

U 3

Origen de la vida y evolución



En la unidad anterior hemos visto las respuestas que da la ciencia a esa gran pregunta que es el origen y evolución del Universo y estas respuestas, aunque muy parcialmente, sirven también para contestar a otras preguntas más generales, tales como ¿quiénes somos? ¿de dónde venimos?, puesto que sabemos que la constitución más profunda de nuestro cuerpo, la atómica, está hecha con materia arrancada del Big-Bang y de las estrellas.

La ciencia ha averiguado que fuera de nuestro sistema solar hay planetas de diferentes tamaños y dentro de pocos años estará en condiciones de analizar sus atmósferas y determinar si la vida es un fenómeno único instalado en nuestro planeta o, por el contrario, es un fenómeno generalizado en el Universo.

En la presente unidad nos interrogaremos sobre el origen de la vida, otra gran pregunta desinteresada que ya se formuló en la Grecia clásica y que, tras muchos vericuetos a lo largo de la historia, ha llegado hasta nuestros días todavía viva. Estudiaremos la evolución de la vida llegando así a saber algo más acerca de nuestros orígenes y de nuestra identidad.

1. ¿CÓMO SE HA ORIGINADO TAL DIVERSIDAD DE SERES VIVOS?

Uno de los aspectos del mundo natural que más han llamado la atención desde la antigüedad es la gran variedad de formas, tamaños y comportamientos de los seres vivos. Por ejemplo, ¿cómo es posible que existan insectos que se parezcan a plantas, o plantas y animales que puedan vivir en climas tan extremos como un desierto?

En esta unidad trataremos de ver las principales explicaciones que han construido los hombres para contestar a estas cuestiones, incluidas las más modernas.

ACTIVIDAD 1

Aunque ya han desaparecido, sabemos que las vacas salvajes eran diferentes a las vacas domésticas actuales. En concreto, las vacas destinadas a producir leche poseen unas ubres mayores que las primitivas. ¿Cómo ha conseguido el hombre que las vacas actuales posean unas ubres mayores que las salvajes? ¿Cómo puede un ganadero continuar mejorando la cabaña de vacas?

Escribe tus opiniones

ACTIVIDAD 2

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones

Fijismo versus Evolucionismo

Algunos pensadores griegos, entre ellos Empédocles, sostenían que la tierra había producido mucha variedad de cosas vivas, pero que muchas especies de cosas vivas han debido ser incapaces de subsistir y continuar con su raza. Cada una de las especies existentes ha estado protegida desde el comienzo de su existencia por la destreza, el valor o la agilidad que las preservaba. He aquí un esbozo de explicación del cambio en los seres vivos, de su extinción y de su supervivencia.

Sin embargo, la idea que predominó en Grecia y que se extendió hasta el siglo XVIII fue la de Aristóteles, la gran diversidad de especies ha sido creada por Dios; una vez fueron creadas, las especies no cambian a lo largo del tiempo, es decir, son fijas e inmutables. Esta posición se conoce con el nombre de **Fijismo**.

El hecho de la existencia de fósiles (Fig 1), marcas en las rocas procedentes de organismos vivos, puso en entredicho el Fijismo: ¿Cómo se explica la existencia de fósiles intermedios, fósiles que son formas intermedias de otros?, ¿Cómo es posible que aparezcan fósiles de organismos que no existen en la actualidad? Estas sencillas preguntas no eran fáciles de explicar por el Fijismo. Algunas explicaciones fijistas eran de lo más disparatadas, sostenían que los fósiles eran caprichos del Creador, recreaciones que Dios había hecho tallando estas formas en las rocas. No hubo explicación para los fósiles intermedios. Para la pregunta sobre las especies ya desaparecidas hubo respuestas más sensatas que indicaban que los fósiles no eran más que los restos de las especies que se habían extinguido durante el diluvio universal, cataclismo que se relata en la Biblia. Pero entonces esto contradecía la inmutabilidad de las especies.



Fig. 1. Fósil de Archæopteryx. Fuente: avesguadalajara.blogspot.com/2009/07/que-es-u...

Los avances de la Geología pusieron de relieve que en la historia del planeta no sólo hubo un cataclismo sino varios, de modo que los fijistas tuvieron que inventar una nueva justificación: la teoría Catastrofista, que mantenía que había habido varios episodios de extinción masiva seguidos de otros tantos de creación de especies por Dios.

A lo largo del siglo XIX, apareció otra explicación de la existencia de tanta variedad de seres vivos y de los fósiles, el **evolucionismo**. Según esta concepción, las especies cambian con el paso del tiempo y proceden unas de otras. Curiosamente, uno de sus defensores, fue el abuelo de Darwin, Erasmus Darwin, quien además de la prueba de la existencia de fósiles intermedios estableció relaciones de semejanza entre la anatomía de diferentes especies de animales lo que también probaba la proximidad entre algunas especies. Desgraciadamente su obra fue bastante ignorada, entre otras cosas por su manía de escribir en verso.

En el siglo XIX, el debate entre evolucionistas y fijistas alcanzó dimensiones considerables, aunque poco a poco las interpretaciones evolutivas se convirtieron en norma entre los científicos. Aunque nadie ha visto evolucionar las diferentes especies, hay pruebas innegables que muestran que la evolución no es una teoría sino un hecho. Además de la existencia de fósiles intermedios y de la semejanza anatómica entre partes de diferentes especies, la comparación de embriones de vertebrados muestra, por su gran parecido, una procedencia común.

Cuestión 1

¿Cuáles son las hipótesis de la teoría Fijista? ¿Cuál de ellas es contrastable? ¿Se puede considerar el Fijismo como una teoría científica?

Cuestión 2

¿Por qué se considera hoy en día que la evolución es un hecho?

Cuestión 3

En la siguiente figura (Fig.2) se muestran las extremidades de un murciélago (A), de una ballena (B) y de un ser humano (C). Se dice que son órganos homólogos porque aunque tienen distinta función presenta la misma estructura ósea.

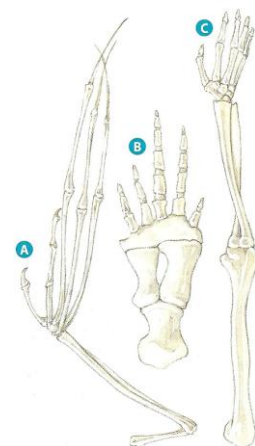


Fig. 2. Extremidades anteriores de un murciélago (A), de una ballena (B) y de un ser humano (C). Fuente. CMC. Santillana

- ¿Por qué se dice que presentan la misma estructura?
- ¿Por qué esta misma estructura constituye una prueba de la evolución?
- Un caso contrario, son los órganos análogos, los que tienen distinta estructura y la misma función. Por ejemplo, el ala de un murciélago y el de una mariposa. ¿Constituye una prueba de la evolución esta misma función?

Cuestión 4

Completa la siguiente tabla acerca del Fijismo y del Evolucionismo

ETAPAS	FIJISMO	EVOLUCIONISMO
Planteamiento del problema	¿Cómo explica la diversidad?	¿Cómo explica la diversidad?
Hipótesis		
Contrastación		
Datos		
Conclusiones		

2. LAS TEORÍAS DE LAMARCK Y DE DARWIN

ACTIVIDAD 3

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones

Las teorías de la evolución

A pesar de que las pruebas de la evolución eran cada vez más patentes e indicaban que la evolución era un hecho se necesitaba una teoría que explicara el mecanismo del cambio. Según la concepción evolutiva, las especies cambian por adaptación al medio. La adaptación de los organismos al medio produce acomodaciones sorprendentes; por ejemplo, un insecto palo pasa desapercibido no sólo por el color sino porque tiene una forma muy similar a la de un palito e incluso el insecto se bambolea simulando el movimiento de una ramita por acción de la brisa.

El evolucionismo sostiene que dado que los medios son diferentes también lo son los organismos que se adaptan a ellos. Pero la adaptación por sí sola no explica la formación de especies distintas, puesto que si los organismos que sufren la adaptación se cruzaran entre sí, compartirían características y no se diferenciarían en especies distintas. Por lo tanto, hay dos problemas (luego veremos que hay más) que toda teoría evolutiva tiene que resolver, la adaptación y la formación de especies.

*Quien primeramente proporcionó una explicación de la adaptación fue **Lamarck**. Este científico mantenía que el uso de un órgano lo fortalecía y desarrollaba, mientras que su inactividad o desuso tendía a debilitarlo y a convertirlo en vestigial. Esta explicación la*

denominó la ley (en realidad, una hipótesis) del **uso y del desuso de un órgano**. Como el uso o desuso de un órgano parece un acto voluntario, la explicación lamarckista incluye una finalidad o intención en la adaptación. Por ejemplo, el insecto palo sufrió esta adaptación para pasar desapercibido.

Estos cambios producidos por el uso o desuso que tienen los organismos en vida, se transmiten a la herencia, de modo que la población de organismos se va adaptando poco a poco. Esta hipótesis la llamó ley de la **herencia de los caracteres adquiridos**.

Utilizando estas hipótesis, Lamarck explicaría el aumento de tamaño de las ubres de las vacas lecheras de manera similar a como lo habéis hecho algunos de vosotros: a fuerza de ordeñarlas, las ubres de las vacas producen más leche y adquieren un tamaño mayor. Generación tras generación, este cambio se va acumulando hasta lograr vacas como las actuales.

Aunque la explicación de Lamarck parezca de sentido común, sin embargo, no es correcta. Weissman realizó un experimento para contrastar la teoría lamarckista. Se propuso demostrar que si cortaba durante generaciones el rabo de ratones, acabaría acortándose e incluso desapareciendo. El experimento se saldó con un resultado negativo, no sólo no desapareció el rabo de los ratones sino que ni tan siquiera se acortó un milímetro.

Tras años de estudios, Charles **Darwin** (Fig 3) propuso otro mecanismo para explicar la adaptación. Después de realizar un largo viaje de cinco años enrolado como naturalista en el Beagle donde hizo un sinnúmero de observaciones, Darwin formuló su hipótesis de la **selección natural** tres años después de este viaje. Sin embargo, él sabía que una hipótesis no era una teoría. De ahí que estuviera dedicado a escribir durante más de 20 años su obra principal, "El origen de la especie", editada en 1859 con el fin de aportar datos que apoyaran su hipótesis. Casi al mismo tiempo, Alfred Russel **Wallace**, dio también con la idea de la selección natural como motor del cambio evolutivo.

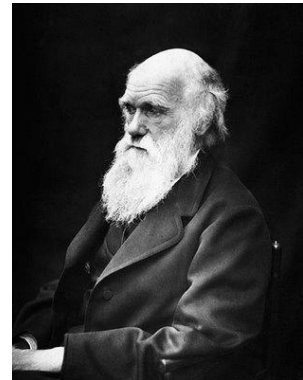


Fig. 3. Fotografía de Darwin

Fuente:

4.bp.blogspot.com/.../s400/Charles_Darwin.jpg

Además de la influencia evolucionista de su abuelo y de otros científicos y de sus múltiples observaciones, Darwin se inspiró en su experiencia como domesticador de palomas. Se dio cuenta de que la domesticación consiste en seleccionar aquellos ejemplares que interesan para la procreación. En el caso de las vacas lecheras, el hombre ha ido seleccionando generación tras generación los ejemplares más productivos hasta conseguir así vacas muy productivas ¿Habría algún mecanismo en la naturaleza que opere como el hombre, haciendo una selección de los mejores ejemplares?, se preguntó Darwin.

Leyendo la obra del sociólogo Malthus, en la que se advertía que parte de la humanidad estaba abocada a pasar hambre y morir porque mientras la producción de alimentos crece geométricamente la población lo hace exponencialmente, Darwin se dio cuenta que si no hubiera factores en el medio que limitaran el crecimiento de las poblaciones en unos cuantos siglos cualquier especie animal hubiera llenado el planeta. ¿Por qué no lo han hecho? Porque hay una **selección natural** realizada por los depredadores, las enfermedades y el clima que favorece a los ejemplares mejor adaptados respecto a los peor adaptados o que presentan deficiencias.

La selección natural opera sobre la **variabilidad** de individuos que hay en una población. Una población es un conjunto de individuos de una especie que vive en un lugar determinado, mientras que la especie es el conjunto de organismos que potencialmente pueden reproducirse sexualmente entre sí; dos osos que vivan en lugares diferentes, o dos osos que vivan en épocas distintas son de la misma especie, porque podrían haberse reproducido entre ellos. La selección natural actúa porque nacen más organismos de los que pueden sobrevivir y reproducirse; los organismos de una población vienen al mundo con diferencias entre ellos que son heredables; los que triunfen en la lucha por la existencia y la reproducción dejarán más descendientes que los que fracasen; en consecuencia se dará un proceso de criba o selección de organismos con características adaptativas, por lo que la población en su conjunto mejora la adaptación al medio.

Es importante percatarse que la selección natural sólo tiene una influencia evolutiva si los organismos que salen favorecidos acaban por reproducirse y dejan más descendientes que los desfavorecidos.

En el caso de las vacas, los ganaderos dejan reproducirse a las que tienen una mayor producción lechera; de esa manera, a través de los siglos se han obtenido vacas con un alto rendimiento lechero.

La teoría de la selección natural de Darwin ha sido contrastada por algunas observaciones. Por ejemplo, se ha observado una adaptación en pocos años de la población de mariposas del abedul que han pasado de ser blancas a negras a causa de la contaminación del arbolado (Fig.4). ¿Cómo se explica? Inicialmente había una variedad de mariposas, la gran mayoría era blanca, pero algunas eran más grises, casi negras. Éstas destacaban más sobre el tronco claro de los abedules con lo que los pájaros diezaban esta variedad. Poco a poco el tronco de los abedules se volvió más oscuro con la contaminación, por lo que las favorecidas fueron las oscuras que aumentaron su proporción en perjuicio de las del color claro.

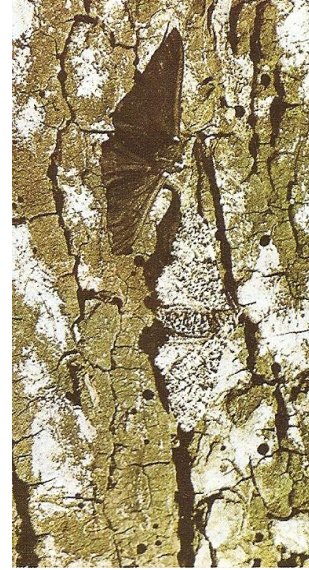


Fig.4. Variantes de mariposas del abedul
Fuente: Everest

La teoría de Darwin no era completa y él lo sabía. En primer lugar, no explica cómo se produce la variabilidad, es decir, las variaciones de los individuos. Por ejemplo, no explica cómo aparecen las distintas variedades de color de las mariposas del abedul. En segundo lugar, su teoría de la selección natural explica el cambio adaptativo pero no la aparición de nuevas especies. Sin embargo, a pesar de estas insuficiencias, la teoría de Darwin ha sido revolucionaria. Dicen que Darwin representa a la biología lo que el gran Newton a la física. Y no les falta razón. Newton con su ley de la gravitación universal unificó los fenómenos del cielo y los terrestres; Darwin formuló otra explicación unificadora; tras la diversidad tan enorme de seres vivos laten los mismos procesos evolutivos; él descubrió la selección natural y así allanó el camino para que otros descubrieran otros procesos que se dan en todos los organismos vivos.

Cuestión 5

A pesar de que la teoría de Lamarck se considera en la actualidad una teoría errónea, sin embargo, es una teoría científica a diferencia del Fijismo. ¿Por qué es una teoría científica?

Cuestión 6

Fíjate en las siguientes características, ¿son heredables o no?

- Callos en las manos de trabajar
- Corrección de la miopía con cirugía
- Pelo rizado
- Musculatura adquirida en gimnasio
- Polidactilia (seis dedos en las manos)

Cuestión 7

- a) ¿Cómo explica Lamarck el estiramiento del cuello de las jirafas (Fig.5)?
- b) ¿Y Darwin?

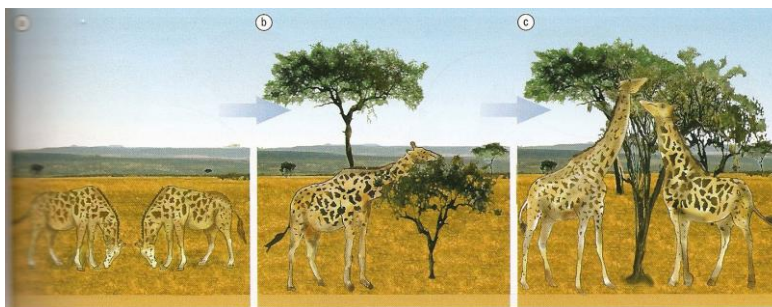


Fig. 5. Adaptación de las jirafas, según Lamarck. Fuente:

Cuestión 8

Indica cómo se las han arreglado los hombres para obtener todas estas hortalizas de la misma planta silvestre, *Brassica oleracea* (Fig. 6)

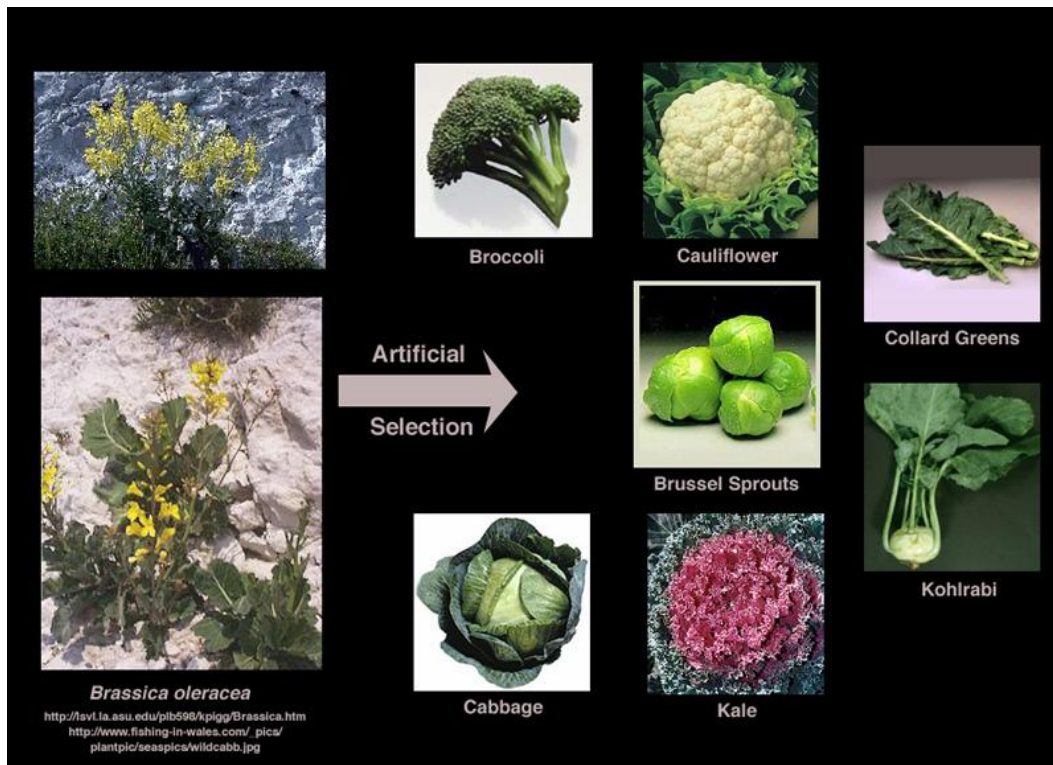


Fig.6. Selección artificial de *Brassica oleraceae*. Ha dado origen a las siguientes verduras: Brócoli, repollo, coliflor, coles de Bruselas, kale o col rizada, berza y colinabo
Fuente: www.carampangue.cl/.../Plan-segundo-genetica.htm

Cuestión 9

Se suele entender comúnmente que en la naturaleza hay una lucha por la existencia y que el más poderoso es el que se selecciona.

¿En el reino vegetal, hay también lucha por la existencia? Justifica tu respuesta.

Cuestión 10

La expresión lucha por la existencia se suele relacionar con el darwinismo, pero Darwin se dio cuenta que lo decisivo en la evolución no es que un ejemplar sea más poderoso que otro sino que deje más descendencia. Por eso las estrategias de los animales varían, algunas veces hay competencia y peleas pero otras veces hay colaboración o mecanismos que reducen la competencia, como la especialización y las costumbres de vida distintas. Indica en los siguientes casos los tipos de estrategias que se dan:

- Grupo de lobos cazando a un venado
- Las ranas y sapos se alimentan básicamente de insectos, pero unas tienen hábitos diurnos y otros hábitos nocturnos
- Lucha por una presa entre hienas y leones
- Especialización de diferentes especies de buitres para comer carroña: el buitre leonado consume vísceras, el buitre negro tendones y partes duras y el alimoche las sobras de los otros dos.

Cuestión 11

Imagínate una población de una especie sin variabilidad, es decir, que todos sus individuos fueran clónicos, genéticamente iguales, como, por ejemplo, alguna especie de organismo unicelular que carece de reproducción sexual y sólo se reproduce asexualmente. Desde la

perspectiva de Darwin ¿podría cambiar esta población cuando sobre ella actúa un factor selectivo, como la presión ejercida por depredadores?

Cuestión 12

Un alumno cree que los insectos hoja, como el de la figura, han adoptado un color y una forma alargada semejante a la de una hoja para eludir a los depredadores.

- ¿Qué transformaciones ha experimentado el insecto?
- ¿Qué tipo de explicación está dando el alumno, lamarkista o darwinista?
- ¿Cuál es la explicación que está más de acuerdo con los datos científicos?



Fig. 7. Insecto hoja

Fuente: animales--asombrosos.blogspot.com/2010/04/ins...

Cuestión 13

Rellena la tabla siguiente

ETAPAS	TEORÍA LAMARCKISTA	TEORÍA DARWINISTA
Planteamiento problema	¿Cómo se produce la adaptación?	¿Cómo se produce la adaptación?
Hipótesis		
Contrastación		
Datos		
Conclusiones		

ACTIVIDAD 4

Visualización de la historia de los Cangrejos Heike en un video de Cosmos

Cuestión 14

¿Cómo han llegado los cangrejos Heike a tener un caparazón con forma de rostro de samurai?

Cuestión 15

¿Cómo explicaría Lamarck esta adaptación?



Fig. 8. Cangrejo Heike.
Fuente: Cosmos. Planeta

3. LA TEORÍA ACTUAL DE LA EVOLUCIÓN

ACTIVIDAD 5

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones

La teoría de la evolución también evoluciona

La Teoría de la evolución de Darwin adolecía de la falta de un mecanismo capaz de generar variabilidad. Si las poblaciones fueran totalmente homogéneas la selección natural no podría actuar; por lo tanto, la **“materia prima” sobre la que actúa la selección natural es la variabilidad**, es así como se puede comprender la adaptación de los seres vivos a su medio. Tomemos el ejemplo de los insectos palo. Inicialmente había insectos que eran más alargados y más parecidos, aunque sea remotamente, a una ramita que otros; la selección natural premió, generación tras generación, a aquellos que más se parecían a una ramita ¿pero qué mecanismo producía variabilidad entre los insectos?

Darwin no pudo dar respuesta a esta pregunta, sencillamente desconocía la existencia de genes y del material del que están formados, el DNA (Fig 9). Sólo cuando en las primeras décadas del siglo XX se tuvo conocimiento de la existencia de genes, los biólogos comprendieron que los cambios del material genético producen una variabilidad en formas, colores y comportamientos. Así se mejoró y completó la teoría de la evolución, denominada Teoría Neodarwinista.

Hay dos tipos de cambios que producen variabilidad genética: las **mutaciones** y la **recombinación de genes** que tiene lugar durante la reproducción sexual.

Los cambios en los genes se denominan mutaciones. Cuando el material genético se divide para repartirse entre dos células, se producen errores en el copiado.

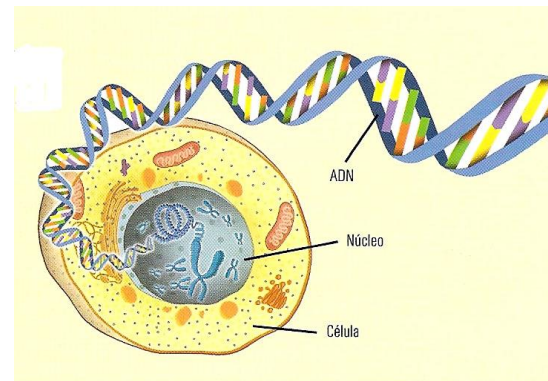


Fig. 9. El ADN de un cromosoma. Un cromosoma puede estar compuesto de cientos de genes.
Fuente: SM

De similar manera a como ocurre si sacamos dos series de fotocopias de un mismo objeto que después de hacerlo las imágenes finales poseen diferencias (Fig 10), cuando el DNA se replica se originan errores de copia que hacen que las cadenas hijas sean diferentes.

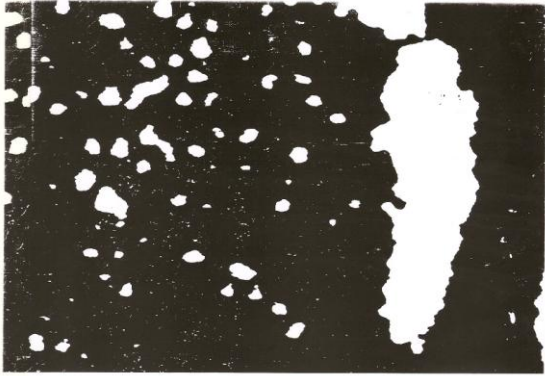


Fig.10. Dos series de fotocopias de un detalle del ala de una mariposa conducen a imágenes diferentes.

Además, las radiaciones o las sustancias químicas también pueden inducir mutaciones en el material genético. La mayoría de las mutaciones producen anomalías fisiológicas o morfológicas que no se seleccionan, pero de cuando en cuando se originan mutaciones que producen ventajas en los organismos que las poseen, por lo que éstos son seleccionados transmitiendo sus genes a los descendientes.

Estos mecanismos de producción de variabilidad se han contrastado. Los errores de copiado de DNA se han constatado mediante análisis, comprobando que los DNA hijos tienen diferencias con respecto al DNA inicial. Las mutaciones se han comprobado haciendo experimentos con radiación y sustancias químicas y viendo que salen organismos con características diferentes.

Durante la formación de las células sexuales se producen intercambios de genes dentro de los cromosomas, proceso que se denomina recombinación genética. Por eso, todos los espermatozoides y óvulos son diferentes. Además, las posibilidades de equipos genéticos que le tocan a cada individuo son prácticamente ilimitadas cuando dos células reproductoras, una masculina y otra femenina, se unen (fecundación) para formar el cigoto que originará un nuevo

individuo. Por eso los hijos no se parecen del todo a sus padres ni tampoco entre ellos, a no ser que sean gemelos.

Mientras los procesos de mutación y recombinación genética-fecundación generan variabilidad, el de selección natural la disminuye. **El funcionamiento del proceso de variabilidad-selección natural acaba produciendo sorprendentes adaptaciones con el paso del tiempo.**

Darwin fue el primero en realizar un árbol genealógico de especies. Él consideraba que unas especies procedían de otras mediante un proceso de especiación continuo (Fig. 11). Pero, paradójicamente, aunque la obra cumbre de Darwin fue el Origen de las especies, Darwin no formuló ninguna hipótesis acerca de cómo es el proceso de formación de especies. Hubo que esperar hasta la formulación de la Teoría Neodarwinista de la evolución para hallar una explicación de la **formación de nuevas especies**. Si una población de antílopes, pongamos por caso, se divide en dos por algún motivo y quedan aisladas reproductivamente, cada una de ellas seguirá su propio proceso de adaptación al medio, es decir, su proceso de mutación-selección, originando especies distintas. La separación inicial puede deberse a distintas causas, como por ejemplo, un incendio o una sequía. Si ambas poblaciones quedan muy distanciadas o separadas por algún accidente geográfico, como una cordillera o un gran río, pueden quedar aisladas definitivamente de forma que no habrá intercambio de genes y cada una seguirá un proceso diferente hasta originar especies distintas.

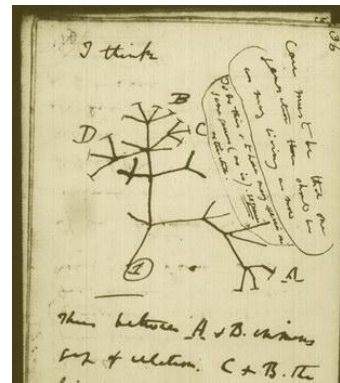


Fig. 11. Árbol genealógico de Darwin. Fuente:

www.impresionante.net/.../darwin2large.jpg

Partiendo de esta hipótesis sobre la formación de especies, la Teoría Neodarwinista hace dos predicciones importantes: deben existir fósiles intermedios entre algunas especies y debe existir una proximidad genética mayor entre algunas especies que entre otras.

Tomemos como ejemplo el caso humano. He aquí el esquema que nos relaciona con otras especies ya desaparecidas (Fig.12), por ejemplo, entre *Homo sapiens* y *Homo habilis* se han encontrado fósiles intermedios que poseen características intermedias.

Pero la predicción más sorprendente, esta vez realizada a través de análisis de DNA, muestra una relación de parentesco con otros seres vivos. En concreto, tenemos una mayor proximidad genética con los chimpancés que con los gorilas, más con éstos que con los orangutanes, etc. Estos datos confirman lo que dijo Darwin en su tiempo, que los monos y el hombre actual tuvieron antepasados comunes.

Uno de los hechos que todavía no explica la Teoría Neodarwinista es cómo se forman los grandes patrones evolutivos, es decir, cómo apareció el patrón corporal de los insectos, moluscos, peces, mamíferos, etc.

Hasta ahora no había explicación; pero recientemente se ha propuesto un posible mecanismo. Se ha descubierto que en todos los organismos, hay una jerarquía de genes, es decir, algunos genes no especifican caracteres sino que controlan a otros. Así mientras unos genes regulan pequeños detalles, otros controlan grandes decisiones que afectan a muchos genes y determinan el diseño corporal del individuo. Estos genes se denominan **genes hox**. Si un gen *hox* sufre una mutación tendrá efectos muy importantes, como puede verse en la Fig 13, en la que un par de patas aparecen situadas en la cabeza del insecto. Pues bien, la hipótesis que se está abriendo camino es que si alguno de estos genes maestros sufre una mutación lo que produce no es un pequeño cambio sino un cambio importante, o sea una modificación de algún patrón corporal. La mayoría de las veces los organismos así originados son aberraciones que desaparecen sin dejar descendencia, pero en alguna ocasión producirán nuevas formas corporales que estén mejor adaptadas al medio, con lo cual se abrirá la posibilidad de evolucionar y producir un grupo de organismos diferente.



Fig 13. Mutación en la mosca del vinagre; presenta un par de patas en la cabeza.
Fuente: Everest

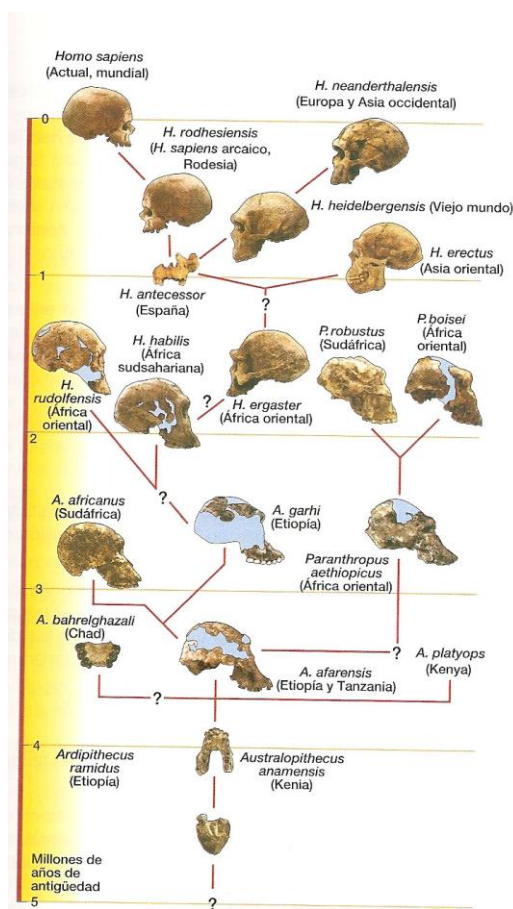


Fig. 12. Árbol genealógico humano.
Fuente: Everest

Cuestión 16

Durante los años cuarenta y cincuenta del siglo anterior, se utilizó el insecticida DDT para controlar las poblaciones de insectos considerados dañinos. Con el paso del tiempo se ha observado que el DDT ha dejado de ser eficaz. La mayoría de la gente lo explica diciendo que los insectos han desarrollado defensas o inmunidad contra el DDT.

- ¿Crees que esta explicación es correcta?
- Si no es así, ¿cómo explicas que haya dejado de ser eficaz?
- ¿Qué tipo de explicación has dado: lamarkista, darwinista o neodarwinista? Justifícalo

Cuestión 17

Es frecuente leer que los homínidos adquirieron la posición bípeda al pasar de la selva a la sabana porque el andar a cuatro patas les impedía tener una buena visión de los depredadores mientras que la posición bípeda permitía tener una visión de mayor alcance. Intenta dar una explicación de cómo los homínidos adquirieron la posición bípeda erguida

Cuestión 18

En ocasiones las mutaciones que producen formas que aparentemente llamaríamos nocivas son más adaptativas que las formas sanas. Por ejemplo, en muchas islas pequeñas donde hace frecuentemente mucho viento la variedad de moscas que más predomina es una variedad mutante que tiene las alas tan pequeñas que no sirven para volar.

¿Cómo explicas que predomine más esta variedad de moscas que las moscas con alas normales?

Cuestión 19

Se ha comprobado que hay distintas poblaciones de aves de una misma especie distribuidas en lugares geográficos diferentes (Fig. 14): las poblaciones A, B, C y D. La A se puede reproducir con la B, la B con la C, y la C con la D, pero la A y la D son incompatibles entre sí.

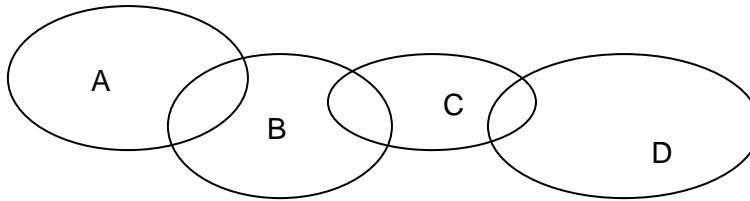


Fig. 14. Poblaciones de aves que habitan regiones distintas pero que mantienen relaciones entre ellas

¿Qué ocurriría si desaparecieran las poblaciones intermedias, B y C?

Cuestión 20

Uno de los problemas que trató Darwin es el del registro incompleto de fósiles: "He intentado demostrar que los registros geológicos son sumamente incompletos, debido a que sólo una pequeña parte del globo ha sido explorado y a que sólo en ciertas partes del planeta se pueden formar fósiles", en aquellos lugares donde se han formado rocas sedimentarias. (Texto extraído de *El origen de las especies*). Sin embargo, tras décadas de exploración todavía el registro fósil es bastante incompleto. Stephan Jay Gould, dio otra explicación al problema de la discontinuidad del registro fósil, formulando la idea de que la evolución de las especies en lugar de ser continua, o sea de producirse en sucesivos

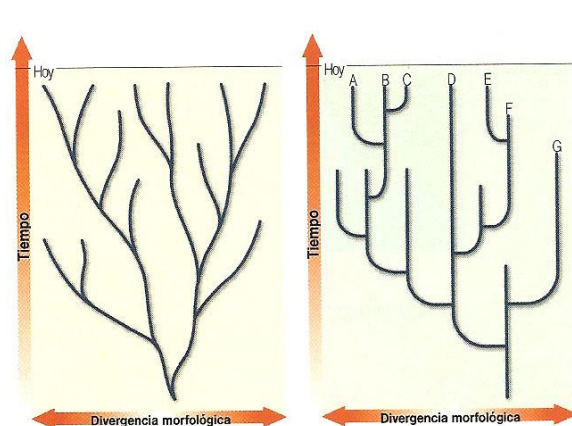


Fig. 15. Árboles evolutivos distintos, uno representa una evolución continua y otro una evolución puntuada o a saltos.

Fuente: SM

cambios, como pensaba Darwin, era rápida y discontinua, “a saltos” (Figura 15), con lo cual muchos de los fósiles intermedios que esperamos encontrar en realidad no existen porque no tuvieron tiempo de fosilizar.

- a) Consulta la bibliografía acerca de cómo se forman los fósiles y en qué tipo de rocas se encuentran
- b) ¿Cuál de los dos árboles evolutivos propuso Darwin y cuál Gould y qué argumentos proporciona cada uno de ellos para explicar la discontinuidad del registro fósil?
- c) Se propone analizar el DNA de dos especies próximas y dependiendo del número de diferencias (muchas o pocas) poder contrastar dichas hipótesis. Si se encontraran muchas diferencias ¿qué hipótesis se vería reforzada?
- d) ¿Cómo se forman las especies?

Cuestión 21

Fíjate en estos dos tipos de mutaciones (Fig. 16), una afecta al ojo cambiando su forma redonda a forma arriñonada, otra añade un par de alas más a una mosca

¿Cuál de ellas consideras que afecta a un gen “hox”?



Fig. 16. Dos mutaciones distintas en la mosca del vinagre. Fuente: www.hhmi.org/genesweshare-esp/b110.html

Cuestión 22

Rellena la tabla siguiente

ETAPAS	TEORÍA NEODARWINISTA
Planteamiento del problema	a) ¿Cómo se forma la variabilidad? b) ¿Cómo se forman las especies?
Hipótesis y predicciones	
Contrastación	
Datos	
Conclusiones	

ACTIVIDAD 6

Visualización del vídeo de la BBC sobre la Teoría de la evolución. Contesta a las cuestiones

Cuestión 23

¿Además de los fósiles, qué otras evidencias o pruebas de la evolución aparecen en el vídeo?

Cuestión 24

¿Cuál de estas pruebas te parece más contundente? ¿Por qué?

Cuestión 25

¿Cómo explicaría Lamarck el cambio de color de la mariposa del abedul?

Cuestión 26

En el ejemplo de la mariposa del abedul, hubo otro cambio en su color cuando la contaminación fue eliminada. ¿Puedes explicar cómo cambiaron las mariposas de color otra vez?

Cuestión 27

¿Cuáles son los mecanismos que producen variabilidad?

4. INFLUENCIA SOCIAL DEL DARWINISMO**ACTIVIDAD 7**

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones

El Darwinismo en la sociedad

Seguramente, la Teoría de la Evolución es la teoría que mayor polémica ha suscitado y quizá la de mayor influencia social. La Teoría de la evolución de Darwin produjo un terremoto intelectual tan pronto como se publicó en 1859. El aspecto más polémico fue la falsa interpretación de su afirmación de que el hombre y el mono tienen un antepasado común, consistente en decir que el hombre desciende del mono. A raíz de la publicación de su obra, Darwin fue vilipendiado e insultado por personas religiosas.

En la Edad Media la concepción del mundo era creacionista y se basaba en la palabra de Dios, supuestamente recogida por los textos bíblicos. Según el creacionismo todas las especies aparecieron repentinamente durante la Creación. Aunque algunas desaparecieron durante el Diluvio Universal, la mayoría se salvaron porque pudo sobrevivir una pareja de cada especie animal.

En EE.UU., el creacionismo es un movimiento antievolucionista de larga tradición defendido por cientos de grupos fundamentalistas cristianos que logró que en algunos Estados de este país estuviera prohibida la enseñanza de la evolución durante algunos años y que hoy en día haya Estados en los que sea explicada en plano de igualdad con las teorías evolutivas.

Como las ideas de Darwin han sido comprobadas y ampliadas por la ciencia hasta el extremo de comprobar el parentesco genético del hombre con algunos monos actuales más allá de toda duda razonable, el creacionismo ha sufrido una adaptación. Ahora recibe el nombre de Teoría del Diseño inteligente. En esencia, esta última versión afirma que ha debido haber alguna causa inteligente (rehúsa la referencia explícita a Dios para evitar problemas con la ley) que creó el Universo con sus leyes y reglas y que a partir de ahí ha ido cambiando por sí solo. Afortunadamente, una nueva sentencia, dictada en 2005 en Pensilvania, ha establecido que esta teoría es sólo creacionismo disfrazado de pseudociencia.

Bajo el ropaje del Diseño inteligente, el creacionismo trata de implantarse en Europa y en nuestro país. Sus partidarios han pretendido impartir conferencias en algunas universidades españolas pero finalmente estos actos fueron prohibidos porque el objetivo que buscan no es la verdad sino hacer proselitismo.

Otra influencia que ha tenido la teoría de Darwin ha sido en el campo de la economía y la sociología. Herbert Spencer popularizó la idea de "lucha por la existencia" y, junto a otros autores posteriores, incluso actuales, contribuyó a popularizar la idea de "darwinismo social". Según ellos, los seres humanos actúan de manera egoísta y, al igual que en la naturaleza, la competencia es también el motor que hace evolucionar a los sistemas socioeconómicos y progresar. La regla de oro de la economía capitalista actual, el neoliberalismo, es que la selección natural debe actuar libremente, sin la intervención de los Estados, en el mundo económico y social.

Diremos que Darwin nunca se aventuró a aplicar su idea de selección natural al mundo socioeconómico y que el resultado de una competencia brutal entre las empresas y los capitales, sin intervención de los Estados, ha resultado ser un experimento desastroso. En la actualidad, estamos asistiendo al desarrollo de la crisis económica más profunda desde los años veinte del siglo anterior. Las investigaciones históricas y antropológicas constatan que ha habido sociedades que se han organizado de manera diferente. No se puede negar que la naturaleza humana es la que es, que cada uno de nosotros dispone de un equipo genético que determina parcialmente nuestras tendencias instintivas, pero esas tendencias pueden encauzarse de diferente forma según nuestra educación y experiencia.

Cuestión 28

En la figura 17 puedes ver una caricatura de Darwin transformado en un mono. La expresión tan popular “el hombre descende del mono” se achaca a Darwin ¿Es rigurosa esta expresión?

Cuestión 29

¿Qué pruebas hay a favor de la teoría neodarwinista sobre el origen del hombre?

Cuestión 30

¿Son asumidas estas pruebas por la teoría del Diseño inteligente acerca del origen del hombre? ¿Esta teoría es una teoría científica?

Cuestión 31

¿Crees que debe organizarse la sociedad según el darwinismo social?

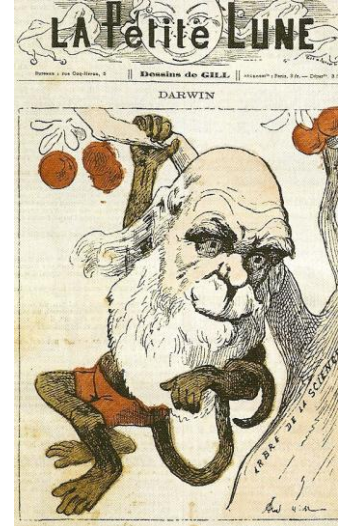


Fig. 17. Caricatura de Darwin.

Fuente: copepodo.files.wordpress.com/2009/05/caricatu...

DOCUMENTO 1

Uno de los enfrentamientos más célebres entre ciencia y religión fue la discusión sobre el origen del hombre entre el científico T.H. Huxley y el obispo S. Wilberforce, en 1860, en la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia en Oxford. El obispo se proponía dar una conferencia sobre Evolución a la que Darwin no podía asistir aquejado de una enfermedad, por lo que se pidió a Huxley, un evolucionista convencido, que fuera en su lugar.

Centenares de personas asistieron al espectáculo y muchas más se agolpaban al otro lado de la puerta.

Wilberforce impartió una conferencia muy fluida con afiladas críticas a la teoría de Darwin.

Para rematar la faena, al término de su disertación, pronunció la frase que ha pasado a la historia.

Volviéndose hacia su antagonista, le pidió que le dijera si descendía de un mono por parte de su abuelo o de su abuela.

Aunque no nos lo parezca, aquella frase era de una violencia inusual para la sociedad victoriana de la época. La multitud que asistía al evento irrumpió en gritos provocadores de ¡Mono, Mono!

Según cuentan las crónicas, ante esta provocación, Huxley reaccionó de forma lenta y pausada. Según cuentan murmuró: “El Señor lo ha puesto en mis manos” y se lanzó a la yugular del obispo. Con su alta figura se levantó y dijo que no se avergonzaba de tener un mono como antepasado, pero sí de estar emparentado con un hombre que usaba su gran talento para ocultar la verdad. Todo el mundo infirió claramente que lo que estaba diciendo Huxley es que prefería estar emparentado con un simio antes que con el obispo.

La réplica de Huxley parece ligera para los cánones de hoy pero el efecto en el recinto, y después en la sociedad británica, fue tremendo. Hubo una dama que se desvaneció y los evolucionistas que estaban en la sala fueron a felicitar al héroe del día. La ciencia había ganado una batalla a la religión.

(Texto modificado del capítulo “Huxley contra Wilberforce” Rivalidades científicas. J.Levy. Paraninfo).



Fig 18. El obispo Wilberforce y el biólogo Huxley

Fuente: people.hofstra.edu/.../darwinweb.html

5. EL ORIGEN DE LA VIDA

Después de que Darwin diera a conocer su teoría de la evolución y de que algunos años más tarde se emitiera la teoría celular, quedaron establecidas las condiciones para que los científicos abordaran el tema espinoso del origen de la vida. En efecto, si las especies han evolucionado unas de otras y si toda célula proviene de otra célula, tal como postula la teoría celular, entonces es fácil deducir que tuvo que haber un origen de algún ser unicelular que fundara la vida sobre la Tierra.

No obstante hasta el siglo XX no se plantea el problema científico del origen de la vida. La razón la encontraremos leyendo el siguiente texto que nos introduce en las polémicas anteriores al problema del origen de la vida.

ACTIVIDAD 8

El moho del pan es un ser vivo. Cuando el pan se deja un cierto tiempo al aire libre se cubre de moho, ¿cómo surge este moho?

ACTIVIDAD 9

Lee el siguiente texto y contesta las cuestiones

Las primeras preguntas acerca del origen de los seres vivos

Actualmente se considera que la vida apareció en la Tierra hace más de 3500 millones de años, que es la edad de los fósiles más antiguos encontrados, parecidos a las bacterias actuales.

Desde la época de Aristóteles hasta la actualidad, se han planteado dos problemas respecto al origen de la vida y de los seres vivos, el problema de cómo comenzó la vida en nuestro planeta y el problema más concreto de cómo aparecen organismos pequeños en los materiales biológicos en descomposición, como el moho, los gusanos, etc.

*Una contestación al primero ha sido de tipo religioso, la idea de una **creación especial**, que sostiene que la vida se originó en el pasado como resultado de un acto divino. Respecto al segundo problema, se decía que algunos organismos como las plantas o los animales superiores se formaban mediante simiente o reproducción, a partir de semillas o huevos, pero la mayoría de organismos inferiores se forma por **generación espontánea**. En ambos casos era Dios quien aportaba el “calor” necesario para infundir la vida.*

Desde la época de Aristóteles se creía que los seres vivos simples, tales como los gusanos, los insectos, las ranas,... podían originarse espontáneamente en el polvo o en el barro, que los ratones se desarrollaban de los granos húmedos y que los piojos de las plantas se condensaban a partir de una gota de rocío. Aunque la idea de la generación espontánea parece ridícula hoy en día, no es difícil ver por qué ganó tantos adeptos. Si la carne se deja fuera por algunos días aparecen gusanos en ella. Un día se ve que un charco “no tiene vida” y al día siguiente se ven renacuajos. Entonces, se ignoraba que los gusanos eran larvas de mosca o que las ranas ponían huevos que tras un desarrollo salen renacuajos.



Fig. 19. Experimento de Redi. Fuente: Bruño

Durante aquellos años, la generación espontánea brindó la mejor explicación acerca de la aparición “repentina” de estos organismos. No obstante, la teoría de la generación espontánea tenía debilidades. Parecía aplicarse sólo a algunos organismos y había discusiones acerca de si algunos organismos como las ratas se generaban por simiente o por generación espontánea. Algunos científicos decidieron experimentar para verificar esta teoría..

En el s.XVII, Redi llevó a cabo un experimento (Figura 19) muy simple en el que puso carne en descomposición en un grupo de recipientes de boca ancha, algunos con tapas, algunos cubiertos con una tela delgada, y otros abiertos y, aunque todos los trozos de carne se pudrieron, solo aparecían “gusanos” (larvas de mosca) donde las moscas podían depositar sus huevos.

El advenimiento de la microscopía y el descubrimiento de los microorganismos, llevó a que se reavivara con fuerza la creencia en la generación espontánea de los organismos muy simples. Solamente era necesario poner sustancias en descomposición en un lugar cálido durante un corto período y las minúsculas “bestias vivas” (microorganismos) aparecían. El sacerdote italiano Spallanzani, en el siglo XVIII, consiguió demostrar que el caldo de sus frascos, herméticamente cerrados, que había hervido se mantenía sin contaminar. Sin embargo, los escépticos argumentaron que al calentarse el aire dentro del matraz se había alterado tanto que ya no podía ocurrir generación espontánea.

Pasteur refutó, en los años 60 del siglo XIX, este argumento utilizando matraces de cuello de cisne, que permitían la entrada de oxígeno que se pensaba era necesario para la vida, mientras que en sus cuellos largos y curvados quedaban atrapadas bacterias, esporas de hongos y otros tipos de vida microbiana, impidiéndose así que el contenido de los matraces se contaminara (Fig.20). Pasteur mostró que si se hervía el líquido en el frasco y se dejaba intacto el cuello del frasco, no aparecería ningún microorganismo. Solamente si se rompía el cuello curvado del matraz, permitiendo que los contaminantes entraran en el frasco, aparecerían microorganismos. Algunos de sus matraces originales, todavía estériles, permanecen en exhibición en el Instituto Pasteur de París.

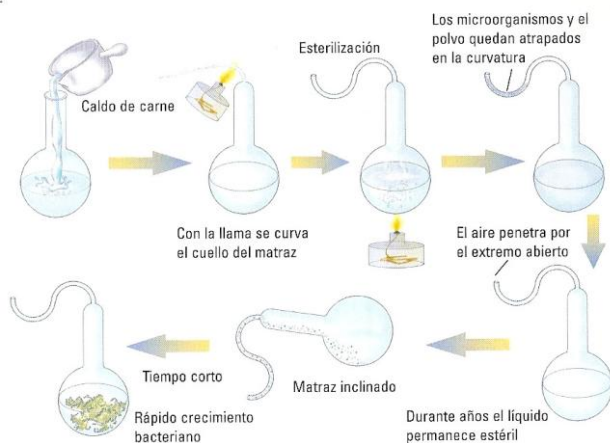


Fig. 20 Experimento de Pasteur. Fuente: Bruño

Los bien planteados experimentos de Pasteur invalidaron la teoría de la generación espontánea de los seres vivos, pero no la “generación espontánea” de la vida. En todo caso, sus experimentos pospusieron la cuestión del origen de la vida, pero desde que se formuló el postulado de la Teoría celular de que toda célula procede de otra anterior, el problema de un origen espontáneo de la vida en nuestro planeta era insoslayable.

El problema quedó sin respuesta hasta bien avanzado el siglo XX. En 1924, el bioquímico ruso Oparin propuso una salida a este dilema, al considerar que la aparición de la vida es una fase más en el proceso evolutivo del Universo. La materia viva sería, simplemente, la forma más compleja de materia que existe.

Cuestión 32

¿Hay alguna idea de creación especial que se mantenga en la actualidad?

Cuestión 33

¿De qué manera los experimentos de Redi y Pasteur constituyeron pruebas concluyentes o no de que la generación espontánea no tiene lugar? ¿Cuál era su hipótesis? El diseño experimental que realizaron, ¿confirmó o refutó su hipótesis?

Cuestión 34

Para probar su hipótesis más efectivamente, Pasteur tomó un matraz con cuello de cisne que había estado en reposo muchos meses y lo volteó de tal manera que el caldo llegara hasta la

curvatura inferior del cuello y después devolvió el caldo al frasco. ¿Por qué crees que hizo esto? ¿Qué le pasó al caldo del recipiente?

Cuestión 35

¿Qué papel cumplió la invención del microscopio en los experimentos que refutaron la generación espontánea? ¿Qué tipo de tecnología es: industrial, ambiental o científica?

ACTIVIDAD 10

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones:

El comienzo de la vida

*Durante largo tiempo después de la publicación de *El origen de las especies* de Darwin en 1859, los biólogos consideraban que los acontecimientos más tempranos en la historia de la vida eran capítulos que, probablemente, quedarían por siempre cerrados a la investigación científica. Sin embargo, dos avances mejoraron en gran medida esta visión. El primero fue la formulación de una hipótesis verificable acerca de los acontecimientos que precedieron a los orígenes de la vida. Esta hipótesis generó predicciones cuyas respuestas podían ser buscadas experimentalmente.*

Cualquier teoría sobre el origen de la vida tiene que resolver tres problemas: ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Cómo?

El cuándo es el problema mejor resuelto. Se estima que la vida tuvo lugar alrededor de los 3500 millones de años ya que se han encontrado fósiles de bacterias que datan de esa antigüedad.

¿Dónde? Todos los científicos creen que la vida tuvo su origen en los océanos, donde el agua protegía a los primeros organismos del impacto de meteoritos y de la radiación solar ultravioleta. Algunos creen que sucedió en las costas, en los charcos de las zonas intermareales mientras que otros piensan que pudo surgir en aguas profundas, en las chimeneas de las dorsales oceánicas (Fig. 21), donde surgen magma, gases y agua con minerales procedentes del manto. Todavía no se han contrastado estas hipótesis.



Fig. 21. Chimeneas negras de las dorsales oceánicas. Fuente: www.laalianzadegaia.com/vidaorganica.html

*La cuestión más difícil de resolver y sobre la que se ha investigado más tiempo es la de cómo se formó la vida. La hipótesis de la **evolución química**, formulada por el bioquímico ruso Oparin en 1924, es la más aceptada, aunque los científicos no descartan la hipótesis de la **panspermia**, que sostiene que la vida pudo llegar a la Tierra procedente del espacio extraterrestre. En esencia, la hipótesis de la evolución química afirma que la vida se formó espontáneamente en nuestro planeta a través de un proceso de evolución química en el que a partir de moléculas inorgánicas, presentes en la atmósfera primitiva, se originaron moléculas orgánicas y, posteriormente, las primeras células.*

Actualmente se reconoce que para desarrollar esta hipótesis y solucionar el problema de cómo se formó la vida se necesita resolver cuatro cuestiones:

- 1º. ¿Cómo se originaron las moléculas orgánicas sencillas?
 - 2º. ¿Cómo se formaron moléculas orgánicas complejas?
 - 3º. ¿Cómo se formó la membrana?
 - 4º. ¿Cómo se formó el primer sistema genético?
- ¿Cómo se formaron las moléculas orgánicas sencillas?*

La mayoría de los científicos piensa que las primeras moléculas orgánicas sencillas se tuvieron que formar necesariamente a partir de las moléculas inorgánicas que había en la atmósfera primitiva. El conjunto de moléculas debe contener al menos los elementos más importantes que forman los seres vivos: C, H, O, N. En aquella atmósfera no podía haber oxígeno libre porque hubiera oxidado y destruido las moléculas orgánicas. Así que las moléculas candidatas a formar parte de la atmósfera primitiva son: hidrógeno, metano, dióxido de carbono, nitrógeno, amoníaco y vapor de agua. Por otra parte, se necesita una fuente de energía para que las reacciones químicas tuvieran lugar y originaran moléculas orgánicas. Los relámpagos, la actividad volcánica e, incluso, la radiación solar pudieron desempeñar un papel importante en la evolución química.

La primera contrastación de esta hipótesis fue realizada en los años 50 del siglo pasado por Miller y Urey. Ambos diseñaron un aparato (Fig. 22) en el que se simulaban las condiciones de la tierra primitiva de Oparin, tanto de la atmósfera como de los océanos. En un recipiente de vidrio (2) con dos electrodos que descargaban chispas, introdujo una mezcla de gases semejantes a los que se suponía existían en la atmósfera primitiva y en otro recipiente (1), comunicado con el anterior se calentó agua simulando el océano. El vapor de agua procedente del "océano" se iba incorporando al recipiente que contenía los gases atmosféricos, donde los electrodos producían descargas eléctricas (3) que imitaban las de las tormentas. Los productos formados eran arrastrados por el vapor de agua que, gracias a un sistema de refrigeración, se condensaba (4) dando un líquido, donde se iban acumulando (colector) dichos productos. Se analizaron las sustancias formadas y se encontraron entre otras MOS, aminoácidos, ácido láctico y urea.

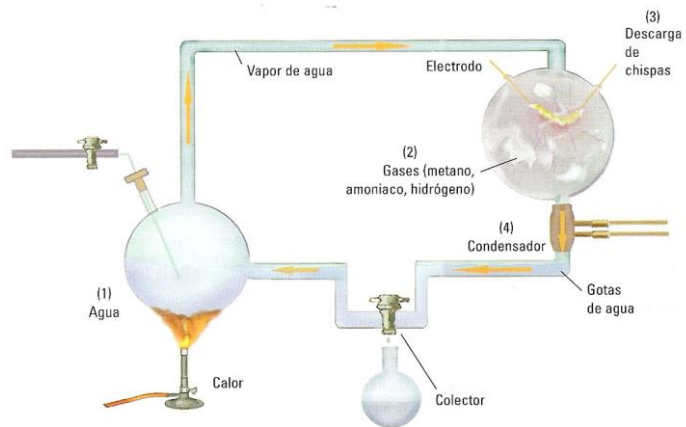


Fig. 22. Experimento de Miller. Fuente: Bruño

Con varias modificaciones en las condiciones experimentales y en la mezcla de gases colocada, fue posible producir casi todos los aminoácidos, así como los nucleótidos, componentes esenciales del DNA y del RNA.

Con varias modificaciones en las condiciones experimentales y en la mezcla de gases colocada, fue posible producir casi todos los aminoácidos, así como los nucleótidos, componentes esenciales del DNA y del RNA.

Esta contrastación experimental se ha visto ratificada por dos observaciones. Análisis realizados por espectroscopios instalados en telescopios de la composición de las nubes interestelares de nuestra galaxia, han hallado abundantes moléculas orgánicas sencillas en el centro de la Vía Láctea y el análisis químico de algunos meteoritos caídos en la Tierra muestran que también en ellos se encuentran moléculas orgánicas. La conclusión, por lo tanto, es que la formación de materia orgánica a partir de inorgánica es un proceso común en el Universo.

¿Cómo se formaron moléculas orgánicas complejas? ¿Cómo se formó la membrana?
¿Cómo se formó el primer sistema genético?

Sobre estas cuestiones, aunque hay investigaciones realizadas, todavía no hay respuestas satisfactorias.

Cuestión 37

Aunque hay cierta incertidumbre sobre la mezcla exacta de gases que constituyeron la atmósfera primitiva, hay acuerdo general en que no había oxígeno libre. ¿Qué propiedad química del oxígeno hubiese hecho la evolución química improbable en una atmósfera con oxígeno?

Cuestión 38

¿Qué hipótesis es confirmada por el experimento de Milller? ¿Qué otras observaciones apuntalan esta hipótesis?

Cuestión 39

Completa la siguiente tabla relativa al origen de la vida

FASES MÉTODO CIENTÍFICO	Generación espontánea	Evolución química
Planteamiento del problema	¿De dónde proceden los seres vivos más pequeños?	¿Cómo fue el origen de la vida?
Formulación de hipótesis y predicciones		
Contrastación		
Datos		
Conclusiones		

ACTIVIDAD 12

Elabora un mapa conceptual con los siguientes términos agrupados entre barras:

Diversidad de especies, evolucionismo, fijismo /creación divina, inmutabilidad especies / evolución de especies, origen vida / Tª generación espontánea, Tª evolución química / adaptación / Tª Lamarckista, Tª Darwinista, Tª Neodarwinista / adaptación, uso y desuso órganos, caracteres adquiridos, herencia / selección natural, variabilidad, mutaciones, recombinación genética / formación especies, nuevas especies.