

Capítulo 23. Sobre el origen de las especies

El tema central en el estudio de la evolución es la comprensión de los principales procesos y patrones involucrados en el cambio que ha ocurrido en la historia de los seres vivos. Una cuestión central en la teoría evolutiva es si la microevolución (los cambios graduales que ocurren dentro de las especies) puede dar cuenta de la macroevolución (los cambios que ocurren por encima del nivel de especie). El proceso de especiación se considera de importancia fundamental para resolver esta cuestión.

Se define a una especie como un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros pueden cruzarse entre sí, pero no pueden -o al menos no lo hacen habitualmente- cruzarse con los miembros de otros grupos de poblaciones. En esta definición de especie resulta central el concepto de mecanismo de aislamiento reproductivo, el cual garantiza la integridad del reservorio génico y su discontinuidad respecto del de otras especies, mediante la interrupción del flujo de genes. Existen diversos mecanismos de aislamiento reproductivo que pueden actuar a nivel precigótico o postcigótico. En la naturaleza generalmente opera más de un mecanismo de aislamiento reproductivo a la vez.

El establecimiento del aislamiento reproductivo es determinante en el origen de nuevas especies. En la actualidad, se discute si los mecanismos de aislamiento reproductivo pueden establecerse bruscamente, operando como disparador del proceso de especiación, o si, por el contrario se establecen lentamente, como una consecuencia colateral del proceso de divergencia. Este problema es importante entre los biólogos evolucionistas, ya que se relaciona con la naturaleza del proceso de especiación y con la cantidad de tiempo necesario para que se origine una nueva especie. En función de ello, se distinguen dos modos principales de especiación: la especiación por divergencia adaptativa y la especiación instantánea o cuántica. A su vez, dentro de estos modos principales se proponen diferentes mecanismos.

El estudio del proceso evolutivo a gran escala -es decir, el análisis de los patrones generales del cambio evolutivo a través del tiempo geológico- constituye la macroevolución. Este campo de estudio de la biología evolutiva se centra en el estudio de los procesos evolutivos que ocurren por encima del nivel de especie.

La magnitud de la diferenciación genética requerida para la especiación depende del modo en que ésta se produzca. Entre el cambio microevolutivo que ocurre dentro de las poblaciones y el cambio evolutivo a gran escala existe un nexo que es justamente el proceso de especiación. El análisis del registro fósil revela diversos patrones de cambio macroevolutivo: la evolución convergente, la evolución divergente, el cambio filético, la cladogénesis, la radiación adaptativa y la extinción. La macroevolución puede ser interpretada como el resultado de una combinación de estos patrones.

Se han presentado evidencias de un patrón adicional de macroevolución, conocido como modelo de los equilibrios intermitentes. Los defensores del equilibrio intermitente proponen que los cambios principales en la evolución ocurren como resultado de la selección que actúa sobre las especies, en el nivel macroevolutivo, así como la selección natural lo hace sobre los individuos, en el nivel microevolutivo.

El concepto de especie

Una especie, desde un punto de vista biológico, es un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros pueden cruzarse entre sí, pero no pueden hacerlo -o al menos no lo hacen habitualmente- con los miembros de poblaciones pertenecientes a otras especies. En este concepto, el aislamiento en la reproducción § respecto de otras especies es central.

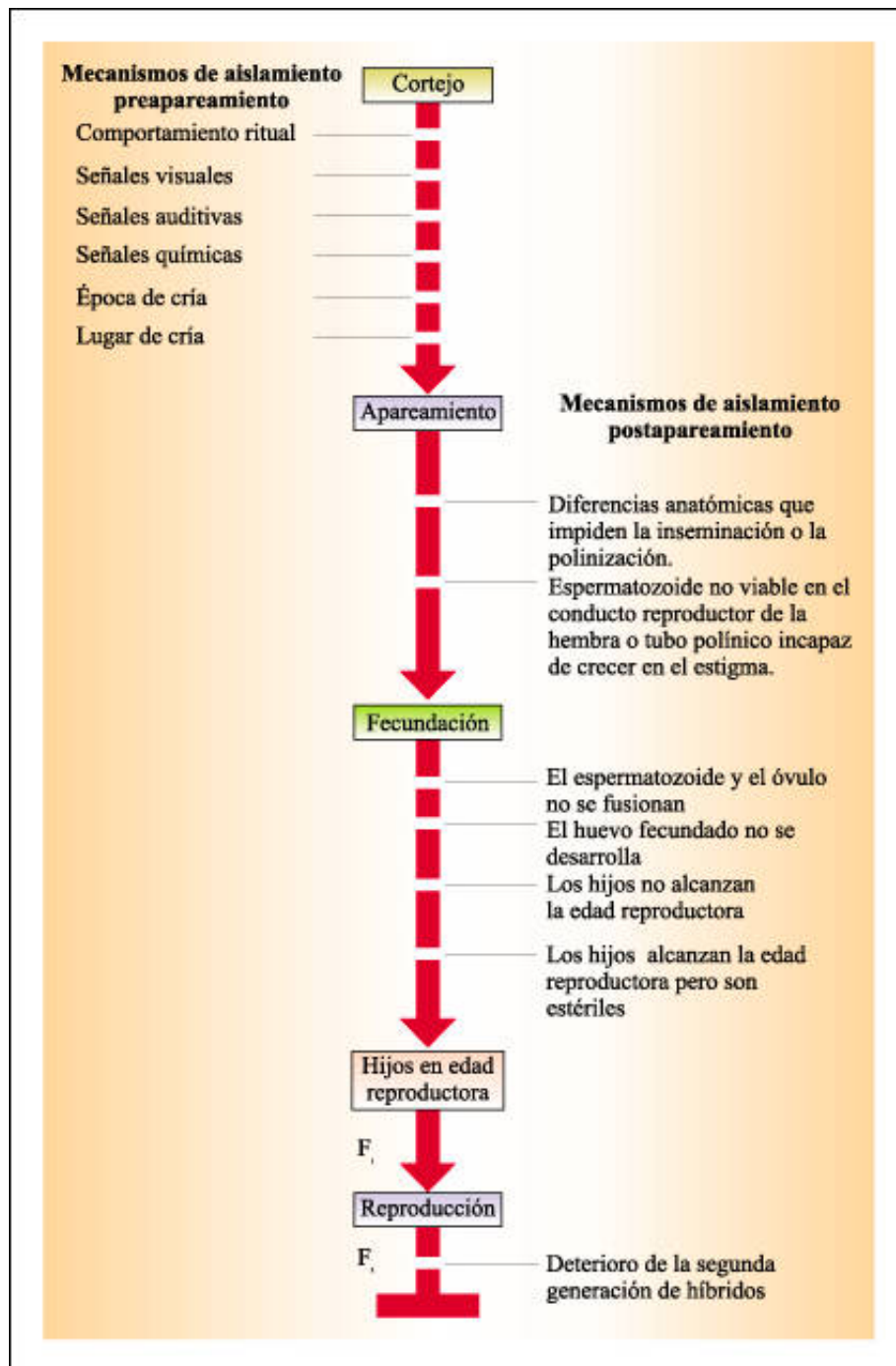
En términos de la genética de poblaciones, los miembros de una especie comparten un reservorio génico común que está separado efectivamente de los de otras especies. La clave para mantener la integridad del reservorio génico es el establecimiento de una o varias barreras biológicas que aseguren el aislamiento genético.

Desde una perspectiva evolutiva, una especie es un grupo de organismos reproductivamente

homogéneo, pero muy cambiante a lo largo del tiempo y del espacio. En muchos casos, los grupos de organismos que se separan de la población original, y quedan aislados del resto, pueden alcanzar una diferenciación suficiente como para convertirse en una nueva especie. Este proceso, denominado especiación, ha ido ocurriendo durante 3.800 millones de años, dando origen a la diversidad de organismos que han poblado la Tierra en el pasado y en la actualidad.

Los mecanismos de aislamiento reproductivo -o MARS-, impiden que dos especies diferentes se crucen. Algunos mecanismos evitan que los individuos de distintas especies se fertilicen y, por lo tanto, el cigoto no se forma. Por esta razón, se los ha denominado mecanismos de aislamiento precigótico. Entre ellos, se pueden mencionar: 1) el aislamiento ecológico o en el hábitat; 2) el aislamiento etológico o sexual; 3) el aislamiento temporal o estacional; 4) el aislamiento mecánico; 5) el aislamiento por especificidad de los polinizadores; 6) el aislamiento gamético y 7) el aislamiento por barreras de incompatibilidad.

Sin embargo, cuando las especies no se han diferenciado lo suficiente, los mecanismos de aislamiento precigótico no están consolidados, y se pueden producir apareamientos interespecíficos y formarse cigotos híbridos. En estos casos, generalmente operan los llamados mecanismos de aislamiento postcigótico, que impiden que los cigotos lleguen a desarrollarse, o que los híbridos alcancen el estado adulto. Entre ellos están: 1) la inviabilidad de los híbridos; 2) la esterilidad genética de los híbridos, o la esterilidad en el desarrollo; 3) la esterilidad cromosómica o segregacional de los híbridos y 4) el deterioro de la segunda generación híbrida.



Resumen de los mecanismos de aislamiento reproductivo. Según las especies de que se trate, el complejo proceso que va desde el cortejo en los animales (o la floración en las plantas) a los hijos híbridos reproductores (F₁) o su descendencia (F₂), puede estar interrumpido en diferentes etapas. En la naturaleza, el aislamiento es, en general, el resultado de más de uno de estos mecanismos.

Los dos tipos de mecanismos de aislamiento tienen las mismas consecuencias: impiden el intercambio génico entre poblaciones de distintas especies.

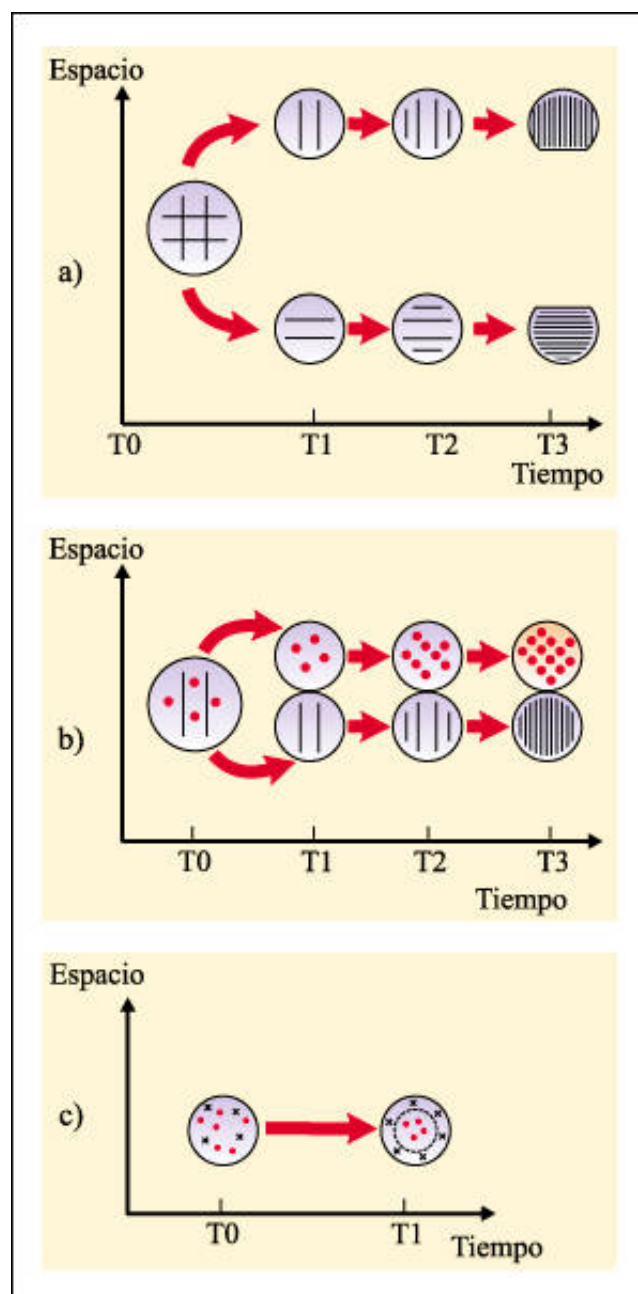
Algunos biólogos han planteado que, para la conformación de una especie, no resultan tan fundamentales los mecanismos que la aíslan de otras especies, sino aquellos que permiten que sus miembros se reconozcan entre sí, y así puedan aparearse. Estos mecanismos se han denominado "sistemas específicos de reconocimiento de pareja" o SERP y constituyen una manera alternativa de considerar la integridad de la especie. En lugar de analizar los aspectos negativos, es decir, los impedimentos para cruzarse con otras especies (MARs) se pueden considerar los aspectos positivos, es decir, aquellos que poseen como atributo (SERP). Sin embargo, estos dos enfoques pueden resultar complementarios si se acepta que los sistemas de reconocimiento de la pareja pueden ser considerados un mecanismo de aislamiento más.

La especiación

De acuerdo con el concepto biológico de especie, el establecimiento del aislamiento reproductivo es determinante en el origen de nuevas especies, de modo que ambos procesos están, sin duda, estrechamente relacionados.

Algunos modelos proponen que las barreras de aislamiento reproductivo se establecen gradualmente, como un resultado secundario de la diferenciación entre dos poblaciones que se enfrentan a diferentes presiones selectivas. Otros, proponen que el aislamiento reproductivo puede establecerse rápidamente, iniciando el proceso de especiación.

Se han propuesto numerosos modelos para explicar el proceso de especiación, sin embargo, aún no se ha encontrado el modelo de especiación universal, capaz de explicar todos los casos. De todas maneras, los modelos de especiación, capaces de representar las principales modalidades de formación de especies, resultan de gran utilidad para comprender este proceso. Tomando en consideración el modo en que se establecen los mecanismos de aislamiento reproductivo, la magnitud del tiempo involucrado en la especiación y el papel de la selección natural en la divergencia, los procesos de especiación pueden ser clasificados en dos grandes categorías. Una de ellas es la especiación por divergencia adaptativa, que corresponde al establecimiento gradual del aislamiento reproductivo.

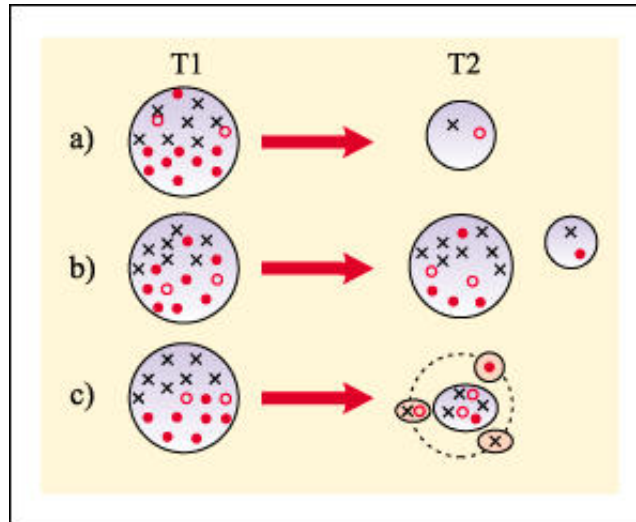


Los esquemas representan diferentes modelos de especiación por divergencia adaptativa, según el escenario espacial en que se desarrolla el proceso.

a) Cuando la divergencia ocurre en territorios separados, se trata de especiación alopátrica. b) La

especiación parapátrica ocurre en poblaciones que divergen en territorios adyacentes. c) La especiación simpátrica ocurre por diferenciación de subambientes dentro de una misma población que ocupa un único territorio.

Otro mecanismo propuesto, es la especiación instantánea o cuántica que corresponde al establecimiento brusco del aislamiento reproductivo.



Los esquemas representan tres situaciones que pueden dar lugar a procesos de especiación cuántica peripátrica.

a) Cuello de botella que provoca la reducción drástica del tamaño poblacional. b) Fundación de un aislado poblacional por migración. c) Retracción del área de distribución de la población central y establecimiento de pequeños aislados poblacionales periféricos.

El problema de la especiación constituye una importante discusión entre los biólogos evolucionistas, ya que se relaciona con la naturaleza del proceso de especiación y con la cantidad de tiempo necesario para que se origine una nueva especie. Esto sustenta diferentes interpretaciones del patrón de la historia de la vida en su conjunto reflejado en el registro fósil.

Macroevolución

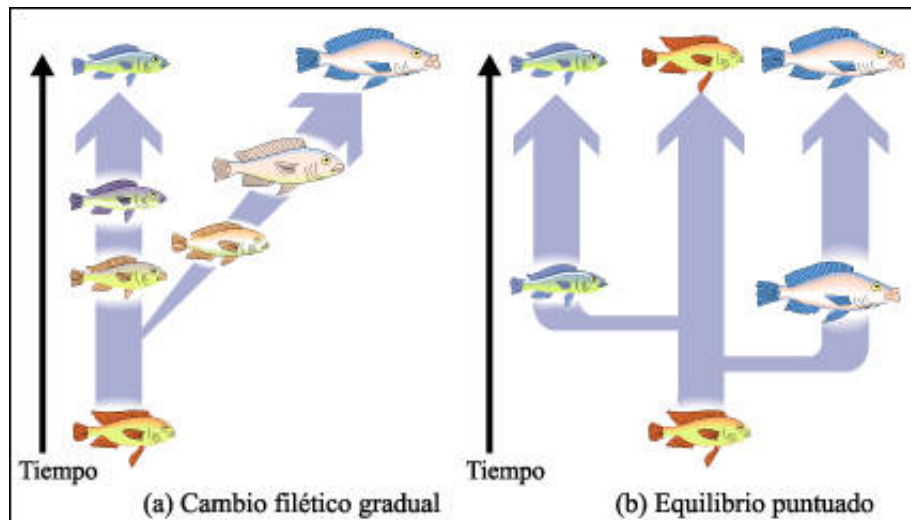
La macroevolución se ocupa del estudio del proceso evolutivo a gran escala es decir, el análisis de los patrones generales del cambio evolutivo a través del tiempo geológico, y se centra en el estudio de los procesos evolutivos que ocurren por encima del nivel de especie.

La selección natural es un proceso complejo que opera de manera continua en todas las poblaciones. Visto a una escala mayor, en el nivel macroevolutivo, la selección natural produce diferentes patrones de evolución. El análisis del registro fósil revela diversos patrones de cambio macroevolutivo: la evolución convergente, la evolución divergente, el cambio filético, la cladogénesis, la radiación adaptativa y la extinción. La evolución convergente produce adaptaciones notablemente similares en organismos lejanamente relacionados, mientras la evolución divergente conduce al establecimiento de adaptaciones ampliamente diferentes en organismos íntimamente relacionados.

El cambio filético es el cambio gradual dentro de un linaje individual a lo largo del tiempo. Por el contrario, la cladogénesis es el cambio evolutivo que produce la bifurcación de poblaciones unas respecto de otras para formar especies nuevas, originando nuevas ramas. La radiación adaptativa es la formación rápida de muchas especies nuevas a partir de un único ancestro, las cuales son capaces de invadir nuevas zonas adaptativas por poseer una nueva característica clave.

La extinción es la desaparición completa de una especie. El registro fósil muestra una tasa de extinción de fondo lenta y continua, interrumpida periódicamente por extinciones masivas § que involucran a enormes números de especies y, en ocasiones, grupos de rango superior. La macroevolución puede ser interpretada como el resultado de una combinación de estos patrones.

Los paleontólogos S. Gould y N. Eldredge han presentado evidencias de un patrón adicional de macroevolución, conocido como modelo de los equilibrios intermitentes. Este modelo propone que las nuevas especies se forman en períodos muy breves, casi instantáneos en la escala del tiempo geológico, a partir de pequeñas poblaciones periféricas aisladas. Estas nuevas especies, en ocasiones, compiten con éxito con las especies previamente existentes, que pueden llegar a extinguirse. La ausencia de cambio gradual en el registro fósil evidencia que una vez establecidas, las especies persisten durante períodos prolongados con poco cambio (estasis), hasta que se extinguen abruptamente. Los defensores del equilibrio intermitente proponen que los cambios principales en la evolución ocurren como resultado de la selección que actúa sobre las especies en el nivel macroevolutivo, así como la selección natural lo hace sobre los individuos, en el nivel microevolutivo.



Dos de los modelos de cambio evolutivo: a) modelo filético y b) modelo de los equilibrios intermitentes.

a) En el modelo filético, los cambios antómicos y otras características del linaje se producen en forma gradual y continua, durante largos períodos. b) En el modelo de los equilibrios intermitentes, los cambios se producen rápidamente en períodos cortos de tiempo, seguidos de largos períodos en los que no se aprecian cambios. Los organismos que ilustran estas representaciones de los modelos son peces cíclidos africanos del lago Victoria. Este lago, que tiene menos de 1 millón de años de antigüedad, posee unas doscientas especies de peces cíclidos, de muchos tamaños y formas, adaptados a los diversos hábitat y tipos de alimentación disponibles en el lago. Según los datos existentes, este conjunto de especies evolucionó a partir de una única forma ancestral que existió hace sólo 200.000 años.



El cuarto Blanco - Biblioteca Web