

# TEORÍAS DE LA EVOLUCIÓN

AUTOR: LAURA PATIÑO



San Marcos

Teorías de la evolución . . . . .	1
La selección natural . . . . .	3
Rasgos que contribuyen a la supervivencia . . . . .	6
Selección natural y comportamiento. . . . .	7
La deriva genética. . . . .	9
La paradoja del valor C . . . . .	10
Teoría neutral de la evolución molecular . . . . .	10
Bibliografía . . . . .	12

# ÍNDICE

# Teorías de la evolución



La evolución puede ser definida como un fenómeno que resulta de la interacción de procesos evolutivos, tales como selección natural y la **deriva génica**, y patrones evolutivos, tales como las restricciones impuestas por la historia filogenética. **Los procesos pueden ser vistos como “fuerzas innovadoras” que ocasionan novedad y cambio, mientras que los patrones filogenéticos como “fuerzas conservadoras” que proveen la materia prima para el cambio.**



#### Deriva génica

Fuerza por medio de la cual hay fluctuaciones impredecibles en las frecuencias alélicas de una población.

Los organismos, por lo tanto, contienen una mezcla de caracteres únicos y comunes. Los caracteres únicos permiten una clara apreciación del ajuste de la forma y función del organismo a su ambiente. La unicidad está ilustrada por la locomoción bípeda y el lenguaje, dos caracteres humanos distintivos que sugieren una adaptación a praderas abiertas y ambientes sociales, respectivamente. Los caracteres comunes permiten el trazado de filogenias, es decir, linajes de ancestros y descendientes. La mano pentadáctila es un caso de un carácter compartido por humanos y otros tetrápodos, considerado ampliamente primitivo entre los tetrápodos actuales.



### Ejemplo

Por ejemplo, en la evolución de los vertebrados terrestres, incluyendo anfibios, reptiles, aves y mamíferos, una variedad impresionante de formas ha evolucionado, adaptándose a vivir bajo un amplio rango de condiciones ambientales. Pero no importa cuán diversos puedan ser estos animales, todos ellos están restringidos a un plan corporal que implica cuatro miembros, sean ellos usados para caminar, nadar, trepar, saltar o volar. De hecho, el taxón entero es conocido como tetrápodos, literalmente animales de cuatro patas.

## La selección natural

Darwin señaló que las especies poseen un enorme potencial reproductivo, pero a pesar de esta posibilidad de crecimiento exponencial las poblaciones animales se mantienen relativamente constantes durante largos períodos de tiempo. Darwin sugirió que la fuerza para mantener el tamaño de una población estable era la selección natural, la supervivencia y reproducción diferencial entre individuos.



Imagen 6.  
Fuente: shutterstock/348742331

La selección natural es el resultado de tres propiedades básicas de las poblaciones:

- Los individuos dentro de una población presentan variaciones fenotípicas.
- Algunos rasgos fenotípicos están relacionados con la habilidad individual para producir descendencia, se dice que estos rasgos confieren un éxito reproductivo diferencial a aquellos que los poseen.
- Existe una relación consistente entre el **fenotipo** de los padres y el de su descendencia debido a la herencia.



#### Fenotipo

Características morfológicas, fisiológicas y conductuales de un individuo o población.

En este sentido, estas tres propiedades básicas son necesarias y suficientes para que ocurra el proceso de selección natural.



## ¡Datos!

Como la selección natural actúa solo sobre rasgos que tienen base genética, el material sobre el cual actúa la evolución es la variabilidad genética disponible en una población, conocido como acervo o pool genético.

Ahora, consideraremos algunas reglas que gobiernan la selección natural. Esta fue identificada con el éxito reproductivo, la habilidad de los organismos para reproducirse y así pasar sus genes a la siguiente generación. Esto es generalmente conocido como éxito reproductivo directo o darwiniano, porque involucra la maximización de la descendencia directa. La selección natural, en este caso, no está definida en términos de valor de supervivencia, como en la famosa pero errada frase "supervivencia del más apto", acuñada por Spencer (1855).



## Video

*Ciencia express: Selección natural*  
UPV/EHUko Kultura Zientifikoko Katedra - Cátedra de Cultura Científica de la UPV/EHU

La supervivencia es ahora generalmente considerada un factor secundario en importancia para el éxito reproductivo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que aquellos animales que viven más tienden a tener mayor cantidad de crías que los que tienen vidas más cortas. Esta suposición está basada en el hecho de que la longevidad y la fecundidad están correlacionadas positivamente en una gran variedad de especies (Stearns, 1992).



Imagen 7.  
Fuente: shutterstock/41267357

Luego del trabajo de Willian D. Hamilton (1926 - 2000), se ha vuelto evidente que existen formas de transmitir genes de una generación a otra que no involucra descendencia directa (Hamilton 1964). Por ejemplo, el comportamiento de ayuda en la crianza genera un incremento del éxito reproductivo de un individuo genéticamente relacionado que puede llevar a la dispersión de los genes del ayudante, a pesar de que el éxito reproductivo directo del ayudante se ve reducido.



## Ejemplo

Ejemplos bien estudiados de conducta de ayuda a familiares incluye casos de comportamientos de crianza en aves y desarrollo de estrategias antipredatorias en mamíferos. Ya que este éxito reproductivo indirecto implica cierto tipo de interacción entre conespecíficos, podría ser de importancia crítica comprender la evolución de los comportamientos antipredatorios y sociales. El éxito reproductivo de un individuo podría ser considerado como la suma de su éxito reproductivo directo (número de crías) más el indirecto (crías de familiares que sobreviven gracias al comportamiento de ayuda que desarrolla el individuo). Esto se conoce como éxito reproductivo inclusivo.



## Rasgos que contribuyen a la supervivencia

Para que un organismo sano y saludable se desarrolle y sobreviva hasta la edad reproductiva deben ocurrir varios eventos en un momento determinado y en el orden apropiado. Ningún organismo multicelular puede reproducirse inmediatamente luego de la fertilización que le dará lugar o, si corresponde, luego de su nacimiento. La selección natural es "ciega" a aquellos rasgos que se desarrollan luego de que el organismo ha concluido su etapa reproductiva, pero trabajará intensamente sobre la evolución de estos que se expresen antes de esta.

Desde el punto de vista de la selección natural, la supervivencia es importante únicamente porque implica un aumento en las posibilidades de reproducción del organismo; la supervivencia no se justifica por sí misma. Un clásico ejemplo que ilustra la evolución de caracteres que contribuyen a la supervivencia involucra la coloración de protección de las polillas *Biston betularia*, en Inglaterra (Bishop y Cook, 1980). Los individuos de coloración clara predominaron hasta que la polución industrial oscureció los troncos de los árboles de ciertas regiones. Así, los individuos claros posados sobre los troncos oscuros se convirtieron en presas fáciles para los pájaros predadores.



### ¡Importante!

Las mutaciones y otros cambios genéticos que afecten la expresión de genes de expresión temprana en el desarrollo del organismo pueden ser fácilmente eliminadas si el resultado es un organismo no viable. Es esta supervivencia diferencial y muerte de organismos pre-reproductivos lo que ha llevado a la evolución de programas de desarrollo complejos, involucrando la acción coordinada de miles de genes e interacciones gen-ambiente que llevan al desarrollo de un individuo reproductivamente viable.



Imagen 8.  
Fuente: shutterstock/681825820

Esta presión originó un cambio en la frecuencia relativa de estos dos caracteres y, presumiblemente, también en sus alelos, de manera tal que en las áreas industrializadas la variedad oscura se volvió predominante. Sin embargo, en las áreas menos industrializadas los individuos claros siguieron predominando. Cuando los niveles de polución ambiental fueron regulados legislativamente, los árboles recuperaron su coloración original y los individuos claros se volvieron a diseminar en la población.



## ¡Recordemos que!

Es importante notar que este ejemplo muestra cambios en la **frecuencia alélica**, no la evolución de una nueva especie. El proceso fue guiado por una presión predatoria y, quizá, no fue lo suficientemente largo en término de número de generaciones para llevar a la evolución de una nueva especie.



### Frecuencia alélica

Proporción de copias de un gen en una población.

## Selección natural y comportamiento

La obra de Darwin tuvo una notable influencia en el ámbito de la psicología, y muy pronto autores como Sigmund Freud y William James, entre otros, se adhirieron a los principios darwinistas. Pero la perspectiva en la que aquí nos vamos a centrar tiene sus inicios en la aproximación comparada a la que hacíamos mención al final del apartado anterior. **Los preceptos darwinianos ejercieron una decidida influencia en el estudio del comportamiento animal.** Por una parte, en el campo de la psicología, con la psicología comparada, en la que, a través de autores como George J. Romanes y Conwy L. Morgan, los psicólogos comparatistas abordaron la continuidad mental existente entre otras especies animales y la especie humana.

Por otra parte, y ya en el campo de la biología (sobre todo de la zoología), el planteamiento darwiniano influyó en otra forma de estudiar el comportamiento animal, en la que el centro de interés iban a ser las conductas propias de la especie, aquéllas que tienen un componente adaptativo y específico de la especie, como es el caso de las conductas innatas o determinadas formas de aprendizaje, como la **impronta**. Generaciones de naturalistas, como Douglas A. Spalding, Charlis O. Witman y Oscar Heinroth, contribuyeron con sus trabajos y teorías a la consolidación de una forma de abordar el estudio del comportamiento en la que la perspectiva evolucionista era una característica definitoria.

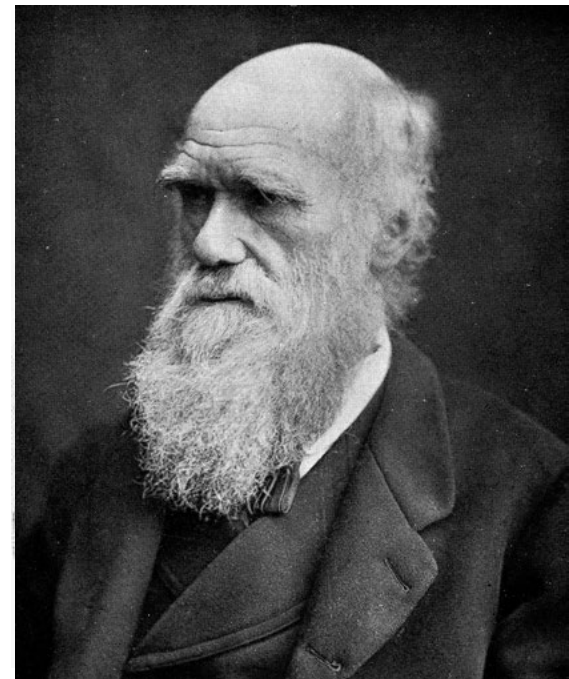


Imagen 9.

Fuente: <https://goo.gl/yrsS2W>



### Impronta

Cualquier tipo de aprendizaje ocurrido en cierta fase crítica, ya sea en una edad o etapa de vida particular, que es rápido y aparentemente independiente de la importancia de la conducta.





Imagen 10.  
Fuente: shutterstock/547113937

Lo que, en definitiva, defiende la teoría de la evolución es que los seres vivos proceden unos de otros y que los mecanismos evolutivos servirían para explicar la aparición tanto de nuevas especies como de las características de los sujetos (anatómicas, morfológicas, fisiológicas e incluso, en muchos casos, comportamentales). En la actualidad, se considera que los principales vectores de la mecánica evolutiva son la variabilidad genética y la selección natural. Las principales fuentes de variabilidad genética son la **mutación**, la recombinación, el flujo genético y el **polimorfismo**. Las mutaciones, errores en la replicación del **ADN**, son las únicas que producen nuevos caracteres y, por tanto, constituyen la materia prima de la evolución. También la recombinación, el proceso en el que se intercambian genes entre cromosomas homólogos, es una fuente de variabilidad, como lo es el flujo genético, por el que las poblaciones naturales suelen recibir a individuos de otras poblaciones, con lo cual se introducen nuevas variantes de los genes, lo que aumenta la variabilidad. **Todo ello implica que las poblaciones naturales presentan diversidad genética sobre la que actúa la selección natural.**



#### Mutación

Cambio en la información hereditaria debida al azar. Este cambio puede comprender desde un par de bases en el ADN hasta segmentos enteros de cromosomas.

#### Polimorfismo

Existencia dentro de una población de dos o más genotipos para una característica. Existencia de variación fenotípica dentro de una población.

#### ADN

Ácido presente en todas las células, es el material hereditario que contiene toda la información genética. Al enrollarse con ayuda de las proteínas llamadas histonas forma los cromosomas.



Imagen 11.  
Fuente: shutterstock/639596623

## La deriva genética

La deriva génica puede generar cambios genéticos rápidos y no selectivos. La importancia de la deriva génica en el proceso de especiación está actualmente en debate, pero existe consenso en afirmar que cumple un papel principal en dos casos particulares en donde las poblaciones son reducidas en número drásticamente. Un caso es aquel de una población pequeña que diverge de una población principal mayor y se aísla reproductivamente.



### Ejemplo

Este es conocido como el efecto fundador ya que se genera una situación propicia para el origen de una nueva especie. Por ejemplo, un pequeño número de animales puede llegar a una isla (esto se supone que ocurrió con los ancestros de los pinzones de Galápagos; Grant, 1986) y aislarse reproductivamente debido a las barreras geográficas. Como este grupo fundacional es pequeño quizá no sea representativo de la población mayor y los **alelos** que en esta eran infrecuentes se pueden transformar en comunes por endogamia. Un segundo caso involucra una reducción drástica en el tamaño de la población, fenómeno conocido como cuello de botella poblacional. Los cuellos de botella poblacionales pueden resultar en la eliminación de algunos alelos, así como también en la dispersión de otros alelos que no eran comunes en la población original. En algunos casos, aunque el número de animales en una población puede ser alto, solo una pequeña proporción está involucrada en la reproducción.

Aquellas especies que presentan sistemas de apareamiento basados en la competencia intensa entre machos por el acceso a hembras receptivas conocido como poliginia, puede llevar a la exclusión de una gran proporción de machos del proceso reproductivo. En tales casos, un simple censo puede sobrestimar el tamaño poblacional y esconder un cuello de botella. Contar únicamente aquellos animales que participan en la reproducción sería más representativo del tamaño poblacional, número de animales conocido como población efectiva.



**Alelo**  
Forma alternativa de un gen.

## La paradoja del valor C

Debido a que los genes son los responsables de la estructura corporal, parecería perfectamente razonable que los organismos más complejos requieran un mayor número de genes. La cantidad de ADN puede ser estimada en términos de su peso molecular o en términos del número de pares de bases, llamado valor C. En términos generales, existe una relación directa entre complejidad y valor C. Por ejemplo, una bacteria procarionota como *Escherichia coli* contiene un único cromosoma (molécula de ADN) con 4,7 millones de pares de bases. Sin embargo, las algas y los hongos requieren un mínimo de 20 millones de pares de bases, y este número aumenta a 100 millones en las plantas y animales multicelulares. Para *Homo sapiens* se estima en 2,6 billones el número de pares de bases, distribuidos en 23 cromosomas.

La paradoja del valor C se hace evidente cuando se considera la cantidad de ADN solo entre los animales, y surge de la falta de una correlación clara entre la complejidad morfológica y el valor C entre diversos grupos animales. No queda claro, por ejemplo, por qué algunas especies de anfibios requerirían 100 veces más ADN que cualquier mamífero o ave, o por qué las aves y los gusanos requerirían la misma cantidad de este.

## Teoría neutral de la evolución molecular

La mayoría de la **variación genética** acumulada en forma de ADN repetitivo no codificante refleja el accionar de un proceso evolutivo azaroso. La idea de que la mayor parte de la variación en la estructura del ADN es básicamente neutra y sugerida por Kimura (1983), y ha sido llamada teoría neutral de la evolución molecular.



### Variación genética

Variación en el carácter de un organismo, resultado de una mutación o recombinación genética.

Ya que ahora se ha vuelto posible comparar la similitud de la secuencia de nucleótidos en prácticamente el genoma entero de diferentes especies, se puede estimar su tasa de cambio, y en muchos casos esta parece ser constante. En apariencia, lo anterior puede no tener sentido dada la irregularidad en la velocidad de los cambios morfológicos observados en los registros fósiles.

Sin embargo, como argumentó Kimura, esto es lo que precisamente se esperaría si las mutaciones neutrales, o casi neutrales, se dispersaran de manera azarosa en una población. Las variaciones en el ADN se pueden describir como selectivamente neutras si la información en este no se expresa en el fenotipo y no puede ser, entonces, sujeto a la selección natural. La evolución neutral choca con la visión darwiniana de que las variaciones en el **genotipo** son consecuencia de la selección natural, lo que ha originado una controversia seleccionista-neutralista.



### Genotipo

Conjunto de la información genética que porta un individuo.

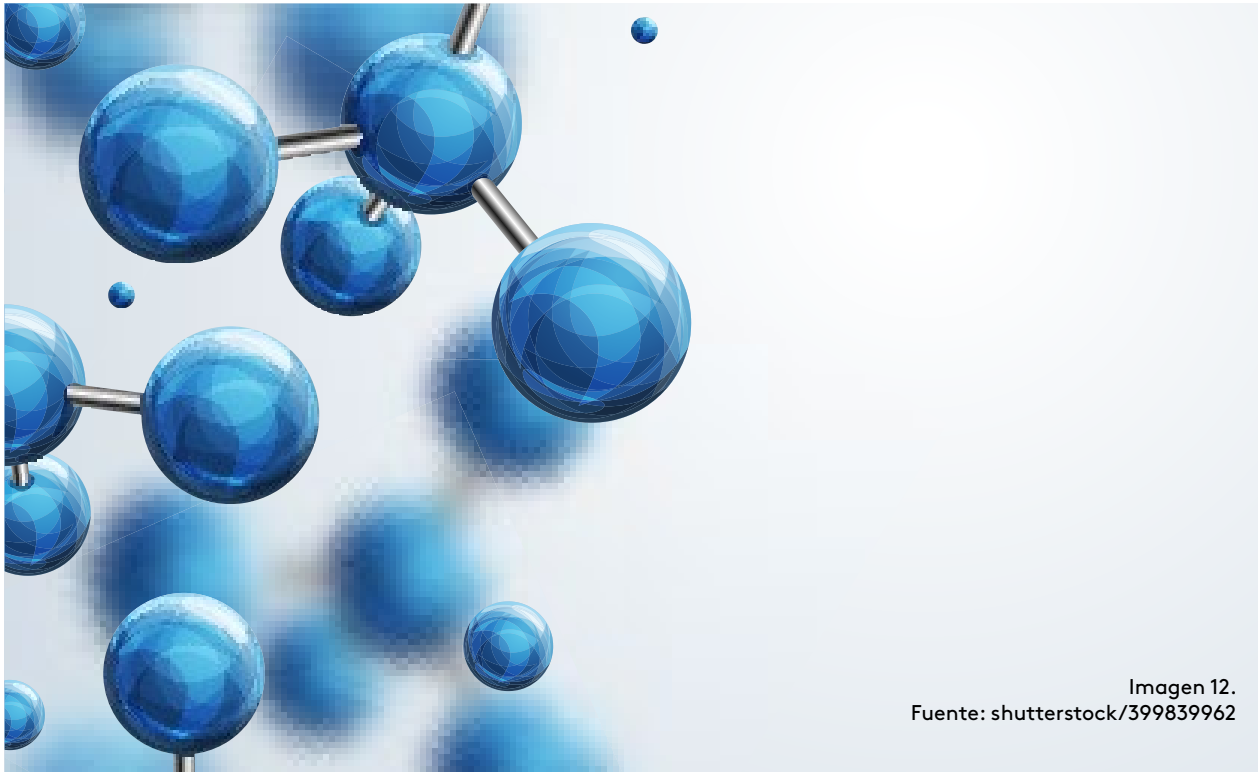


Imagen 12.  
Fuente: shutterstock/399839962

La paradoja del valor  $C$  y la evolución molecular neutral sugieren que habría una vasta cantidad de información genética sin expresarse en el pool genético de la mayoría de las poblaciones animales. Esta tiene el potencial de producir importantes cambios fenotípicos si su expresión fuese de alguna manera activada. De hecho, ha sido sugerido que la selección natural podría ser la responsable de la evolución, en los comienzos de la historia de la vida, de mecanismos que permiten la acumulación de mutaciones neutras (Sibly y Ahlquist, 1990). Según este argumento, tales mecanismos construirían una reserva de preadaptaciones, genes momentáneamente silentes que podrían expresarse fenotípicamente y ser moldeados por selección natural.

Los linajes con una gran cantidad de polimorfismos genéticos silentes tenderían a incluir individuos que podrían ser capaces de afrontar un entorno cambiante y dejar descendientes, mientras que linajes pobres en esta variabilidad genética podrían extinguirse ante el desafío del cambio.



### ¡Lectura recomendada!

*Herencia no genética, competencia lingüística, experiencia prenatal y manipulación de la conducta: aportes recientes de la neurobiología conductual y la neuropsicología a la explicación del comportamiento.*  
Andrés Felipe Reyes.

Barahona, E. A., y Piñero, D. (2010). *Genética: la continuidad de la vida*. México, D. F., México: FCE – Fondo de Cultura Económica

Papini, M. R. (2009). *Psicología comparada: evolución y desarrollo del comportamiento*. Bogotá, Colombia: Editorial El Manual Moderno.

# BIBLIOGRAFÍA

