

La teoría darwiniana de la evolución a través de la selección natural explica dos aspectos diferentes de la aparición del mundo viviente: la *variabilidad* y la *eficacia biológica*.

La eficacia está relacionada con el éxito reproductivo individual y es igual a la contribución promedio al conjunto de genes de la próxima generación realizada por individuos del genotipo o fenotipo especificado.

¿Cómo explicar la existencia de las especies?

Se han descrito casi dos millones de especies y se estima que existen unos 10 millones. Si consideramos que el 99,9 por ciento, al menos, de las especies que han existido en algún momento se han extinguido, desde el comienzo del período cámbrico, hace unos 600 millones de años, han existido unos dos mil millones de especies.

La solución dada por Darwin al problema de la *especiación* fue considerar que las pequeñas variaciones heredables entre los individuos de una especie constituyen la base de las grandes diferencias entre especies.

Esa idea, al igual que la vida, no surgió por generación espontánea. **Charles Darwin** realizó un esfuerzo de síntesis de ideas y postulados que retomó sus predecesores, particularmente de dos franceses que aportaron ideas importantes sobre los mecanismos de adaptación que luego Darwin desarrolló en su teoría de la *selección natural*.

**Georges Leclerc** reconoció que las diferencias entre las especies relacionadas de animales que viven en diferentes partes del mundo, mismas que reflejan los diferentes entornos que ocupaban.

**Jean Baptiste Lamarck** popularizó la idea de que el entorno cambia y con ello las necesidades de los organismos, por lo que las características de los seres vivos cambian para adaptarse al entorno.

Este concepto no es en absoluto nuevo, dado que desde la antigua Grecia había sido postulado el origen común de todos los seres vivos (especialmente por Anaximandro). Varios naturalistas de los siglos XVIII y XIX plantearon la hipótesis de que las especies se transforman unas en otras.

Formas diferentes sobreviven y se reproducen a un ritmo distinto en función de las condiciones del ambiente; la reproducción diferencial induce cambios poblacionales que originan, finalmente, la sustitución de una forma común por otra.

Distintas poblaciones de una misma especie pueden distanciarse y ocupar distintos nichos ecológicos, para *convertirse* en especies distintas.

La morfología, fisiología y comportamiento que han sido *cuidadosa y hábilmente* seleccionados capacitan a un organismo para adaptarse al mundo y desempeñarse (o adecuarse) en él.

La selección natural se define como la reproducción diferencial de los individuos portadores de los distintos genotipos de una población. El éxito reproductivo diferencial, que resulta de las interacciones entre los organismos y su ambiente, modela la variabilidad genética al producir cambios o mantener las frecuencias del conjunto de los alelos que componen el reservorio génico de una población.

El punto de vista actual sobre la adaptación es que el ambiente plantea ciertos “problemas” que los organismos necesitan “resolver”.

La evolución a través de la selección natural constituye el mecanismo para crear dichas soluciones y la adaptación es el proceso del cambio evolutivo mediante el cual el organismo procura una mejor solución al problema siendo el resultado final la adaptación.

La evolución de las aves a partir de los reptiles puede considerarse un proceso de adaptación mediante el cual las aves “resolvieron” el “problema” del vuelo.

La idea de adaptación implica un *mundo preexistente* que plantea problemas cuya solución constituyen la adaptación. Aunque el mundo físico fue sin duda anterior al biológico, la teoría evolutiva encuentra ciertas dificultades a la hora de definir dicho mundo en función de la adaptación.

Los organismos son conjunto de adaptaciones que se expresan para posibilitar un estilo particular de vida. ¿Por qué *un conjunto*? Porque hay muchos factores en el entorno que son "problemas" que requieren "soluciones"

La primera dificultad es que si la evolución se describe como el proceso de adaptación de los organismos a los nichos entonces los nichos deben preexistir a las especies que tienen que adecuarse a ellos. Es decir, deben existir nichos vacíos en espera de ocupación por la evolución de nuevas especies.

Los organismos y el ambiente interactúan constantemente. Por más que la selección natural genere organismos adaptados a un conjunto de circunstancias ambientales, la *evolución del propio organismo* cambia dichas circunstancias.

El nicho ecológico es una descripción pluridimensional del ambiente en su conjunto y del modo de vida de un organismo.

La evolución no puede describirse como un proceso de adaptación debido a que los organismos se encuentran **ya** adaptados.

La hipótesis de la Reina Roja: la idea es que el ambiente está en constante cambio por lo que la selección natural actúa capacitando a los organismos para *mantener* su adecuación, no para *mejorarla*.

Para que una especie persista en un ambiente cambiante debe tener suficiente *variabilidad heredable* para que los organismos más aptos puedan ser seleccionados.

Esta hipótesis de seguimiento del ambiente parece, pues, que resuelve el problema de la adaptación y el nicho ecológico. Pero...

De Leigh Van Valen,  
refiriéndose al  
personaje de *Alicia a  
través del espejo* que  
tenía que seguir  
corriendo para estar  
en el mismo sitio

Pero...

no predice lo que resulta más llamativo en la evolución: la inmensa diversificación de organismos que ha acompañado, por ejemplo, a la ocupación de la tierra a partir del agua, o del aire a partir de la tierra.

La aparición de formas de vida completamente nuevas equivale a la ocupación de un mundo que estaba vacío y nos remite a la idea de la ocupación de los *nichos preexistentes*, que esperan ser colonizados.

¿Por qué surgieron animales de sangre caliente en un momento en que los animales de sangre fría eran todavía abundantes y llegaron a coexistir con ellos?

La *teoría de la evolución por selección natural* descansa en cuatro principios:

- La ***variabilidad***. Es decir, individuos distintos difieren entre sí por su comportamiento, fisiología o morfología
- La ***herencia***. Es decir, la variabilidad es heredable por lo que la descendencia se parece más a los progenitores que al resto de los individuos.
- La ***selección***. Es decir, algunas variantes tendrán más éxito (tendrán una mejor *adaptación*) a los retos que impone el entorno.
- La ***lucha por la existencia***. Es decir, las variaciones favorecen la supervivencia de un individuo cuando compite con otros induciendo el éxito reproductivo y, por ende, la conservación del nuevo carácter.

## Ley de Hardy-Weinberg

En una población de elevado número de individuos, con reproducción aleatoria entre ellos y sin que actúe ninguna fuerza evolutiva, las proporciones de los alelos de un gen se mantienen estables, generación tras generación.

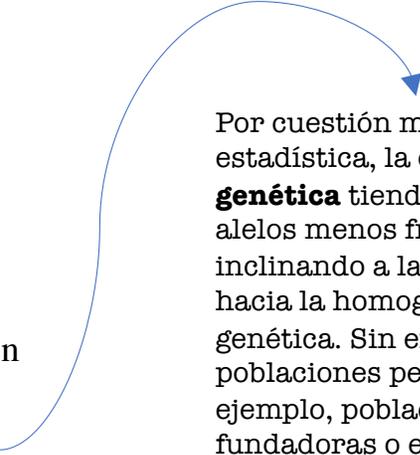
Formulada matemáticamente, en su forma más sencilla, se representa así:

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

*La evolución se define como la variación de las frecuencias alélicas de una población a lo largo del tiempo*

La selección natural se puede clasificar en cinco categorías:

- **Selección normalizadora:** favorece a los individuos con fenotipos intermedios y desfavorece a los que presentan características extremas.
- **Selección disruptiva:** provoca el incremento de los dos tipos extremos a expensas de los intermedios.
- **Selección direccional:** favorece un incremento constante en la proporción de individuos con una característica fenotípica determinada.
- **Selección dependiente de la frecuencia:** disminuye la frecuencia de los fenotipos más comunes e incrementa la de los menos comunes, ayudando a mantener la variabilidad genética.
- **Selección sexual:** es la consecuencia de la competencia entre los miembros de un sexo para aparearse con los del otro (selección *intrasexual*), o de la elección de parejas por parte de uno de los sexos (selección *intersexual*). Es la principal causa del dimorfismo sexual.



Por cuestión meramente estadística, la **deriva genética** tiende a perder los alelos menos frecuentes, inclinando a la población hacia la homogeneidad genética. Sin embargo, en poblaciones pequeñas -por ejemplo, poblaciones fundadoras o en períodos de cuello de botella, los efectos son mucho más marcados y puede conducir a la fijación de caracteres que no sean adaptativos.

Los organismos tienen un número finito de rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales por lo que ocupan un número infinito de nichos. La selección natural, actuando bajo la presión de la lucha por la existencia, origina los nodos.

Los nodos son “picos adaptativos” y se dice que las especies presentes en el pico están adaptadas.

La adaptación es el resultado de la selección natural

## La evolución del darwinismo

La diversidad ocasionada por mecanismos de mutación ocurre, en principio, al azar. Sin embargo, la diversidad observada en el mundo real es nodal (teoría neutralista de Motoo Kimura, 1968).

La variación genética observada en las poblaciones y entre las especies se debe a la fluctuación y la fijación aleatoria en el genoma de variantes genéticas **neutras**.

Una variante neutra resulta igualmente efectiva para la supervivencia y la reproducción del individuo.

La aparición, por mutación, de una variante neutra es indetectable para la selección y solo el azar determinará su pervivencia o extinción.

A nivel molecular, la mayor parte de los cambios evolutivos y de la variabilidad dentro de una especie no se deben a la selección sino a la *deriva genética* de genes mutantes selectivamente equivalentes.

Hoy en día se reconoce que las mutaciones pueden ser neutras (adaptativamente equivalentes al *alelo salvaje*), desventajosas, o ventajosas. Los dos últimos tipos de mutaciones son afectados por la selección natural.

Seleccionismo o neutralismo

Muchos genes, particularmente aquellos que codifican para funciones que se han mantenido sin cambio a lo largo del tiempo, evolucionan de acuerdo a las predicciones de la teoría neutral.

Otro grupo de genes en cambio parecen evolucionar bajo la influencia de selección positiva.