno. También se la denomina materia mineral, ya que forma los minerales, las rocas y el agua.

Metabolismo
Las moléculas de los organismos reaccionan entre sí y se transforman, con la finalidad de formar la propia estructura y obtener energía. El conjunto de estas reacciones químicas se llama **metabolismo.**

Pingüino emperador.

- **Están constituidos por una o más células.** Los primeros son los seres unicelulares y los segundos, los pluricelulares.
  Desde el punto de vista **estructural,** la célula es una estructura de materia viva constituida por una membrana, un citoplasma y material genético (el ácido desoxirribonucleico o ADN), que contiene la información sobre su estructura y funcionamiento.
  Desde el punto de vista **funcional,** la célula es la unidad más sencilla de materia viva autónoma, ya que es capaz de nutrirse, reproducirse y relacionarse por sí misma.



Protozoo. Ser unicelular.

Tortuga. Animal pluricelular

- **La información biológica sobre su estructura corporal (anatomía) y su funcionamiento (fisiología) se halla en los ácidos nucleicos.** Cada una de las unidades de información se denomina **gen.** Los genes de un ser vivo son hereditarios, por lo que pasan del progenitor a sus descendientes.
- **Los seres vivos mantienen relativamente constante su medio interno.** Su objetivo es intentar que no les afecten las variaciones del medio ambiente. Esta propiedad se llama **homeostasis.**

DOBLAR 1

Amanita muscaria. Ser pluricelular

Actividades

7. ¿Cuáles son las características fundamentales de los seres vivos?

8. Indica las diferencias entre materia orgánica y materia inorgánica, y entre célula procariota y célula eucariota.

Tipos de células
Células procariotas. Son las que carecen de núcleo.
Células eucariotas. Son las que tienen núcleo, es decir, poseen el material genético rodeado por una doble membrana que se conoce como envoltura nuclear.

3. El origen de la vida y de los primeros organismos

Las primeras explicaciones históricas sobre el origen de la vida y los seres vivos sostienen que los diversos seres vivos fueron creados por algún ser superior. En la actualidad se entiende que los textos religiosos pretenden mostrar la intervención divina en la creación de la vida, pero no explicar cómo se ha originado la materia viva, lo cual pertenece al ámbito de los textos científicos.

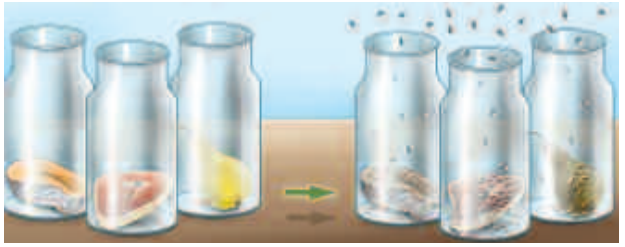
3.1 La teoría de la generación espontánea

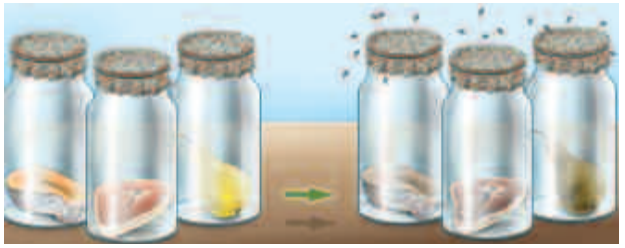
Esta teoría defiende que algunos seres vivos podrían originarse a partir de materiales inertes, como el barro, el sudor, la carne en corrupción, etc. Esta hipótesis fue aceptada en el mundo científico durante siglos. Entre otros, fue sostenida por **Aristóteles** (384-322 a. C.). Se pensaba que del barro se generaban las anguilas; de la lluvia, las ranas; de la carne en putrefacción, los gusanos y las moscas; etc. Incluso se llegaron a proponer fórmulas para obtener seres vivos. Así, **J. B. Helmont** (1577-1644) afirmó que para conseguir ratones bastaba con envolver granos de trigo en una camisa sucia y sudada y esperar unos 21 días.

El médico italiano **Francesco Redi** (1626-1698) realizó varios experimentos que demostraban que la idea de la generación espontánea era errónea.

Método científico aplicado por Francesco Redi

- **Observación.** Observó que los gusanos solo aparecían en la carne en proceso de putrefacción si las moscas se habían posado en ella varios días antes.
- **Hipótesis.** A partir de esta observación elaboró la hipótesis de que «los gusanos proceden de moscas que ponen huevos en la carne podrida». Para comprobar la certeza de su hipótesis realizó los siguientes experimentos en 1668:





- **Experimento 1.** Colocó restos de seres vivos en varios recipientes: unos los tapó y los selló con cera y otros los mantuvo abiertos. El resultado fue que solo aparecían gusanos en los recipientes abiertos, en los que podían entrar moscas adultas.
- **Experimento 2.** Repitió el experimento tapando algunos recipientes con un trozo de gasa para permitir que entrase el aire fresco, pero no las moscas. El resultado fue que volvieron a aparecer gusanos sobre la carne en putrefacción en los recipientes abiertos, pero no en los tapados con gasas. Con este experimento, Redi comprobó que lo que impide la presencia de gusanos en la carne es que las moscas no puedan poner huevos en ella. CMC 0108
- **Conclusión.** Redi llegó a la conclusión de que los gusanos proceden de las moscas y no de la generación espontánea.
- **Teoría.** A partir de aquí estableció la siguiente teoría: «Los gusanos de la carne no se originan espontáneamente de la materia muerta, sino que se forman a partir de moscas que ponen sus huevos en la carne».

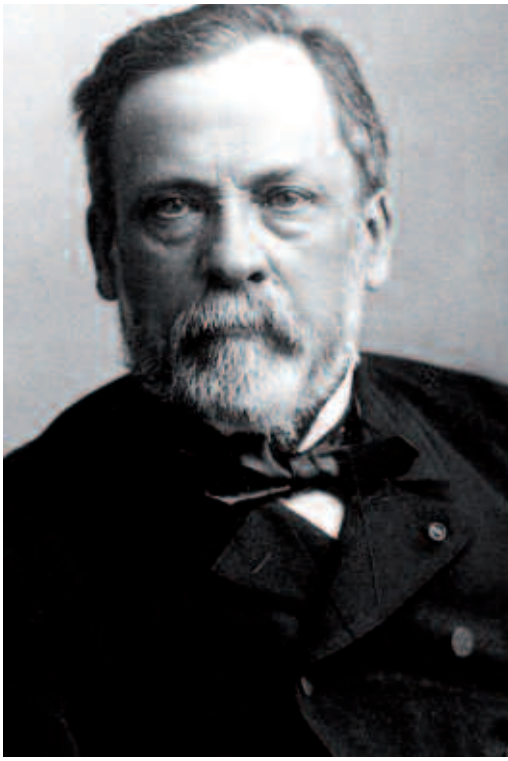
Posteriormente, **A. Leeuwenhoek** (1632-1723), el inventor del microscopio, comunicó que había observado organismos microscópicos vivos en el agua de lluvia que había recogido en su tejado.

Esto llevó a que algunos científicos admitieran la posibilidad de que los microorganismos se originasen por generación espontánea.

En 1745, **J. T. Needham** (1713-1781) introdujo tejidos vegetales y animales en frascos herméticos y los calentó. Varios días después observó la aparición de microorganismos, lo que le llevó a defender la hipótesis de la generación espontánea de los microbios.

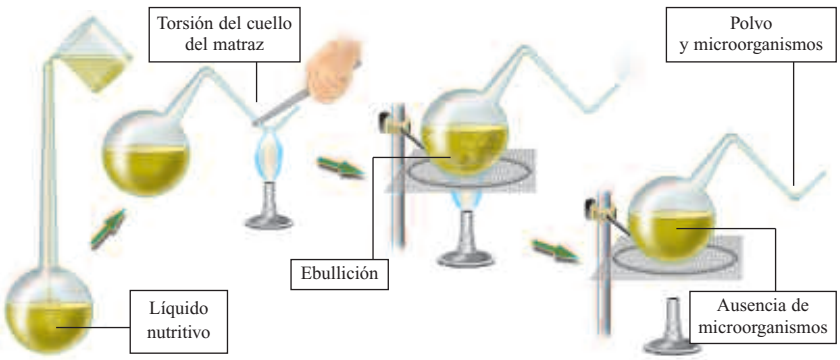
Años después, en 1769, **L. Spallanzani** (1729-1799) repitió el experimento y demostró que, si se impedía la entrada de aire en los frascos calentados, no aparecían microbios. El argumento en contra era que, debido a la falta de aire, no aparecían los microbios. Por tanto, la controversia entre defensores y detractores de la generación espontánea seguía abierta.

En 1860, el microbiólogo francés **Louis Pasteur** (1822-1895) realizó un experimento similar al que efectuó Redi doscientos años antes y demostró que la teoría de la generación espontánea de la vida era falsa. Pasteur explicó que los microbios y las esporas de hongos que contenía el aire y que se depositaban continuamente sobre los objetos eran los causantes de la descomposición de los cadáveres de los organismos.



Louis Pasteur (182-1895).

Experimento de Pasteur



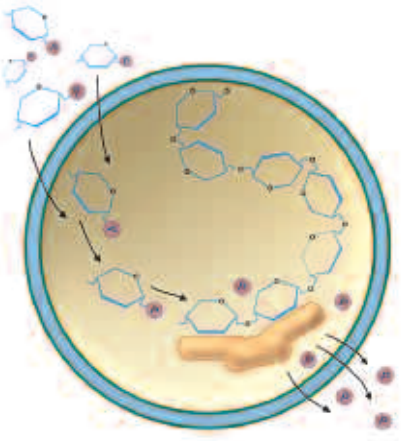
***1.** Pasteur introdujo un caldo de cultivo en un matraz, recipiente de cuello largo y estrecho. **2.** Calentó el cuello del matraz hasta curvarlo en forma de cuello de cisne, dejando su extremo abierto. **3.** Hirvió el contenido del matraz para matar cualquier forma de vida. **4.** Dejó que se enfriase el caldo. Entró aire, pero no se depositaron microorganismos en el caldo.*

Si el matraz se mantenía vertical, no se producía la contaminación microbiana del caldo, incluso después de mucho tiempo, debido a que los microorganismos no podían ascender por el cuello del recipiente. Pero si este se inclinaba hasta poner en contacto el caldo con la abertura del cuello (llena de microbios), se producía la contaminación microbiana de dicho caldo. Por tanto, la ausencia de vida en el recipiente vertical no se debía a la destrucción de algún principio vital por el calentamiento del caldo, sino a que se impedía su contaminación.

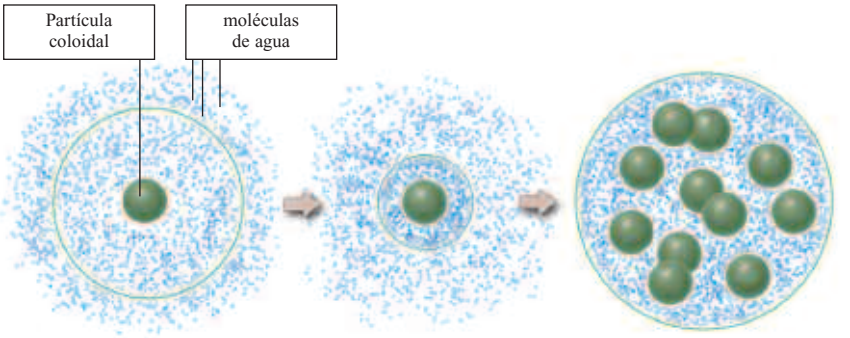
Con este experimento, Pasteur demostró que **«todos los seres vivos proceden de otros seres vivos»** y que la teoría de la generación espontánea de vida no era cierta.

3.2 La hipótesis de los coacervados

Después de los experimentos de Pasteur, se propuso que la generación espontánea de vida sí podría haberse dado en las condiciones iniciales del planeta. El científico ruso **A. Oparin** (1894-1980) sostenía que la aparición de la vida estuvo precedida de una **evolución química.** Según él, la atmósfera terrestre primitiva estaba constituida por hidrógeno (H_2), agua (H_2O), amoníaco (NH_3), algunos hidrocarburos como el metano (CH_4), etc.; no consideró que presentase dióxido de carbono. A partir de estos elementos, al enfriarse la Tierra, se originó una gran cantidad de moléculas orgánicas (de C, H, O y N) que se acumularon en la hidrosfera y constituyeron el **caldo primitivo** (denominado así por J. B. Haldane). Algunas de estas moléculas pequeñas (monómeros) debieron de combinarse y formar moléculas de elevado peso molecular (polímeros), las cuales, a su vez, se unirían espontáneamente para constituir microscópicas estructuras cerradas, llamadas **coacervados,** formadas por una envoltura de polímeros y un medio interno que podría presentar enzimas. Los coacervados tendrían un metabolismo muy sencillo que les permitiría crecer y dividirse.



La enzima fosforilasa se une a moléculas de glucosa y sintetiza almidón. Este constituye la estructura que delimita el coacervado. Cuando este es muy grande, se divide en dos.



Formación de coacervados
La partícula coloidal atrae las moléculas de agua próximas formando una capa de moléculas de agua adheridas.
Las partículas coloidales pueden atraerse y compartir sus capas de agua originando una capa de agua más amplia que separaría el medio interno del exterior.

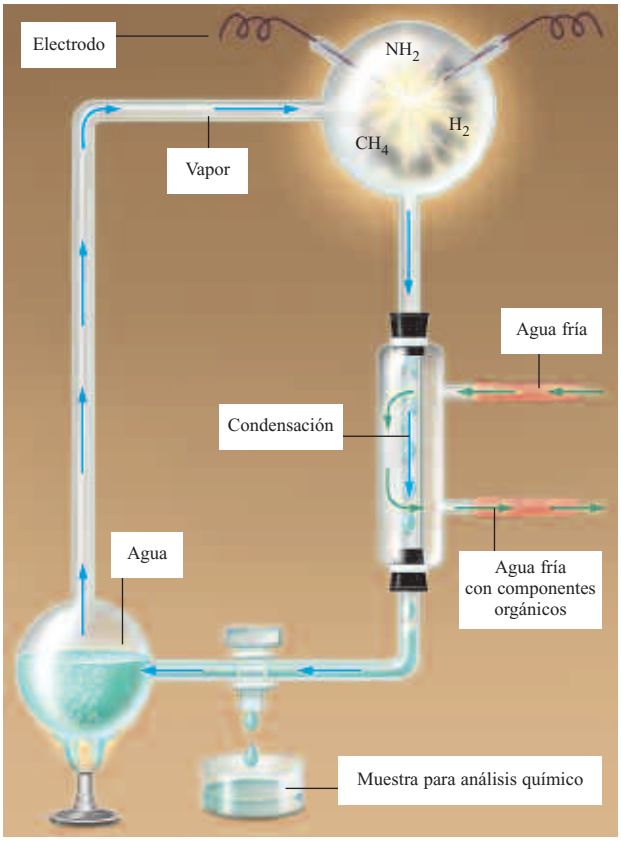
Oparin logró obtener coacervados en el laboratorio que crecieran y que se dividieran. En 1924 llegó a la conclusión de que los coacervados eran los precursores de los seres vivos. En 1929, el inglés **J. B. Haldane** llegó a unas conclusiones similares a las de Oparin, por lo que se suele hablar de la teoría de Oparin-Haldane.

La hipótesis de Oparin explica cómo se pudo pasar de la materia inorgánica a la orgánica, pero no cómo se pasa de la no vida a la vida, ya que ni explica el origen de las enzimas internas de los coacervados ni cómo podrían evolucionar, al carecer estos de información genética.

ESPACIO

3.3 La síntesis experimental de materia orgánica sencilla

En 1952, **S. Miller** confirmó experimentalmente la hipótesis de Oparin. En un matraz esférico introdujo los gases que presumiblemente constituían dicha atmósfera primitiva (metano, amoníaco, hidrógeno y vapor de agua) y los sometió durante una semana a descargas eléctricas que simulaban las posibles tormentas eléctricas. Mantuvo el recipiente a una temperatura próxima a la de la ebullición del agua. Posteriormente, comprobó que en el recipiente habían aparecido moléculas orgánicas sencillas como glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos.



Esquema del aparato utilizado por Stanley Miller.

3.4 La síntesis artificial de materia orgánica compleja

El científico americano **S. Fox** consideró la posibilidad de que, en las regiones volcánicas próximas al mar de la Tierra primitiva, las mezclas de aminoácidos del caldo primitivo se calentaron y se desecaron, lo que pudo originar polímeros de aminoácidos, es decir, proteínas. Lo comprobó experimentalmente en 1958. Introdujo en un horno una porción de lava en la que había puesto una mezcla de 18 tipos de aminoácidos y los mantuvo a 170 °C durante unas cuantas horas. Obtuvo polímeros de aminoácidos similares a las proteínas que denominó **proteinoides termales,** que formaban pequeñas gotitas, a las que llamó **microesferas.** Estas podrían ser capaces de captar energía del medio externo y dividirse.

No obstante, los experimentos de Fox no explicaban cómo se originaría la primera estructura viva, ya que las microesferas no presentaban moléculas capaces de contener y transmitir la información biológica. Actualmente se piensa que estas moléculas debieron de formarse en una de las primeras fases de la evolución protobiológica.

3.5 La síntesis de ácidos nucleicos

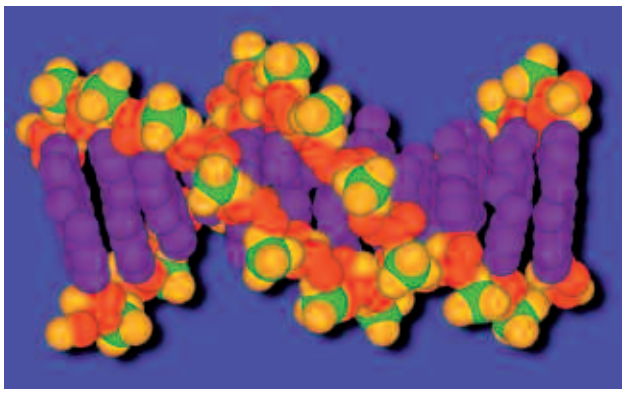
A partir de 1959, el científico catalán **Joan Oró** (1923-2004), siguiendo un protocolo parecido al de S. Miller, pero cambiando la composición de los gases que utilizaba este por otros abundantes en los cometas (ácido cianhídrico, amoníaco y agua), consiguió sintetizar las moléculas que constituyen los ácidos nucleicos. Según Oró, los primeros compuestos orgánicos podrían haberse formado en parte en la Tierra y en parte en los meteoritos y cometas que cayeron sobre nuestro planeta. Un dato que apoya esta hipótesis es que los elementos que componen las biomoléculas (carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre y fósforo) se encuentran entre los más abundantes en el universo, después del hidrógeno, el helio y el neón.

Oró concibió que el primer ser vivo debió de originarse a partir de la acción conjunta de cinco macromoléculas: un protorribosoma (estructura que sintetiza las proteínas), una protoenzima, un proto-ADN o un proto-ARN (con la información biológica y capacidad de autoduplicarse), un proto-ARN de transferencia y una membrana.

3.6 Hipótesis actuales sobre el origen de la vida

Actualmente no se conoce en qué orden aparecieron las estructuras que formaron la primera unidad autónoma viva o protobionte, que sería el antepasado común a todos los seres vivos.

Se concibe al protobionte como un agregado de moléculas producidas de forma abiótica, rodeado de una membrana o de una estructura similar a ella, provisto de un cierto metabolismo y que era capaz de replicarse.



Modelo de moléculade ADN.

Hipótesis de Oparin actualizada

La atmósfera primitiva no era completamente reductora, sino que presentaba una cierta cantidad de oxígeno, como demuestran los carbonatos y óxidos de hierro que se han encontrado en rocas de hace 3 800 millones de años, cuando apareció la vida en la Tierra. Estas sustancias no se podrían haber formado en una atmósfera reductora.

La atmósfera actual contiene una cantidad de neón muy inferior a la que cabría esperar. Se supone que una caída incesante de meteoritos provocó la salida de gases pesados del interior de la Tierra, modificando la composición de la atmósfera primitiva, constituida por gases muy ligeros. Los meteoritos aportarían gran parte de los primeros compuestos orgánicos.

Según esta teoría, los componentes de protobionte que primero se formaron fueron las membranas; luego, los coacervados; después, las proteínas enzimáticas y, por último, los genes.

Hipótesis de Eigen o del ARN primitivo

M. Eigen, en 1981, propuso que, a partir de nucleótidos sueltos, se constituyó la primera molécula (ARN) con capacidad de contener información genética, de autorreplicarse y de controlar los demás procesos biológicos.

Actualmente ya se ha constatado que el ARN es capaz de contener información, como sucede en muchos virus.

Durante el proceso evolutivo, la función de contener la información genética pasaría del ARN al ADN, que es una molécula más estable; y las funciones catalíticas, a las proteínas enzimáticas.

Tal y como afirma esta hipótesis, primero aparecieron los genes en forma de ARN; luego, las enzimas y, por último, la membrana plasmática.

Hipótesis de Cairns-Smith o de los cristales de arcilla

En 1982, A. Cairns-Smith propone la siguiente hipótesis: los iones metálicos de los minerales de la arcilla, al ordenarse espontáneamente durante la cristalización, provocarían una ordenación determinada de los aminoácidos que constituyeron las primeras proteínas enzimáticas.

Después, la arcilla y las enzimas quedaron envueltas por una membrana. Durante el transcurso del proceso evolutivo, la información (ordenamiento) pasaría de los minerales de arcilla al ARN.

Según esta hipótesis, primero se formaron los cristales de los minerales de la arcilla; luego, las enzimas; posteriomente, las membranas y, finalmente, los genes en forma de ARN. DOBLAR

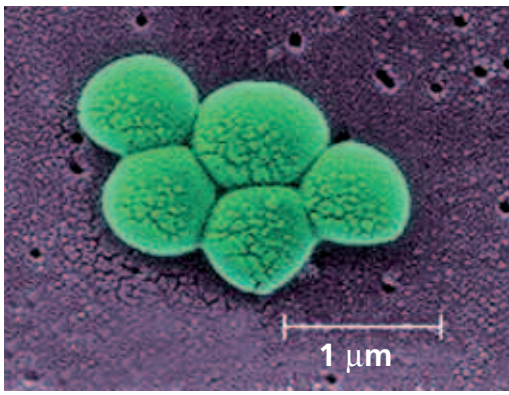
3.7 Los primeros organismos

La primera célula procariota

Las rocas más antiguas que se han hallado son el gneis de Acasta (Canadá), de hace 4 030 millones de años. Estas rocas muestran que en esa época la superficie terrestre ya se había enfriado y era sólida. Por otra parte, se han encontrado indicios de vida en las rocas sedimentarias de Isua (Groenlandia) y fósiles de bacterias de hace 3 500 millones de años en Apex (Australia).

Estos datos llevan a pensar que la evolución protobiológica, la cual originó la primera célula, fue un proceso muy rápido que duró entre 200 y 500 millones de años, aproximadamente.

Hasta que apareció la primera célula eucariota, la Tierra estuvo habitada únicamente por organismos procariotas (bacterias).



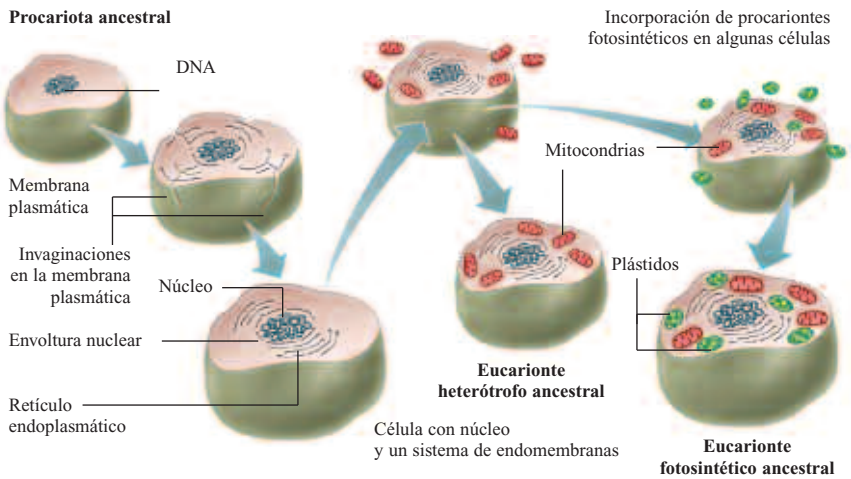
Las bacterias se encuentran entre los primeros organismos procariotas que poblaron la Tierra.

La primera célula eucariota

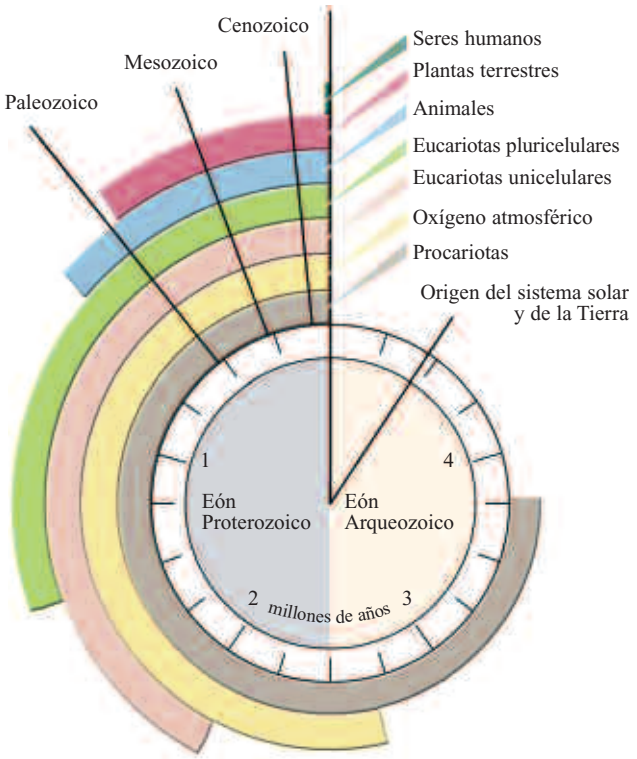
Los primeros fósiles (no seguros del todo) de células eucariotas son de hace 2 100 millones de años (mina Empire, en Míchigan, Estados Unidos). Los primeros fósiles seguros son de hace 1 500 millones de años (dolomía de Amelia, en Australia). Con estos datos se puede afirmar que la evolución desde los procariotas hasta los primeros seres unicelulares eucariotas fue un proceso muy lento que duró entre 1 400 y 2 300 millones de años. Sobre cómo se origino la primera célula eucariota hay dos hipótesis que no son excluyentes:

- **Hipótesis autógena de Taylor y Dobson.** Al compartimentarse una gran célula procariota mediante membranas se formaron algunos orgánulos de la célula eucariota (núcleo, retículo endoplasmático, aparato de Golgi y vacuolas).
- **Hipótesis de la endosimbiosis en serie de Lynn Margulis.** Según ella, la célula eucariota procede de una célula ancestral anaerobia que habría englobado varias células procariotas entre las que se habría establecido una relación de simbiosis. Cada una de estas se habría transformado en un orgánulo celular. Así, las cianobacterias originarían los cloroplastos; las bacterias aeróbicas, las mitocondrias; las bacterias espiroquetas, los cilios y los flagelos; etc.

Representación de microfósiles hallados en 1992 en sílex en Apex (Australia).



Hipótesis del origen de la célula eucariota por compartimentación y endosimbiosis.



Aparición de distintos tipos de seres vivos.

Los primeros eucariotas pluricelulares

Se considera que se formaron a partir de organismos eucariotas unicelulares, que formaban **colonias** temporales, en el momento que perdieron la capacidad de separarse. Las células que integraban estas colonias se especializaron en funciones distintas, dando lugar a los **tejidos.** Así se formaron los organismos pluricelulares tanto vegetales como animales.

Los primeros posibles fósiles de eucariotas pluricelulares son unas algas relativamente pequeñas de hace 1 200 millones de años. Los primeros fósiles seguros son unos animales blandos y de formas muy diferentes a las actuales encontrados en Ediacara (Australia) de hace entre 700 y 570 millones de años y una serie abundante de organismos, unos extraños y otros parecidos a los actuales, encontrados en los esquistos de Burgess (Montañas Rocosas, en Canadá) de hace 530 millones de años. El paso de organismos eucariotas unicelulares a pluricelulares fue un proceso muy lento, de unos 800 millones de años.

La evolución del metabolismo

Según se ha deducido, los primeros organismos eran **procariotas heterótrofos fermentadores.** La fermentación, al no precisar de oxígeno, es el proceso metabólico óptimo para obtener energía de las moléculas orgánicas, que constituían el caldo primitivo, en una atmósfera sin oxígeno, como era la primitiva.

Cuando estas moléculas empezaron a agotarse, resultaron más aptos aquellos organismos, surgidos antes de que esto sucediera, que tenían la capacidad de utilizar la luz como fuente de energía, es decir, los que eran capaces de realizar la **fotosíntesis.**

Hace unos 3 000 millones de años aparecieron las cianobacterias, microorganismos que ya podían realizar una fotosíntesis más eficaz y que desprendía oxígeno. Mediante este proceso descomponían el agua (H_20) para obtener hidrógeno (H), con el cual reducían el dióxido de carbono y así sintetizaban materia orgánica y liberaban oxígeno (O_2). Este gas no deseado enriqueció la atmósfera primitiva. Los rayos ultravioletas del Sol provocaron la transformación de parte de este oxígeno en ozono. Este gas constituye una pantalla que no deja pasar los rayos ultravioletas, que son muy nocivos para las células, contenidos en las radiaciones del Sol y posibilitando así la vida fuera del agua.

Evidencias de todo ello son los **estromatolitos** de hace 3 000 millones de años, que son formaciones laminares superpuestas en forma de cúpulas de decenas de centímetros que forman las cianobacterias. También se deben destacar las formaciones de óxidos de hierro en bandas de hace 2 200 millones de años originadas al combinarse el oxígeno con el hierro presente en las rocas.

La presencia de oxígeno en la atmósfera favoreció el predominio de los seres vivos que realizan la respiración aeróbica, en la que se obtiene una gran cantidad de energía.

DOBLAR 2

Actividades

9. Describe el experimento de Pasteur.

10. ¿Qué es la atmósfera primitiva?

11. ¿Qué es un coacervado?

12. Según la hipótesis de la endosimbiosis, ¿Cómo habrían aparecido los organismos eucariotas?

14. ¿Qué es el universo observable?

15. ¿Qué es una galaxia?

16. Indica las principales consecuencias referentes la concepción del universo derivadas de la teoría de la relatividad de Einstein

17. ¿Qué es el huevo cósmico

18. Explica qué se quiere decir cuando se afirma que el universo está en expansión.

19. Explica brevemente la teoría de la gran explosión o Big Bang.

Radiotelescopio. Australia.

20. ¿Por qué se ha descartado la teoría del universo pulsante?

21. Define los conceptos de ser vivo y de vida.

22. Indica tres características comunes a los seres vivos y a los seres inanimados.

23. Diferencia los conceptos de fisiología y anatomía en los seres vivos.

24. Define que son las funciones de nutrición, relación y reproducción.

25. Describe el concepto de homeostasis.

26. ¿Cuáles son los principales pasos que debieron de ocurrir en la evolución química hasta la formación de la primera célula?

27. Explica que era el caldo primitivo y cuáles eran sus principales componentes.

28. Explica las diferencias entre los coacervados y las microesferas. ¿En qué se parecen?

29. Según la hipótesis de la endosibiosis, ¿cómo se habrían originado las mitocondrias? ¿Y los flagelos?

30. ¿Cómo se habrían originado los orgánulos citoplasmáticos de las células eucariotas según la teoría autógena?

31. Explica cómo se formarían los primeros seres vivos pluricelulares.

32. ¿Qué característica importante debieron adquirir las células que constituyeron los primeros seres vivos pluricelulares?

33. Explica cuáles fueron las fuentes de energía en la etapa de formación de los primeros organismos.

34. Ordena la siguiente relación de grupos seres vivos según su aparición y desarrollo, desde los más antiguos a los más modernos.

- Eucariotas unicelulares
- Eucariotas
- Procariotas
- Plantas
- Eucariotas pluricelulares
- Animales

35. Indica que tipos de seres vivos vivían en la Tierra

Reflexión y debate

21. ??????????

Resumen

Origen del universo

Universo

Composición
- Mareria atómica
- Materia oscura
- Energía oscura

Estructura
- Galaxias
- Nebulosas

Forma
- Universo esférico
- Universo hiperbólico
- Universo plano

Teorías

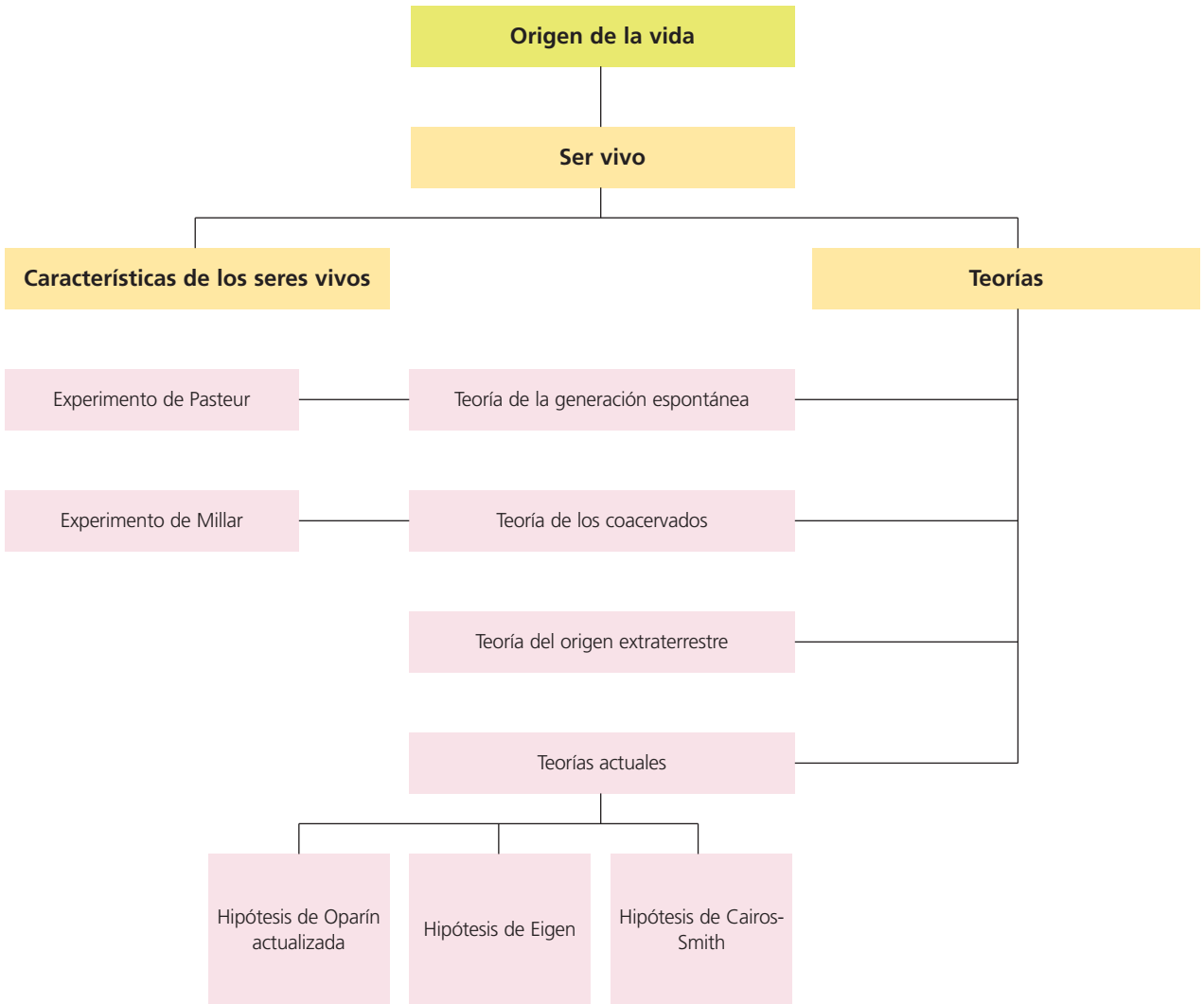
Teoría de la relatividad
- El tiempo absoluto no existe.
- La unidad espacio-tiempo.
- La unidad materia-energía.
- La luz está constituída por fotones.

Teoría de la gran explosión

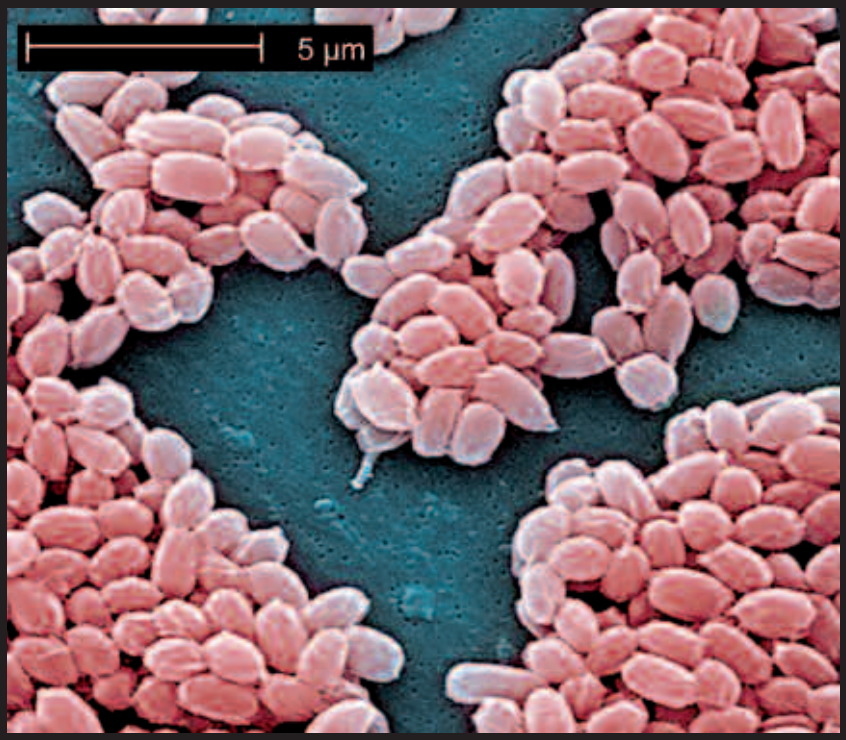
Teoría del estado estacionario

Teoría del universo pulsante

Esquema navegable en el CD.


Origen de la vida
Ser vivo
Características de los seres vivos
Teorías
Experimento de Pasteur
Teoría de la generación espontánea
Experimento de Millar
Teoría de los coacervados
Teoría del origen extraterrestre
Teorías actuales
Hipótesis de Oparín actualizada
Hipótesis de Eigen
Hipótesis de Cairos-Smith

Las bacterias, auténticos habitantes de la Tierra



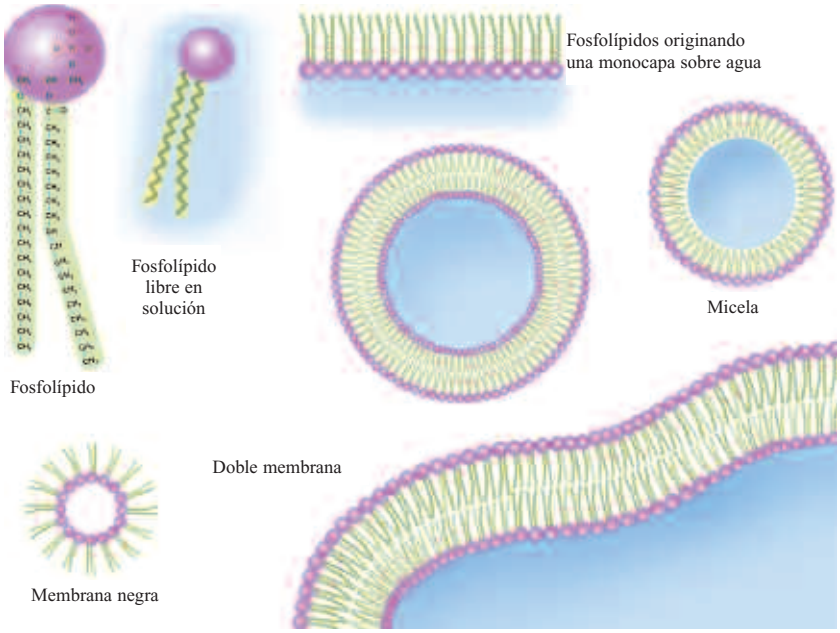
Las bacterias se hayan entre los primeros seres procariotas que aparecieron en la Tierra.

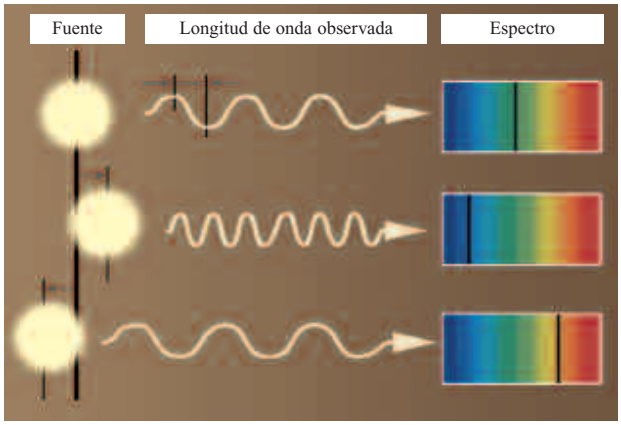
Actualmente, estos organismos continúan existiendo, son los más abundantes y los que tienen más posibilidades de sobrevivir. Por eso, algunos científicos, como L. Margulis, afirman que las bacterias son los auténticos habitantes de la Tierra.

Utilidad de los liposomas

El liposoma es un ejemplo de protobionte. Al agitar fosfolípidos y colesterol dispersos en agua se pueden formar membranas muy parecidas a las celulares. Al cerrarse estas sobre si mismas originan un liposoma.

Estas estructuras se utilizan actualmente para facilitar la entrada en la célula de medicamentos, cosméticos e incluso genes.





Efecto Doppler en las ondas electromagnéticas.

El efecto Doppler

A mediados del siglo XIX el físico C. Doppler descubrió que cuando una fuente de ondas se acerca a un observador, este recibe progresivamente más ondas, y que cuando esta se aleja, va recibe cada vez menos ondas.

Un ejemplo de este efecto son los diferentes sonidos que percibe un espectador de una carrera de coches. Al acercarse un coche, el sonido es cada vez más agudo y, en cuanto el coche rebasa al espectador y se aleja, el sonido es cada vez más grave.

Este efecto se debe a que al acercarse, como el sonido se desplaza en la misma dirección que el coche, las ondas se comprimen y el espectador recibe más ondas por unidad de tiempo. Por el contrario, al alejarse, el sonido se desplaza en sentido contrario al coche, las ondas se alargan y percibe menos ondas por unidad de tiempo.

Al ser la luz una onda electromagnética, también presenta efecto Doppler. En el espectro de la luz, la franja de color azul corresponde a la longitud de onda menor y la de color rojo a la de longitud de onda mayor.

A partir de esta experiencia se deduce que las ondas de luz de color rojo que proceden de galaxias lejanas, indican que estas se están alejando de la Tierra.

DOBLAR

La posibilidad de vida extraterrestre

Se han descubierto un centenar de planetas en distintos sistemas solares. Este hecho permite a algunos científicos pensar en la posibilidad de encontrar un astro con las condiciones adecuadas para presentar alguna forma de vida.

El indicio de vida que resulta más fácil de detectar es la presencia de oxígeno de origen fotosintético en la atmósfera.

Así, el astro Europa, una de las lunas de Júpiter, tiene una temperatura superficial de –170 °C y una atmósfera con oxígeno de origen no biológico.

Con la sonda Galileo (1995-2003) se ha podido observar que este astro contiene una gran cantidad de agua salada bajo una capa de hielo de 30 km de espesor, aproximadamente. Si esta masa de agua presentase una fuente de energía sería posible la existencia de alguna forma de vida.

Joan Oró (1923-2004) fue un gran especialista en exobiología. Esta disciplina científica se ocupa del estudio de la posibilidad de vida fuera de la Tierra, en el Universo.