

	ALCALDÍA DE VILLAVICENCIO INSTITUCIÓN EDUCATIVA CENTAUROS Aprobación oficial No.0552 del 17 de septiembre del 2002 Nit. 822.002014-4 Código DANE 150001004630	FR-1540-GD01	
	APOYO A LA GESTION ACADEMICA	Vigencia: 2020	
		Documento controlado Página 1 de 177	

Docente: Johann Camilo Vargas Ángel		Área: Ciencias Naturales
Grado: Noveno	Sede: Rosita	Fecha: 19 de abril a 25 de junio
Estándar: Compara las teorías de la evolución y asume una postura crítica frente a estas.		
DBA: Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.		
Nombre del estudiante:		

CRONOGRAMA

SEMANA	FECHA DE ENCUENTRO VIRTUAL	FECHA DE ENTREGA DE TRABAJOS	HORA	TEMA
19 al 23 de abril	21 de abril		8: 00 a.m. A 09.30 a.m.	Teorías sobre el origen de la vida
26 al 30 de abril	No hay encuentro virtual	28 de abril plazo máximo		
03 al 07 de mayo	05 de mayo		8: 00 a.m. A 09.30 a.m.	Evolución de las poblaciones
10 al 14 de mayo	No hay encuentro virtual	12 de mayo plazo máximo		
17 al 21 de mayo	19 de mayo		8: 00 a.m. A 09.30 a.m.	El origen de las especies
24 al 28 de mayo	No hay encuentro virtual	26 de mayo plazo máximo		
31 de mayo al 04 de junio	02 de junio		8: 00 a.m. A 09.30 a.m.	El origen de la vida
07 al 11 de junio	No hay encuentro virtual	09 de junio plazo máximo		
14 al 18 de junio	16 de junio	Autoevaluación	8: 00 a.m. A 09.30 a.m.	Nota de Autoevaluación
21 al 25 de junio	23 de junio	Cierre de periodo	8: 00 a.m. A 09.30 a.m.	Final de periodo

Tema 1: Teorías sobre el origen de la vida



¿Quién creó el universo?

1. Teorías sobre el origen de la diversidad

La enorme diversidad de seres vivos que hay en la Tierra siempre ha maravillado e intrigado a los científicos y sociedades de todos los tiempos (figura 1). Las teorías planteadas acerca de su origen y evolución han variado de acuerdo con los adelantos científicos y tecnológicos de cada época.

1.1 Fijismo y creacionismo

Durante mucho tiempo los científicos aceptaron la idea de que las especies permanecían inmutables en el tiempo. Esta teoría, conocida como **fijismo**, era acentuada por la suposición de que la Tierra no tenía más de 10.000 años. Así, se pensaba que las especies habían existido siempre desde la creación del universo.

El fijismo fue postulado en la antigua Grecia por grandes filósofos como **Platón** y **Aristóteles**, y se sostuvo, aunque con algunas modificaciones, hasta mediados del siglo XIX. Por ejemplo, a medida que la religión católica aumentó su poder en las culturas occidentales, el fijismo se transformó en **creacionismo** que sostenía que todas las especies habían sido creadas por Dios y, desde entonces, habían permanecido sin cambiar.

El creacionismo fue apoyado por científicos como **Carl von Linneo**, durante el siglo XVIII, y **Georges de Vries**, durante el siglo XIX. Estos científicos son considerados los padres de la taxonomía y la paleontología, ciencias encargadas de la clasificación de los organismos y del estudio de los fósiles respectivamente y que, más adelante, fueron herramientas importantes para que Charles Darwin desarrollara la teoría de la evolución.

1.2 Evolucionismo

El **evolucionismo** incluye todas las teorías que afirman que las especies han ido cambiando y evolucionando a lo largo del tiempo hasta llegar a ser como las conocemos actualmente. Las teorías de la evolución de las especies tienen tres objetivos principales:

- Comprobar la existencia de la evolución, es decir, al reconocer que la diversidad de los seres vivos obedece a cambios a lo largo del tiempo y que los parentescos provienen de antepasados comunes.
- Dar cuenta de la historia evolutiva de los organismos al indicar relaciones entre especies y señalar el momento en que se originaron nuevas especies.
- Dar cuenta de las causas de la evolución, es decir, descifrar los mecanismos biológicos que explican cómo sucede.

Hasta el momento, la gran mayoría de científicos aceptan la evolución como un hecho suficientemente probado. Sin embargo, a la largo de la historia se han planteado diferentes teorías como el **lamarquismo** y el **darwinismo**, que buscan explicar los mecanismos de la evolución.



Figura 1. Muchas explicaciones se han dado a la enorme diversidad de especies existentes en la Tierra. Estas incluyen que la vida vino del espacio, que las especies fueron creadas por Dios y conservadas en el Arca de Noé y que las especies surgieron a partir de un organismo ancestral.

1.2.1 Lamarquismo

A pesar de que el fijismo fue aceptado hasta mediados del siglo XIX, hacia finales del siglo XVIII, ya varios naturalistas creían que la vida evolucionaba a medida que el ambiente cambiaba. Entre estos, solo Jean Baptiste de Monet, caballero de **Lamarck**, logró postular una teoría comprensible acerca de los mecanismos a través de los cuales esto sucedía.

Mientras estaba a cargo de la colección de entomología del museo de historia natural de París, al comparar las especies actuales con el registro fósil, Lamarck se dio cuenta de que había un conjunto de organismos ya extintos, muy parecidos entre sí, que representaban una serie cronológica que comenzaba con los fósiles más antiguos, pasaba por los fósiles más recientes y llegaba hasta las especies actuales. Así, propuso la idea de que las características de los organismos variaban y, por tanto, los organismos evolucionaban a medida que se iban adaptando a las condiciones cambiantes del medio; finalmente estas adaptaciones eran transmitidas de una generación a otra.

Sin embargo, su teoría tenía algunos errores. Explicaba la aparición de las adaptaciones a partir del **uso** y el **desuso**. Lamarck creía que aquellas partes del cuerpo que se usaban frecuentemente tendían a volverse más grandes y fuertes, mientras que aquellas que no se usaban se iban deteriorando hasta desaparecer (figura 2). Por ejemplo, citaba el caso de los herreros que desarrollan músculos más grandes en el brazo que más utilizan. Para Lamarck todos los caracteres adquiridos o adaptaciones se heredaban de una generación a otra. Sin embargo, actualmente se sabe que muchas características no pasan de una generación a otra. Por ejemplo, los hijos de los herreros no tendrán necesariamente uno de sus brazos más musculoso que el otro.

A pesar de los errores, la teoría de Lamarck fue visionaria en muchos aspectos. Por ejemplo, asignó por primera vez una edad muy antigua a la Tierra, explicó el registro fósil a partir de un proceso evolutivo y reconoció que las adaptaciones son el principal producto de la evolución.

1.2.2 Neolamarquismo

El **neolamarquismo** surgió a comienzos del siglo XX como un intento de unir el principio de herencia de los caracteres postulado por Lamarck con los nuevos conocimientos sobre genética.

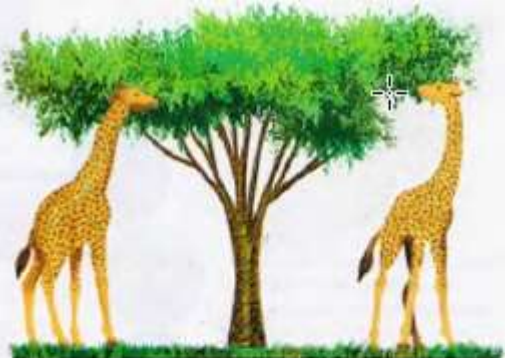
Según el neolamarquismo, los caracteres se adquirían a causa del "esfuerzo" que realizaban los seres vivos para adaptarse al ambiente. Actualmente se sabe que las modificaciones externas de los organismos no alteran la información genética contenida en el ADN y que si se producen modificaciones, estas suceden y se presentan por causa de las mutaciones.



Jirafas antiguas



Con el paso del tiempo el cuello de botella de las jirafas crece.



Jirafas modernas

Figura 2. El lamarquismo postulaba que los organismos evolucionan gradualmente a medida que sus partes se modificaban debido al uso y al desuso de los órganos. En el caso de las jirafas, Lamarck decía que su cuello se había alargado a medida que el animal lo estiraba para tener acceso a las hojas más altas de los árboles. Cada generación de jirafas tenía entonces el cuello más largo y esta característica era transmitida a los descendientes.

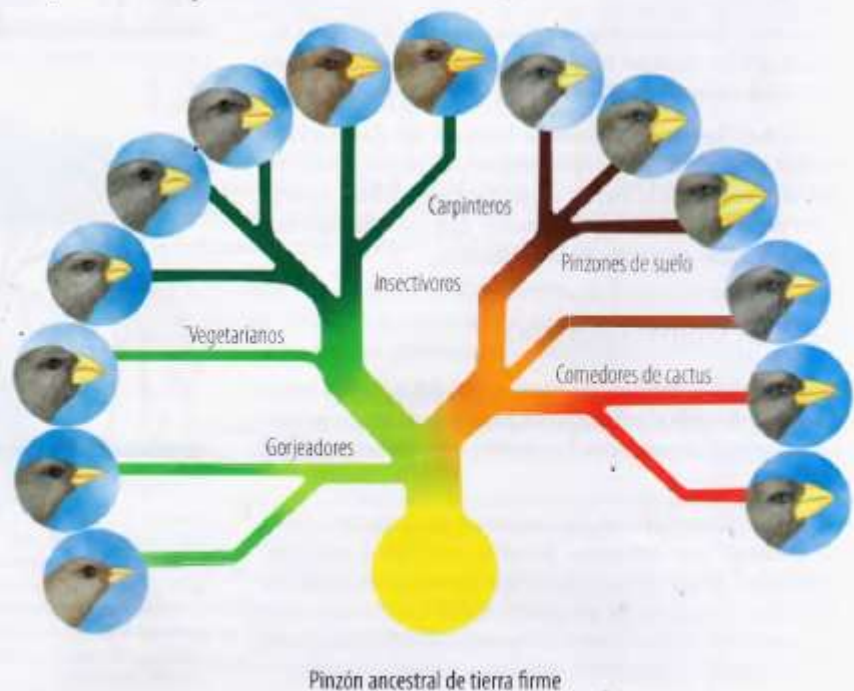
1.2.3 Darwinismo

El científico inglés **Charles Darwin** es considerado el padre de la **teoría de la evolución**. Esta teoría se conoce de forma general como **Darwinismo** y, aunque con algunas modificaciones, aún continúa vigente. Ahora veamos algunos de los aspectos que llevaron a Darwin a postular su teoría.

A la edad de 22 años Darwin zarpó de las costas inglesas a bordo del barco Beagle, en un viaje alrededor del mundo donde visitó las islas Galápagos, Tahití, Nueva Zelanda y la costa de Suráfrica. Durante el viaje, mientras la tripulación recorría la costa, Darwin bajaba a tierra en donde colectaba animales, plantas y rocas, entre otros. A medida que avanzaba en su viaje, Darwin observó la gran variedad de adaptaciones que tenían las plantas y los animales para vivir en ambientes tan diferentes como las selvas amazónicas, las pampas argentinas, las desoladas áreas de Tierra del Fuego y las altas montañas andinas. También notó que había grandes diferencias entre las plantas y los animales del Nuevo Mundo con respecto a las plantas y animales europeos y, lo que fue más importante, que los organismos suramericanos de las zonas templadas se parecían más a los organismos suramericanos tropicales que a los europeos de zonas templadas.

Al terminar su viaje en 1836, Darwin comenzó a analizar la enorme cantidad de muestras que había colectado. Al revisar las muestras de las islas Galápagos, ubicadas frente a las costas ecuatorianas, se dio cuenta que muchas especies animales que vivían en ellas no las había observado en ningún otro lugar del mundo. Igualmente, notó que aunque estas se parecían a las especies que vivían en tierra firme parecía como si estas hubieran colonizado las islas y, allí, se hubieran diversificado de acuerdo con las características del espacio (figura 3). Darwin percibió que el origen de las especies y la adaptación eran procesos relacionados, y se preguntó si las nuevas especies podrían haber surgido de un organismo ancestral a partir de la acumulación de adaptaciones a ambientes diferentes.

Figura 3. Las 14 especies de pinzones diferentes existentes en las islas Galápagos llamaron la atención de Darwin y le proporcionaron parte de sus ideas sobre la evolución por selección natural. Todas se parecían a las especies de tierra firme pero eran diferentes, principalmente en algunas características de su pico. Así Darwin comprobó que las diferencias en los tipos de alimentación de los pinzones de cada isla se relacionaban directamente con la diferencia en la forma y el tamaño de su pico.



Teoría de la selección natural

Las teorías de la evolución plantean que todas las especies surgieron a partir de una especie ancestral y a través de la adquisición de adaptaciones. Sin embargo, lo que diferenció la teoría darwinista de las otras teorías evolucionistas fue el mecanismo que Darwin propuso para la evolución: la **selección natural** actuando a lo largo del tiempo (figura 4).

Mientras analizaba sus muestras, Darwin leyó el libro *Ensayo sobre el principio de la población* escrito en 1798 por el economista inglés **Thomas Malthus**. Malthus proponía que las guerras, el hambre y las enfermedades eran consecuencia de que la población humana crecía a un mayor ritmo que los recursos y evitaban que ésta creciera ilimitadamente. Darwin se dio cuenta que esto encajaba con sus observaciones y podía ser aplicado a todas las especies. Al parecer todas las especies tenían tal potencial reproductivo que su tamaño poblacional podía aumentar exponencialmente si todos los individuos que nacieran lograran sobrevivir hasta reproducirse exitosamente; sin embargo, por un lado, las poblaciones tendían a tener un tamaño constante. Segundo, los recursos del ambiente eran limitados. Tercero, todos los individuos de las poblaciones tenían características diferentes, no había dos exactamente iguales, y algunas de estas características se heredaban de una generación a otra.

Así, Darwin encontró la pieza fundamental que le ayudaba a explicar los resultados que estaba obteniendo y que evidenciaban la evolución de los seres vivos: la **teoría de la selección natural**, la cual se puede resumir de la siguiente manera:

1. La producción de más individuos de los que puede sostener el ambiente lleva a que estos luchen entre sí por la supervivencia y, de esta manera, a que no todos logren sobrevivir.
2. La supervivencia de los individuos no es aleatoria sino depende en parte de sus características heredables. Los individuos con características que les permiten adaptarse mejor al ambiente tienen mayor probabilidad de sobrevivir y dejar más descendientes.
3. La habilidad desigual de los individuos para sobrevivir y reproducirse lleva a cambios en las poblaciones, pues las características favorables tienden a acumularse debido a que son transmitidas de generación en generación. El incremento en la frecuencia de estas características trae como consecuencia la adaptación de los seres vivos al medio ambiente.

Figura 4. El producto de la selección natural es la evolución, es decir, la adaptación de los individuos de una población a su medio ambiente. La resistencia que adquieren los insectos ante los insecticidas es un ejemplo de ello.



El diagrama muestra las capas de una roca sedimentaria, en las que los paleontólogos han encontrado los fósiles de las especies A, B y C. Según el orden y la secuencia en que se muestran los fósiles, responde las siguientes preguntas:

Responde

1. ¿Cuál es la especie más antigua? ¿Podría esta especie haber dado origen al resto de especies que observas en la imagen? Explica tu respuesta.
2. Si el número de fósiles de cada especie que aparece ilustrado refleja su abundancia, ¿cómo se podría explicar la abundancia de la especie C?

1.3 Evidencias de la evolución

Desde que se postuló la teoría de la evolución, cada vez se han ido acumulando más evidencias que la apoyan. Estas provienen de diferentes áreas de la ciencia como la **paleontología**, la **biogeografía**, la **anatomía comparada** y la **biología molecular**.

1.3.1 Evidencias paleontológicas

Las **evidencias paleontológicas** hacen referencia al registro fósil de los seres vivos (figura 5). Los **fósiles** se encuentran en un tipo de rocas, conocidas como **rocas sedimentarias**, que se forman por la depositación y acumulación de sedimentos a lo largo del tiempo. Así, los sedimentos más profundos son los más antiguos, mientras que los sedimentos superficiales son más recientes. Si los seres vivos hubieran aparecido en la Tierra en el mismo momento y no hubieran evolucionado, entonces todos los fósiles se encontrarían en las mismas capas de roca y serían iguales. Sin embargo el registro fósil muestra un orden de aparición de las especies. Por ejemplo, los datos paleontológicos evidencian que entre los vertebrados, el grupo más antiguo en la escala evolutiva es el de los peces, luego el de los anfibios, después el de los reptiles y por último, el de los mamíferos y el de las aves.



Figura 5. Los fósiles son restos o rastros de la actividad de organismos que han quedado conservados en las rocas, gracias a procesos como la petrificación y la mineralización. Aunque los fósiles más conocidos son esqueletos y caparazones, también hay fósiles de hojas, raíces, bacterias y algas, entre muchos otros.

1.3.2 Evidencias bioquímicas y moleculares

En algunos casos ni los fósiles, ni la morfología, ni la anatomía, ni la biogeografía dan evidencias de las relaciones entre organismos tan diferentes como las plantas, los animales, los hongos y las bacterias. Sin embargo, gracias al desarrollo de la biología molecular se ha encontrado que hay algunas características que son comunes a todos los seres vivos: estamos hechos de células, usamos la misma molécula energética o ATP, el material genético hereditario está contenido en moléculas de ADN, todos contamos con moléculas de RNA y con ribosomas que se encargan de transcribir y sintetizar proteínas a partir de la información del ADN, todas nuestras células presentan las mismas biomoléculas en conformación básica (azúcares, grasas, ácidos nucleicos y proteínas) y las proteínas de todos están hechas del mismo conjunto de 20 aminoácidos.

1.3.3 Evidencias de la anatomía comparada

Los estudios de anatomía comparada han mostrado que las especies que tienen ancestros comunes tienen similitudes aún en características que ya no cumplen con la misma función debido a que han evolucionado en diferentes ambientes bajo diferentes presiones selectivas. Las estructuras que cumplen con funciones diferentes pero que han evolucionado a partir de un ancestro común se conocen como **estructuras homólogas** (figura 6).

La anatomía comparada también ha mostrado el caso opuesto en el que las presiones del ambiente han llevado a que organismos que no están relacionados desarrollen estructuras similares, que no provienen de un mismo ancestro. Este tipo de estructuras, como las alas de las aves y los insectos, o las aletas de los peces y los delfines, se conocen como **estructuras análogas**.



Figura 6. Las extremidades de los peces, los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos son ejemplos de estructuras homólogas pues están compuestas por los mismos huesos a pesar de que cumplen una función muy diferente en cada grupo de organismos. Húmero (a), radio (b), cúbito (c).

1.3.4 Evidencias biogeográficas

La **distribución geográfica** de los seres vivos, o **biogeografía**, muestra que las especies están más estrechamente relacionadas con las especies de la misma área, que con especies que son muy similares pero que viven en áreas lejanas (figura 7). Tal es el caso de los marsupiales australianos. Los marsupiales son un grupo de mamíferos cuyos bebés terminan su desarrollo por fuera del vientre de su madre en bolsas llamados **marsupios**, mientras los mamíferos placentarios, como los seres humanos, dan a luz hijos completamente desarrollados. Las ardillas voladoras marsupiales se parecen mucho a las ardillas voladoras placentarias de otros continentes que tienen adaptaciones parecidas; sin embargo estos dos grupos evolucionaron independientemente y las ardillas australianas están más relacionadas con otros marsupiales, muy diferentes a ellas, como los canguros.

Figura 7. La distribución actual y fósil de los camélidos encuentra explicación en la teoría de la evolución por selección natural.



ACTIVIDAD SEMANA 1 Y 2

- 1) Realice un cuadro comparativo de las diferentes teorías del origen de la vida donde incluya: Fijismo, creacionismo, lamarquismo, darwinismo
- 2) A través de un dibujo y un argumento, explique qué es la teoría de la selección Natural
- 3) Cuales fueron las evidencias de la evolución, y cual es la diferencia en la anatomía comparada



¿Tendremos cosas en común todos los seres humanos?

Figura 8. Todas estas conchas, a pesar de sus diferencias, pertenecen a la misma especie. La selección natural actúa sobre las diferencias en las características de los individuos de una población, de tal manera que los individuos que poseen características que les permitan adaptarse a las condiciones del medio tienen mayores probabilidades de reproducirse y heredar sus características a su descendencia.

2. La evolución de las poblaciones

Luego de la publicación del libro *El origen de las especies* escrito por Charles Darwin, la comunidad científica aceptó que los seres vivos no permanecen inmutables en el tiempo sino que cambian y evolucionan de acuerdo con las características de su ambiente.

Sin embargo, la selección natural y la transmisión hereditaria de las adaptaciones, dos de los pilares de la teoría de la evolución, no fueron completamente aceptadas pues Darwin no pudo explicar cómo surgen las variaciones en los seres vivos ni cómo estas se transmiten de una generación a otra.

2.1 Genética de poblaciones

Los conceptos genéticos que permitieron resolver el dilema de la herencia de caracteres fueron postuladas por Gregor Mendel en la misma época de Darwin, pero solo se redescubrieron 50 años después cuando se revisaron las ideas sobre transmisión de los genes.

Aunque el redescubrimiento de la genética mendeliana le dio un nuevo aire a la teoría de la selección natural, las leyes de Mendel solo servían para explicar la transmisión de características discretas como los colores contrastantes de algunas flores, mientras que la teoría de la selección natural requería de pequeñas diferencias en las características de los individuos (figura 8).

La genética de poblaciones reconcilió a la genética con la teoría de la selección natural, pues reconoció la amplia variabilidad genética que hay entre los individuos de una población. Una **población** es un grupo de individuos de la misma especie que habitan la misma área geográfica en el mismo momento y tienen el potencial de reproducirse entre sí.

2.1.1 Mariposas de Manchester: un ejemplo de evolución por selección natural

La población de mariposas de los abedules de Manchester presentaba, hasta 1850, una gran cantidad de individuos blancos que se confundían con los líquenes blancos que crecían sobre estos árboles, lo que representaba una ventaja contra los depredadores. Las mariposas de color negro, por su parte, podrían ser fácilmente detectadas por los predadores por lo que el número de individuos era bajo.

A finales del siglo XIX, por causa de la industrialización, el humo oscureció los troncos de los árboles. Las mariposas negras entonces se confundían fácilmente con los árboles, mientras que las mariposas blancas comenzaron a ser fácilmente detectadas y depredadas. Por esto el número de mariposas blancas disminuía, mientras el de mariposas negras aumentaba.

Figura 9. El valor de las adaptaciones depende del contexto en el que se desarrollan los seres vivos. Las mariposas blancas fueron seleccionadas positivamente mientras pudieron camuflarse sobre los líquenes de los árboles (a); cuando aumentó la contaminación y los troncos se volvieron oscuros, estas fueron seleccionadas negativamente y las mariposas oscuras aumentaron (b).

2.1.2 Patrimonio o acervo genético

En ninguna población de organismos que se reproducen sexualmente hay dos individuos exactamente iguales. Por ejemplo, en las poblaciones humanas hay diferencias en la altura y la coloración de la piel entre los individuos que la componen. Estas características están definidas por los genes de cada individuo; así hay algunos cuyos genes codifican para el color de ojos verde, mientras otros lo hacen para ojos color café. Cada uno de los genes que tienen los organismos están compuestos por dos alelos: uno aportado por la madre y el otro por el padre y la expresión de cada alelo depende de si este es dominante o recesivo. Todos los alelos que hay en una población en un momento dado y que son responsables de las diferencias en las características de los organismos se conocen como el **patrimonio genético** o **acervo genético** de la población (figura 10).

2.1.3 Importancia de la variabilidad genética

La **variabilidad genética** se refleja en las diferencias que hay en las características de los diferentes individuos de una población y proporciona el sustrato sobre el que actúa la selección natural (figura 10). Por ejemplo, en una multitud podemos reconocer a nuestros amigos, pues cada uno tiene características que lo hacen diferente de las otras personas. Así, somos conscientes de la variabilidad en las poblaciones humanas pero no tenemos tanta capacidad de observar las pequeñas diferencias que hay en otros organismos como las plantas u otros animales. Además de la variabilidad genética que se expresa en los diferentes fenotipos de los organismos y que, por lo tanto, se puede observar, también hay variaciones que solo pueden verse a nivel molecular. Por ejemplo, es imposible saber el tipo de sangre de una persona con solo mirarla. La selección natural, actuando sobre estas pequeñas diferencias, es la que finalmente produce la evolución.

Entre las poblaciones, la variabilidad puede ocurrir de manera cuantitativa o discreta. La mayor cantidad de variabilidad consiste en caracteres cuantitativos que varían a lo largo de un continuo. Por ejemplo, en una población de plantas hay desde individuos bajos hasta individuos muy altos. La variación cuantitativa generalmente se da por genes que están codificados por múltiples alelos. Por el contrario, las variaciones discretas, como el sexo de los seres humanos, están determinadas por alelos que codifican, cada uno, para un fenotipo diferente.

Figura 10. Las variaciones geográficas de la población humana se manifiestan así mismo, en una gran variabilidad genética. A pesar de esto, todos los individuos pertenecen a la misma especie pues tienen la capacidad de reproducirse entre sí.





2.2.2 Migraciones: flujo de genes entre poblaciones

El intercambio de alelos debido a la migración de individuos entre diferentes poblaciones se conoce como **flujo genético**. El flujo genético debido a las migraciones tiende a hacer que las diferencias genéticas entre las poblaciones disminuyan o, inclusive, que desaparezcan de tal manera que ambas poblaciones compartan el mismo acervo genético como si fueran una misma población (figura 13). Así mismo, pueden introducir nuevos alelos o alterar las proporciones de los ya existentes en la población.



Figura 13. La creciente capacidad de los seres humanos de migrar entre diferentes áreas geográficas ha hecho que se reduzcan las diferencias genéticas entre poblaciones que en algún momento estuvieron completamente aisladas.

2.2.3 Selección sexual

Los machos y las hembras de muchas especies difieren en características sexuales secundarias que no están directamente asociadas con la reproducción (figura 14). Estas diferencias entre los sexos se conocen como **dimorfismo sexual**, y se manifiestan, por ejemplo, en las diferencias de tamaños entre machos y hembras o, por ejemplo, en el hecho que los machos sean más vistosos para el cortejo y para luchar por las hembras. El **dimorfismo sexual** favorece la **selección sexual** o **reproducción selectiva** en la que los individuos de un sexo, generalmente las hembras, eligen al individuo del sexo opuesto con el que se quieren aparear, por lo tanto, no todos los machos tienen las mismas oportunidades de aparearse con una hembra. Esto provoca que algunos alelos se vean favorecidos y, por esta razón, que las frecuencias génicas del acervo genético de una población se modifiquen.

2.2.4 Deriva genética

La **deriva genética** es el cambio en la proporción de alelos de la población debido a causas aleatorias. Cuando las poblaciones son grandes la deriva genética tiene poco efecto sobre la evolución de las especies; sin embargo, cuando las poblaciones son pequeñas, las variaciones debidas al azar pueden traer cambios en la frecuencia de alelos de la población produciendo, por lo tanto, evolución. Para entender imaginemos que lanzamos una moneda al aire. Después de dos lanzamientos, es posible que solo hayan salido caras, y no sería sorprendente que luego de diez lanzamientos hubieran salido 7 caras y 3 sellos.

Sin embargo, a medida que aumentamos el número de lanzamientos es de esperar que el número de caras iguale al de sellos porque la probabilidad es del 50%.

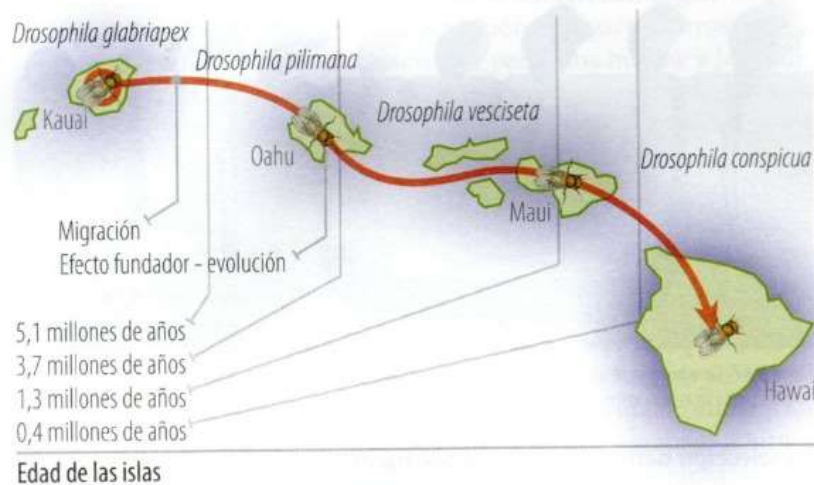
Así, si cada nueva generación tomará sus alelos aleatoriamente del conjunto de alelos de la población, es decir, si los individuos se cruzaran aleatoriamente, los cambios debidos al azar no traerían grandes efectos sobre la proporción total de alelos. Sin embargo si las poblaciones son pequeñas la deriva genética puede producir grandes cambios en la proporción de alelos. La reducción en la variabilidad genética de las poblaciones puede deberse al **efecto fundador** y a los **cuellos de botella**.

Figura 14. Aunque aún no se comprenden bien las ventajas de la selección sexual, se piensa que los machos más llamativos son más saludables. El cortejo de las aves es un ejemplo de selección sexual.



2.2.4.1 El efecto fundador

La deriva genética tiene importantes efectos en caso de que algunos individuos aislados de una población colonicen un nuevo hábitat como una isla o un lago (figura 15). Entre menor sea el número de individuos que coloniza el nuevo hábitat, menor será la representación de la variabilidad genética de la población original. El proceso de deriva genética cuando unos pocos individuos colonizan un nuevo hábitat se conoce como **efecto fundador**. Si la población comienza a crecer, llegará un momento en que la deriva genética no produzca más reorganizaciones de la variabilidad genética de la población, y esta estará dominada por los alelos de los individuos que colonizaron el hábitat.



TU SALUD

El efecto fundador es responsable de algunas enfermedades en ciertas localidades. Hace cerca de dos siglos un grupo de 15 personas colonizaron un conjunto de pequeñas islas entre África y Suramérica. Una de estas personas era portadora de un alelo recesivo responsable de una enfermedad conocida como retinitis aguda. Debido a la alta proporción que representaba este alelo en la nueva población, se transmitió de generación en generación, haciendo que una amplia proporción de los descendientes fueran portadores o sintomatizaran la enfermedad.

Figura 15. En el Archipiélago de Hawái, compuesto por islas de diferentes edades de las cuales Hawái es la más joven y está en formación, hay cerca de 500 especies endémicas de mosca de la fruta *Drosophila* sp. Las especies de cada isla han evolucionado de los individuos que han logrado llegar desde las islas más antiguas a las islas nuevas a medida que estas se forman.

2.2.4.2 Cuellos de botella

Los **cuellos de botella** se producen cuando ocurren eventos catastróficos como los terremotos que, en un período muy corto de tiempo, pueden reducir drásticamente el tamaño de la población y también la variabilidad genética de las poblaciones pues, en los individuos que sobreviven, algunos alelos dominarán, otros se expresarán poco y otros desaparecerán por completo (figura 16).

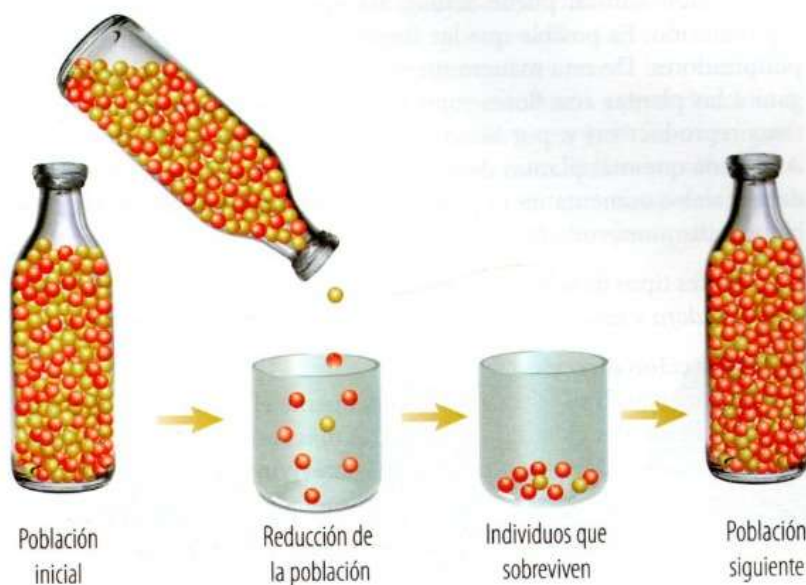


Figura 16. Las especies en vías de extinción son ejemplos de poblaciones que se encuentran en situaciones de cuellos de botella. La reducción en su abundancia, debida principalmente a factores como la deforestación u otros eventos catastróficos, ha disminuido enormemente su variabilidad genética.

ACTIVIDADES SEMANA 3 Y 4

- 1) A través de dibujo, explique el caso de las mariposas de Manchester y que tiene que ver con la teoría de la selección natural.
- 2) ¿Cuál es la importancia del acervo genético y la variabilidad genética en las poblaciones?
- 3) Realice un cuadro comparativo donde incluya la selección sexual, la deriva genética, los cuellos de botella y el efecto fundador y relaciónelos entre sí.

SEMANA 5 y 6
Tema 3: El origen de las especies



¿Será que los animales tendrán un ancestro común?



Figura 29. Las especies biológicas se definen por la capacidad que tienen los individuos de reproducirse entre sí.

3. El origen de las especies

La superficie de la Tierra está poblada por millones de especies diferentes, desde aquellas microscópicas como las bacterias hasta aquellas enormes como algunos árboles. Todas estas especies se han originado, según el punto de vista evolutivo, a partir del primer organismo que habitó la Tierra, posiblemente una arqueobacteria, a través de un largo proceso evolutivo que ha tomado miles de millones de años.

3.1 Concepto biológico de especie

Según el concepto biológico de especie que propuso **Ernest Mayr**, las especies están formadas por el conjunto de poblaciones cuyos individuos tienen el potencial de cruzarse entre sí y producir descendencia fértil (figura 29). En otras palabras, las especies biológicas son un conjunto de organismos que puede reproducirse e intercambiar genes y que está aislado genéticamente de otras especies.

Aunque el concepto biológico de *especie* tiene algunas dificultades como el hecho de no ser aplicable a los restos de organismos de animales antiguos también llamados **fósiles**, o a aquellos organismos que tienen reproducción asexual, ha sido útil para entender el proceso de formación de nuevas especies conocido como *especiación*.

3.2 Etapas de la especiación

La **especiación** es el proceso por el que se forman una o más nuevas especies a partir de una especie preexistente (figura 30). Para que se produzca la especiación es necesario que dos o más poblaciones de la misma especie queden aisladas entre sí y que estas poblaciones diverjan genéticamente hasta que, en caso de encontrarse nuevamente, no puedan reproducirse entre ellas. El proceso de especiación es entonces el resultado del **aislamiento reproductivo** y la **divergencia genética**.

3.2.1 Aislamiento reproductivo

El **aislamiento reproductivo** se genera cuando una población de una especie queda separada y aislada de las otras poblaciones por barreras que impiden que los individuos se reproduzcan y tengan descendencia fértil. El aislamiento reproductivo se puede dar por la presencia de barreras geográficas como cadenas montañosas o ríos, que impiden que los individuos de las diferentes poblaciones entren en contacto, o por factores biológicos que impiden el cruce de los individuos así estos vivan en la misma área geográfica.

Existen dos modelos de especiación de acuerdo con la manera como se produce el aislamiento reproductivo: la **especiación alopátrica** y la **especiación simpátrica**.



Figura 30. En el proceso de especiación, a partir de una especie se puede formar una sola especie (a), o dos o más especies (b). El segundo caso es responsable del aumento en la diversidad de seres vivos que ha habido en la Tierra.



■ Especiación alopátrica

Ocurre cuando dos o más poblaciones de la misma especie quedan separadas geográficamente por una barrera difícil de superar (figura 31). Esto puede suceder por eventos geológicos, como la formación de una cadena montañosa o de un valle, o porque algunos individuos de una población logran colonizar un área distante al área que ocupa la población original.

El levantamiento de una montaña puede hacer que una población de individuos que solo puede vivir en tierras bajas quede dividida en dos subpoblaciones separadas por la formación montañosa. Igualmente el surgimiento de masas continentales, como la formación del istmo de Panamá que provocó que algunas poblaciones quedaran separadas a lado y lado del continente en océanos diferentes.

La especiación alopátrica también se produce cuando un individuo o parte de una población llega a un área remota en la que queda aislado de la población original. Un ejemplo es el que ocurrió en las islas Galápagos y que tanto sorprendió a Darwin: estas islas fueron colonizadas por especies provenientes de tierra firme que posteriormente evolucionaron adaptándose a las condiciones de cada isla.

La especiación alopátrica tiene más probabilidades de ocurrir cuando las poblaciones son pequeñas y están completamente aisladas de tal manera que su patrimonio genético puede cambiar más fácilmente por procesos como la deriva genética y la selección natural. Un ejemplo de ello es el que ocurrió en el archipiélago de Hawai donde, gracias al efecto fundador, han evolucionado cerca de 500 especies endémicas de moscas de la fruta.

■ Especiación simpátrica

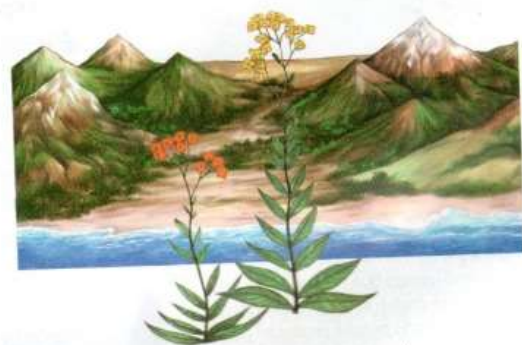
Se produce cuando hay poblaciones que quedan aisladas reproductivamente a pesar de que viven en la misma área geográfica. En tal caso, el aislamiento no es provocado por la presencia de barreras geográficas, sino por otros mecanismos que incluyen diferencias ecológicas, de comportamiento y de morfología que evitan que los individuos se puedan reproducir y dejar descendencia fértil (figura 32).



Dos poblaciones de la misma especie de plantas quedan aisladas por una barrera geográfica.



Las poblaciones de esta especie de plantas comienzan a cambiar de acuerdo con las condiciones particulares del hábitat.



Si las poblaciones se vuelven a encontrar y no pueden reproducirse, se dice entonces que ha ocurrido una especiación alopátrica.

Figura 31. Modelo de especiación alopátrica.



Figura 32. El aislamiento reproductivo de las especies simpátricas, como estas guacamayas, depende de comportamientos como los despliegues característicos de cada una o de tener picos de actividad a diferentes horas del día. (a) *Ara ararauna*, (b) *Ara macao*.

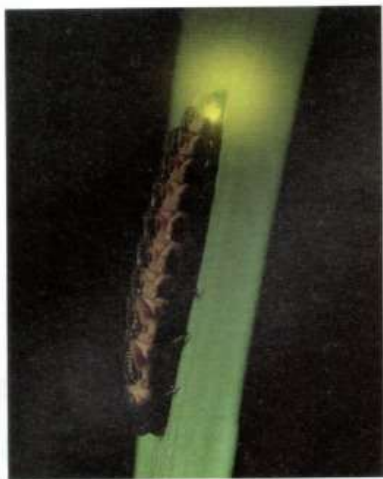


Figura 33. Los machos de algunas especies bioluminiscentes emiten señales luminosas a un ritmo característico de su especie. Cuando las hembras de la especie ven la señal, responden emitiendo señales y de esta forma los atraen.

3.2.2 Tipos de aislamiento reproductivo

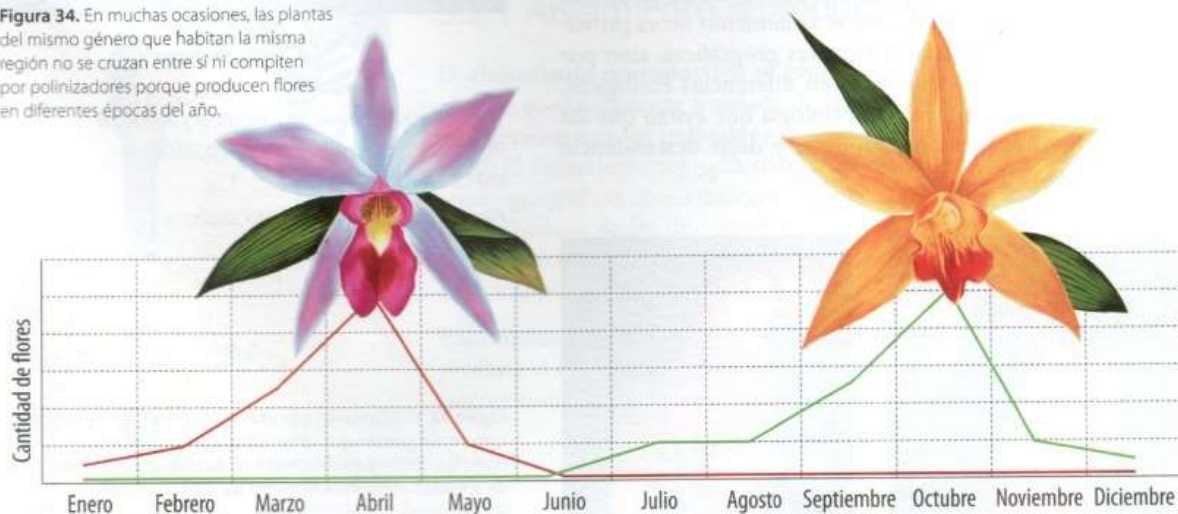
No hay una barrera que sea completamente efectiva para evitar el cruzamiento de individuos de dos especies diferentes. Por esto, la mayoría de especies cuenta con más de un mecanismo que provoca el aislamiento reproductivo. Las barreras reproductivas se pueden clasificar como *precigóticas* o *poscigóticas* según actúen antes o después de formarse el cigoto.

3.2.2.1 Aislamiento precigótico

Las **barreras precigóticas** evitan que diferentes especies se apareen o, en caso de que lo hagan, que los óvulos sean fecundados. Existen varios mecanismos por los que se produce el aislamiento precigótico como el *aislamiento por hábitat*, el *aislamiento por comportamiento*, el *aislamiento temporal*, el *aislamiento mecánico* y el *aislamiento genético*.

- El **aislamiento por hábitat** se da cuando dos especies viven en la misma área pero ocupan hábitats diferentes. Por ejemplo, dos especies de culebras que viven en la misma región geográfica pero una es arborícola y la otra acuática.
- El **aislamiento de comportamiento** en el cual los machos y las hembras de diferentes especies, muy cercanas, no se atraen. Esto puede ocurrir porque algunas especies tienen diferentes comportamientos como rituales de cortejo y despliegues visuales y auditivos para buscar y conseguir pareja. Los comportamientos de cortejos, al ser tan diferentes y específicos, resultan atractivos únicamente para machos y hembras de la misma especie. Este tipo de aislamiento es el principal mecanismo que evita el cruzamiento de especies muy relacionadas entre sí (figura 33).
- El **aislamiento temporal** se da cuando hay dos especies muy relacionadas que se reproducen a diferentes horas del día, en diferentes estaciones del año o, inclusive, en años diferentes (figura 34). En algunos bosques húmedos tropicales habitan varias especies de orquídeas del mismo género que, a pesar de ser extremadamente parecidas, no pueden cruzarse ya que abren sus flores a diferentes horas del día por lo que el polen no puede ser transferido de una flor a otra.

Figura 34. En muchas ocasiones, las plantas del mismo género que habitan la misma región no se cruzan entre sí ni compiten por polinizadores porque producen flores en diferentes épocas del año.





- El **aislamiento mecánico** se da cuando dos especies muy similares tratan de cruzarse pero no lo logran pues son anatómicamente diferentes, de tal manera que no pueden copular. Por ejemplo, el aislamiento mecánico impide que muchas especies de insectos muy cercanas puedan copular ya que tienen estructuras reproductivas muy complejas. Así mismo impide que plantas que son polinizadas por animales puedan cruzarse entre sí, pues sus flores están adaptadas para ser polinizadas únicamente por ciertas especies de insectos.
- El **aislamiento genético** se produce cuando hay cópula entre individuos de dos especies, pero el cigoto no se forma debido a que los gametos son demasiado diferentes. El aislamiento genético se da cuando el espermatozoides del macho no puede sobrevivir en el ambiente interno de la hembra con la que copuló, o porque los gametos no se reconocen y no se unen para producir la fecundación.



TU SALUD

Actualmente los científicos han logrado evitar los mecanismos de aislamiento reproductivo de algunas especies, y "mezclar" especies diferentes introduciendo partes del ADN de una de ellas dentro de las células de la otra. Gracias a este proceso conocido como **ingeniería genética**, han desarrollado muchos microorganismos para la producción industrial de sustancias como la hormona humana insulina que es esencial para regular los niveles de azúcar de la sangre.

3.2.2.2 Aislamiento poscigótico

Cuando los individuos de dos especies diferentes se cruzan y se produce la fecundación, entran en acción barreras poscigóticas que evitan que se forme el embrión y se desarrolle en un adulto sano. En caso de que el nuevo individuo logre desarrollarse recibe el nombre de **híbrido** y los mecanismos de aislamiento poscigótico evitan que este sea fértil y pueda reproducirse. Los mecanismos de aislamiento poscigótico incluyen la **inviabilidad** y la **esterilidad de los híbridos** (figura 35).

La **inviabilidad híbrida** se produce cuando dos especies diferentes logran cruzarse pero el embrión se aborta durante alguna de las fases de su desarrollo debido a la incompatibilidad genética que hay entre ellas. El género *Rana*, por ejemplo, incluye varias especies muy parecidas que viven en las mismas áreas y frecuentemente se cruzan entre sí. Sin embargo, la incompatibilidad genética evita que los embriones se desarrollen, y aquellos que lo hacen generalmente son débiles y mueren antes de llegar a la edad reproductiva.

Aun si dos especies logran evitar el aislamiento reproductivo precigótico y producen híbridos saludables y vigorosos, estos generalmente son **estériles** y no pueden cruzarse entre sí o con los individuos de las especies de sus padres (figura 36). Una de las causas de la esterilidad es que el número y la estructura de los cromosomas de las especies son diferentes; de tal manera, ocurren fallas durante la meiosis que evitan que los híbridos produzcan gametos normales.



Figura 35. Los cultivadores de orquídeas frecuentemente consiguen cruzar especies diferentes para producir híbridos con flores exóticas, sin embargo, estas no podrían reproducirse en condiciones naturales.



Figura 36. Un caso familiar de inviabilidad híbrida es el de las mulas que se producen a partir de un cruce entre una yegua y un burro. Los caballos y los burros son especies diferentes pues las mulas no pueden cruzarse entre sí ni con los caballos o los burros.

ACTIVIDADES SEMANA 5 Y 6

- 1) ¿Qué significa para usted "especiación", y si pudiera inventar alguna especie, cuál sería?
- 2) A través de un dibujo explique que significa aislamiento reproductivo, especiación alopátrica y simpátrica
- 3) ¿Qué significa aislamiento precigótico y que tipos hay?
- 4) ¿Qué significa aislamiento poscigótico?

SEMANA 7 y 8

Tema 4: El origen de la vida



¿Te imaginas el origen de la vida?



Figura 1. Francesco Redi comprobó que los gusanos aparecían únicamente sobre la carne del frasco abierto, al que podían entrar las moscas. Sin embargo, no pudo aplicar sus resultados a otros organismos, por lo cual la controversia continuó.

Figura 2. Los experimentos de Louis Pasteur demostraron que ni siquiera los microorganismos podían generarse de manera espontánea.



1. El origen de la vida

La Tierra es el único planeta conocido en el universo en el cual existe vida. Conocemos millones de especies y pensamos que aún falta otro tanto por descubrir. ¿De dónde vienen todas estas especies? La mayor parte de la comunidad científica de nuestro tiempo acepta que todas evolucionaron a partir de uno o varios organismos ancestrales, a medida que estos se adaptaban a las condiciones cambiantes del planeta. Pero, ¿cuál fue el origen de los primeros seres vivos?

1.1 Hipótesis sobre el origen de la vida

A lo largo de la historia de la humanidad se han dado muchas explicaciones sobre el origen de la vida. Estas han variado de acuerdo con los adelantos técnicos, tecnológicos y conceptuales de cada época, así como con aspectos culturales y religiosos. A continuación, veremos algunas de las principales hipótesis que la ciencia ha presentado al respecto, hasta llegar a las teorías que son más aceptadas actualmente.

1.1.1 La generación espontánea

La **teoría de la generación espontánea** sostenía que los seres vivos podían originarse a partir de la materia inorgánica. La teoría de la generación espontánea fue aceptada desde la época de la antigua Grecia, cuando grandes filósofos como **Tales de Mileto**, en el siglo VI a.C., y **Aristóteles**, unos siglos más tarde, proponían que los seres vivos se originaban a partir de elementos primordiales como el agua, el fuego, la tierra y el aire. Hasta mediados del siglo XIX, esta teoría se mantuvo vigente cuando aún era defendida por algunos científicos (figura 1).

■ Louis Pasteur termina con la generación espontánea

A pesar que desde el siglo XVIII, gracias a la invención del microscopio, se había probado que al menos los seres multicelulares no podían formarse por generación espontánea, en ese momento subsistían las dudas sobre los organismos unicelulares y microscópicos. Sin embargo, los científicos cada vez encontraban más evidencias que señalaban que los seres vivos, aun aquellos microscópicos, no aparecían espontáneamente sino que iban surgiendo unos a partir de otros seres vivos. Finalmente, a comienzos de la década de 1860, el químico **Louis Pasteur** condujo los experimentos que demostraron que ningún ser vivo, ni siquiera los microorganismos, podía aparecer espontáneamente (figura 2). Así dejó sin sustento la teoría de la generación espontánea y sin respuesta a la pregunta sobre el origen de la vida.

1.1.2 La teoría de la evolución prebiótica

La **teoría de la evolución prebiótica** fue postulada por el bioquímico ruso **Alexander Oparin** (1894-1980) y el inglés **John B.S. Haldane** (1892-1964) a comienzos del siglo XX.

Esta teoría sostiene que la vida pudo haber surgido a partir de reacciones químicas simples entre pequeños elementos de materia no viva que formaron agregados moleculares que, con el paso del tiempo, se asociaron para dar lugar a las primeras células.

Las condiciones bajo las que se cree se originó la vida en la Tierra eran muy diferentes de las que hay actualmente. Luego de su formación, el intenso calor y el bombardeo con meteoritos hacían que todos los materiales estuvieran fundidos en forma líquida. Los metales pesados, como el hierro y el níquel, cayeron hacia el interior del planeta donde aún permanecen en estado fluido, mientras los elementos más ligeros, como el silice y el cuarzo, flotaron sobre ellos. La atmósfera carecía de oxígeno libre, sin embargo, el oxígeno sí estaba presente formando parte de otros compuestos como el vapor de agua (H_2O) y el dióxido de carbono (CO_2). Además eran abundantes moléculas ricas en hidrógeno como el metano (CH_4), el amoníaco (NH_3), el ácido clorhídrico (HCl) y el sulfuro de hidrógeno, y otros elementos como el nitrógeno gaseoso (N_2).

A medida que la Tierra y los otros planetas del Sistema Solar se consolidaban, los impactos de meteoritos disminuyeron de intensidad, lo que permitió que nuestro planeta se enfriara lo suficiente como para que el agua se precipitara en forma de lluvia y permaneciera en estado líquido sobre su superficie. A medida que el agua caía y rodaba sobre la tierra, también iba arrastrando hacia el mar algunos de los elementos que encontraba a su paso, hasta construir el **caldo primitivo**.

Gracias a la enorme cantidad de energía resultante de las erupciones volcánicas, las intensas tormentas eléctricas y la fuerte radiación ultravioleta, estos elementos reaccionaron para formar las primeras moléculas orgánicas que posteriormente reaccionaron entre sí para formar moléculas más complejas como las proteínas y los ácidos nucleicos que luego se reunieron para formar las primeras células (figura 3). Dado que la atmósfera carecía de oxígeno las primeras moléculas que se formaron no se oxidaron ni se destruyeron.

Actualmente se cree que las primeras células aparecieron hace cerca de 3.500 millones de años (m.a.), que es la edad del fósil más antiguo conocido, a través de un largo proceso de evolución prebiótica que tomó 1.500 m.a. luego de la formación de la Tierra y que ocurrió en cuatro etapas:

1. **La síntesis de pequeñas moléculas orgánicas** como nucleótidos y aminoácidos a partir de los elementos inorgánicos del medio ambiente.
2. **La unión de estas pequeñas moléculas** en otras mucho más grandes y complejas como las proteínas.
3. **El origen de moléculas** que tenían la capacidad de producir copias exactas de sí mismas, lo que permitió que se desarrollara la herencia genética de los caracteres.
4. **El empaquetamiento de estas moléculas** en pequeñas unidades rodeadas por una membrana y con la capacidad de mantener sus condiciones internas diferentes de las del medio externo y de reproducirse.

origen a las primeras células, se formaron espontáneamente cuando se agita una solución en la que hay lípidos y proteínas.



Figura 3: Según la teoría de la evolución prebiótica, las condiciones de la Tierra primitiva permitieron que algunos elementos inorgánicos reaccionaran espontáneamente para formar moléculas orgánicas cada vez más complejas que hace cerca de 3.500 millones de años dieron lugar a la primera célula.

1.1.3 Origen extraterrestre o teoría de la Panspermia

Algunos científicos creen que las primeras formas de vida, o al menos las moléculas orgánicas que dieron lugar a ellas, vinieron en meteoritos y otros cuerpos celestes caídos a la Tierra desde el espacio (figura 7). Esto se apoya en evidencias como la presencia de posibles fósiles de bacterias en muestras de suelo y rocas recolectadas en Marte. Así mismo algunas simulaciones por computador muestran cómo, en el polvo interestelar de las galaxias, los elementos podrían reaccionar espontáneamente para formar moléculas como la adenina, uno de los nucleótidos que componen el ADN.



Sonda espacial



Microscopio electrónico



Posible fósil de bacteria marciana

1.2 Los primeros organismos

El registro fósil indica que hace aproximadamente 3.800 millones de años evolucionaron los primeros organismos que habitaron la Tierra. Estos eran microscópicos seres unicelulares **procariotas**, como **bacterias** y **arqueobacterias**, que, en ausencia de oxígeno atmosférico, obtenían energía a partir de la degradación anaerobia de las moléculas orgánicas que se habían sintetizado durante la evolución prebiótica (figura 8). Recordemos que las células procariotas son aquellas cuyo material genético no se encuentra rodeado por una envoltura que forma un verdadero núcleo, sino que flota en una región del citoplasma conocida como **nucleoide**. Con el paso de más de mil millones de años las poblaciones de bacterias crecieron y fueron agotando estas moléculas alimenticias mientras que la energía solar y otras moléculas como el dióxido de carbono y el agua eran abundantes. Así, estos primeros procariotas se fueron quedando sin fuentes energéticas, dado que estos organismos no tenían la capacidad de utilizar las que había disponibles como la energía solar.



Figura 8. Los organismos procariotas, que incluyen a las bacterias, las arqueobacterias y las cianobacterias fueron los únicos seres vivos en la Tierra por más de mil millones de años. La fotografía muestra bacterias dividiéndose por fisión binaria.

1.2.1 Aparición de la fotosíntesis

Debido a algunas mutaciones, hace aproximadamente 3.000 millones de años, algunas bacterias adquirieron la capacidad de utilizar la energía solar para sintetizar sus propias moléculas alimenticias a partir de moléculas más simples que eran abundantes en el medio, como el dióxido de carbono y el agua. Estas bacterias aumentaron su supervivencia y su éxito reproductivo, de tal manera que con el paso de las generaciones esta adaptación se fijó en algunas poblaciones abriendo el camino hacia la evolución de la **fotosíntesis**.

1.2.2 La respiración aerobia

A medida que las cianobacterias realizaban la fotosíntesis, el oxígeno que liberaban se iba disolviendo en el agua de los mares en los que vivían. Con el paso del tiempo, el agua se saturó de oxígeno, y entonces este reaccionó con el hierro disuelto y formó óxido de hierro que precipitó a los sedimentos. Cuando todo el hierro se oxidó, el oxígeno comenzó a acumularse en la atmósfera. Desde la aparición de las cianobacterias hasta hace 2.200 millones de años el proceso fue gradual. Luego aumentó de manera rápida probablemente debido a la aparición de los primeros organismos eucariotas: algas con cloroplastos que realizaban fotosíntesis y liberaban mayores cantidades de oxígeno. Así, hace cerca de 2.000 millones de años el oxígeno ya era uno de los principales componentes atmosféricos.

El oxígeno trajo grandes consecuencias para los seres vivos. Debido a su carácter altamente reactivo, el oxígeno atacaba fácilmente a las moléculas orgánicas destruyéndolas y liberando la energía que se encontraba almacenada en sus enlaces químicos. Así, el oxígeno atmosférico constituyó la siguiente gran fuerza selectiva que determinó los caminos de la evolución. Muchos procariotas no soportaron las condiciones oxidantes de la atmósfera y murieron, otros se refugiaron en ambientes anaeróbicos donde sobrevivieron y donde aún se desarrollan sus descendientes, y otros evolucionaron adaptaciones como la **respiración aerobia** en la que el oxígeno atmosférico se usa para extraer la energía almacenada en los alimentos (figura 10). Estos últimos podían extraer más energía a partir de la misma cantidad de alimento, lo que constituyó una ventaja selectiva que hizo que su abundancia aumentara, mientras la de los organismos anaerobios disminuía.

ACTIVIDADES SEMANA 7 Y 8

- 1) A través de un dibujo explique qué significa la teoría de la generación espontánea
- 2) ¿Cuál fue la importancia de la teoría endosimbiótica?
- 3) ¿Esta de acuerdo con la teoría de la panspermia? Si esta de acuerdo diga porque, si esta en desacuerdo diga porque
- 4) Realice un mapa conceptual sobre los primeros organismos, aparición de la fotosíntesis y la aparición de la respiración aerobia