

Sección 4 - Evolución

Evolución IV
Neodarwinismo y
Post Neodarwinismo

Universidad de Chile
Bachillerato
Biología – Sección B

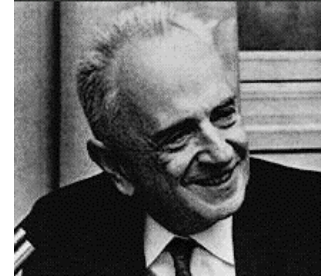
Patricia A. Berrios T. (MgCs)

Contenidos.

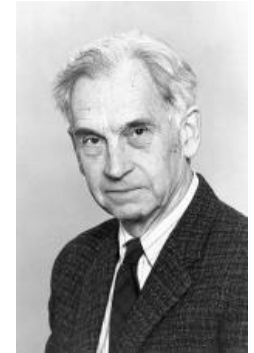
- Neodarwinismo.
 - Integración de teorías.
 - Concepto general.
 - Críticas al Neodarwinismo.
 - Visiones opuestas.
- Post Neodarwinismo.
 - Investigación actual.
- Selección grupal.
 - Concepto.
 - Conflictos de estudio.
 - Paradoja de las frecuencias.
 - Regla de Hamilton.
- Deriva Natural.
 - Consideraciones generales.

I.- Neodarwinismo.

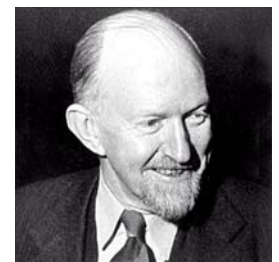
- Conocida también como **Síntesis evolutiva moderna** o **Teoría Sintética** entre otros.
- Fue propuesta, entre otros, por **Theodosius Dobzhansky**, **Ernst Mayr** y **George Simpson**, en la década de 1930 y 1940.
 - Fisher, R. (1930) *The Genetical Theory of Natural Selection*.
 - Haldane, J. B. S. (1932) *The Causes of Evolution*.
 - Wright, S. (1931) *Evolution in Mendelian populations*.
 - Dobzhansky, T. (1937) *Genetics and the Origin of Species*.
 - Mayr, E. (1942) *Systematics and the Origin of Species*.
 - Huxley, J. S. (1942) *Evolution: The Modern Synthesis*.
 - Simpson, G. G. (1944) *Tempo and Mode in Evolution*.
 - Stebbins (1950) *Variation and Evolution in Plants*.



Genetista



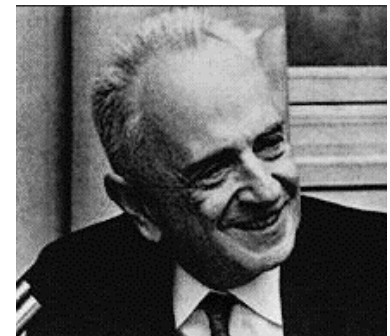
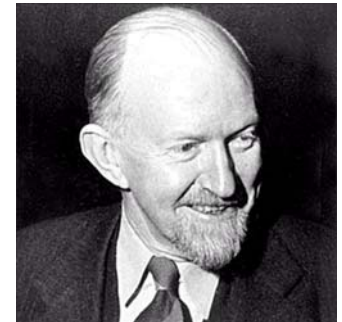
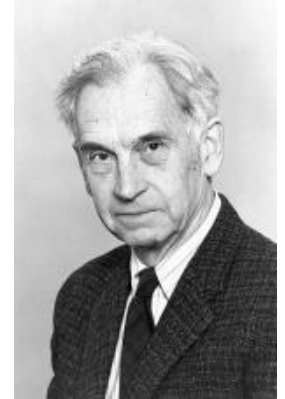
Taxónomo



Paleontólogo

Neodarwinismo.

- La **Síntesis evolutiva moderna** integra:
 - **Teoría de evolución** de las especies **por selección natural** de Charles Darwin, como mecanismo de evolución.
 - **Teoría genética** de Gregor Mendel como base de la herencia biológica.
 - La **mutación genética aleatoria** como fuente de variación.
 - La **genética de poblaciones** como modelo matemático.

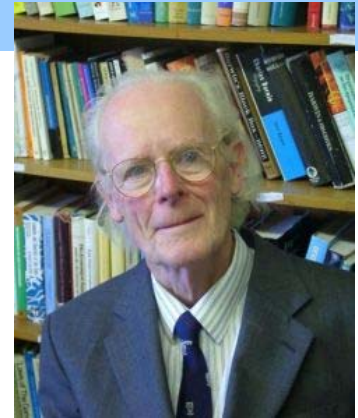


Neodarwinismo.

De acuerdo con la síntesis moderna:

- La **evolución** consiste básicamente en los cambios en la **frecuencia de alelos** entre las generaciones, como resultado de:
 - la **deriva genética**,
 - el **flujo genético** y
 - la **selección natural**.
- La **especiación** ocurre gradualmente cuando las poblaciones están **aisladas reproductivamente**, por ejemplo por barreras geográficas.

Neodarwinismo.



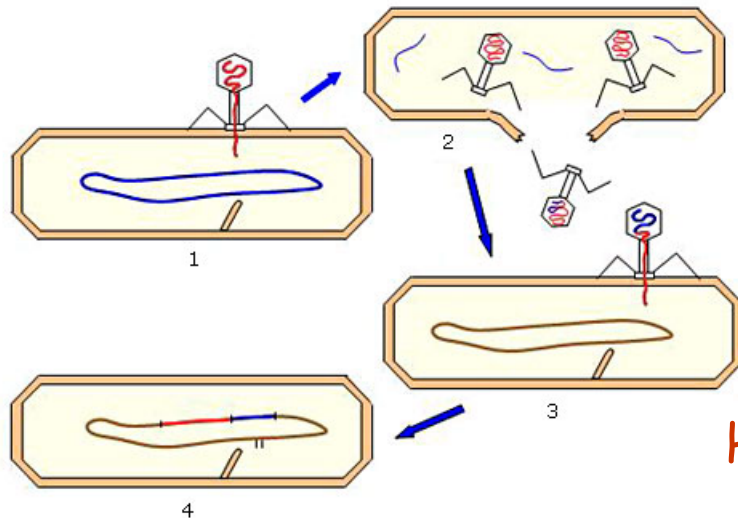
- Durante los años 60, los trabajos de **John Maynard Smith** condujeron al desarrollo de la **visión de la evolución centrada en los genes**.
- Esto permitió hacer análisis rigurosos, en muchos casos matemáticos, de fenómenos como la **selección de parentesco**, el **altruismo** y la **especiación**.

cambios en las frecuencias génicas debido a interacciones entre individuos emparentados.

Patrón de comportamiento animal en el cual un individuo pone en riesgo su vida para proteger y beneficiar a otros miembros del grupo (parientes).

Crítica al Neodarwinismo.

- Principal crítica:
 - La Teoría Sintética no explica satisfactoriamente algunos procesos biológicos, como el fenómeno de la **transferencia genética horizontal** entre los procariontas.



proceso en el que un organismo transfiere material genético a otra célula que no es descendiente → e.g. entre las bacterias.

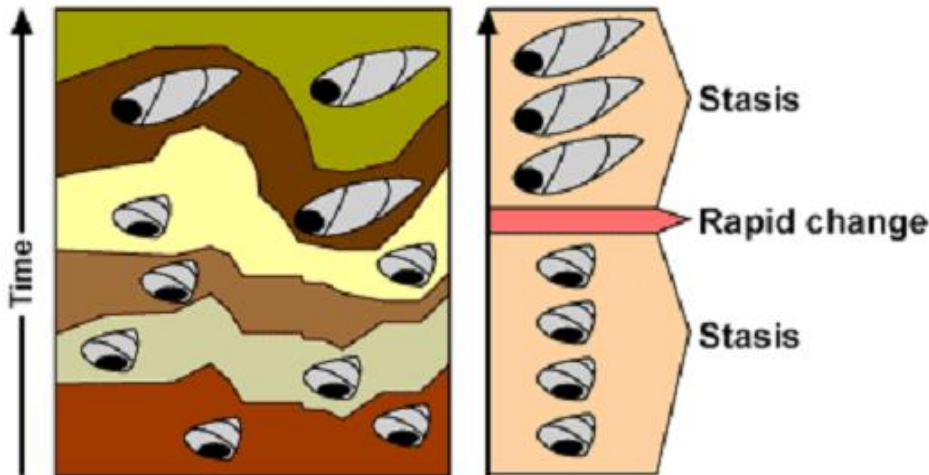
Hoy se considera un catalizador evolutivo de importancia.

Visiones opuestas al Neodarwinismo

- Los **estudios moleculares** proponen que la aparición de variaciones en el ADN (mutaciones) puede deberse en mayor grado a cierto determinismo molecular más que al azar.
- La **Teoría del Equilibrio Puntuado**, según la cual la evolución no procede gradualmente sino de manera irregular, a saltos.
- La **Teoría Neutralista**, plantea que gran parte de la variación genética en la población no está sometida a selección natural, por lo tanto, esa variabilidad es neutral.

Teoría del Equilibrio Puntuado.

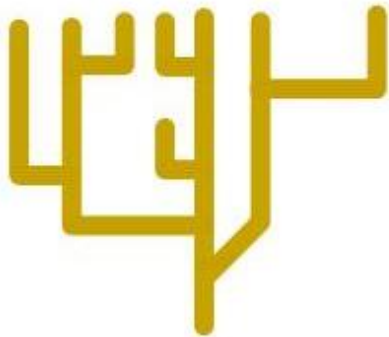
- Propuesto en 1972 por **Niles Eldredge** y **Stephen Jay Gould** (paleontólogos), se refiere al ritmo de la evolución y a su curso.
- Plantean un modelo de evolución que explica los patrones de **estasis** y **especiación** presentes en el **registro fósil**.



el registro fósil muestra que las especies aparecen repentinamente en los estratos geológicos.

Teoría del Equilibrio Puntuado.

Punctuated Equilibrium



Morphology



Phyletic Gradualism

Time

- Se produce una breve aceleración del cambio morfológico cuando una población reducida diverge de su especie original para formar una nueva.
- La **anagénesis** (cambios experimentados en un mismo linaje) y la **cladogénesis** (especiación) están relacionados causalmente.

Apoyado por Darwin y la Teoría Sintética.

El **gradualismo** consiste en que el cambio morfológico gradual se traduce en la aparición de razas y subespecies mucho antes que pueda afirmarse que aparecieron nuevas especies.

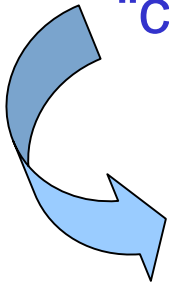
Teoría Neutralista.

- Teoría formulada por **Motoo Kimura** (botánico y matemático) en **1968**.
- La **teoría neutralista de la evolución molecular** plantea que la mayor parte de la **variabilidad genética** de una población es el **resultado de las mutaciones y la deriva génica**, y no de la **selección**.



Teoría Neutralista.

- La teoría neutral aumenta el rol y la importancia de la deriva génica → existen muchos genes (mutantes) “ciegos” a la selección natural.



si en una población existen varias **versiones diferentes de un gen** (gen mutante), lo más probable es que cada una de esas versiones sea igualmente buena realizando su trabajo; el hecho de tener la versión A o la versión B del gen **no afecta la eficacia biológica del organismo.**

en otras palabras, **gran parte de la variabilidad genética en la población es neutra.**

Teoría Neutralista.

- ¿Cuál es la probabilidad que un **gen mutante** se propague por toda la población?
 1. Para una proteína determinada, la **tasa de sustitución** de un aminoácido por otro es aproximadamente **igual** en muchas líneas filogenéticas distintas.
 2. Estas **sustituciones parecen ocurrir al azar**.
 3. La **tasa total de cambio en el ADN es muy alta**, del orden de una sustitución de una base nucleotídica por cada dos años en una línea evolutiva de mamíferos.

la mayor parte de las proteínas son polimórficas y en algunos casos sin efecto fenotípico o correlación con el ambiente.

Teoría Neutralista.

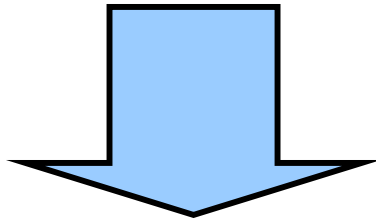
- Esta teoría **no asume** que:
 - los organismos no están adaptados a sus ambientes.
 - toda la variabilidad morfológica es neutra.
 - toda la variabilidad genética es neutra.
 - la selección natural no es importante en la conformación de los genomas.

La Teoría Neutral es considerada una especie de hipótesis "nula" a la selección natural

Una de las aplicaciones más importantes que ha tenido es el "reloj molecular"

II.- Post Neodarwinismo.

¿Son suficientes los tres mecanismos evolutivos (mutación, selección natural y aislamiento) propuestos por la teoría sintética de la evolución, para explicar cualquier fenómeno evolutivo?



¿Hay que proponer otros posibles mecanismos?

Post Neodarwinismo.

- Otras líneas de investigación planteadas en la actualidad.
1. **Eva Jablonka**. **Epigenética actual**: El ambiente puede alterar los genes por mecanismos epigenéticos tales como la metilación del ADN.
 2. **West-Eberhardt, Schlichting y Pigliucci**. **Plasticidad fenotípica**: como mecanismo explicativo de la capacidad adaptativa de los organismos, además de la selección natural.

Post Neodarwinismo.

- Otras líneas de investigación planteadas en la actualidad.
3. **Maturana.** Rol del cambio conductual no-genético en la conservación y cambio del modo de vida. El cambio en el contexto ambiental y conductual es el contexto en el que se inserta el cambio genético: “el genotipo sigue al fenotipo”.
 4. **Lynn Margulis.** **Endosimbiosis:** Las asociaciones entre seres vivos son una fuente enorme de evolución.

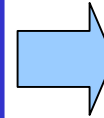
Síntesis Moderna Ampliada.



¿son teorías inclusivas?

Unidad de Selección.

Unidad de Selección → entidad biológica dentro de la jerarquía de la organización biológica que está sujeta a selección natural.



entidad cuyas propiedades causan una reproducción diferencial.

- Según la **Teoría Darwiniana**, la unidad de selección es el **organismo**.
- Según la **Teoría Sintética de la Evolución**, la unidad de selección es el **gen** (Maynard Smith).
- De acuerdo a los diferentes enfoques de la **Síntesis Moderna Ampliada**, la unidad de selección puede ser: **gen, células, organismos, grupos o especies**.

Unidad de Selección.

¿en qué medida la evolución ha sido moldeada por las presiones selectivas a estos distintos niveles?

Teoría jerárquica de la selección natural (S. J. Gould) → el mismo proceso de selección podría, en algunos casos, describirse correctamente a distintos niveles de la jerarquía biológica.

Richard Dawkins (*El gen egoísta*) → la selección no alcanza ni siquiera el nivel biológico del individuo: opera sobre los genes; el individuo constituye un envoltorio de la selección de cientos de genes egoístas que intentan perpetuarse.

III.- Selección grupal.

Selección grupal → una mezcla de individuos puede ser "seleccionada" como grupo frente a otros grupos heterogéneos de la misma especie.

El comportamiento social y la relación entre miembros del grupo (visto como súper-entidad) podría estar sometido a reglas de selección natural.

¡Incluso Darwin lo sospechaba!

Provoca cambios en las frecuencias génicas de la población debido a interacciones entre individuos emparentados.

¿dónde está el conflicto?

Selección grupal.

- La **selección darwiniana** predice que los genes de individuos no adaptados no se perpetuarán, ya que su probabilidad de reproducción es menor en la competencia por los recursos.
- De acuerdo a la **selección grupal**, la cooperación entre individuos podría generar modelos emergentes de comportamiento grupal donde **los menos adaptados contribuyen al bien del grupo** de alguna manera y por lo tanto **se perpetúan** puesto que el grupo sobrevive.



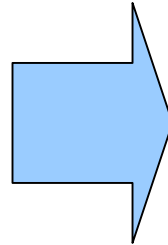
Superorganismos.

Selección grupal.

- La mejora en la aptitud del grupo puede a veces compensar la pérdida de aptitud que sufren los individuos que muestran el carácter menos favorable.



Altruismo → Patrón de comportamiento animal en el cual un individuo pone en riesgo su vida para proteger y beneficiar a otros miembros del grupo.



¡Problema!

los genes que determinan el altruismo **no pueden aumentar su frecuencia en la población**, debido a la disminución de la aptitud del individuo que los realiza.

¡Paradoja!

Selección grupal.

Solución a la paradoja → es necesario considerar el grado de parentesco entre el individuo altruista y el que recibe el beneficio de su acción.

Aptitud inclusiva → la aptitud de un individuo no depende sólo de sí mismo sino también de la aptitud de sus familiares, ya que éstos comparten con él una elevada proporción de sus genes.



Selección grupal.

¿Cuándo aumenta la frecuencia de un gen altruista en la población?

Regla de Hamilton.

$$R * B > C$$

Donde:

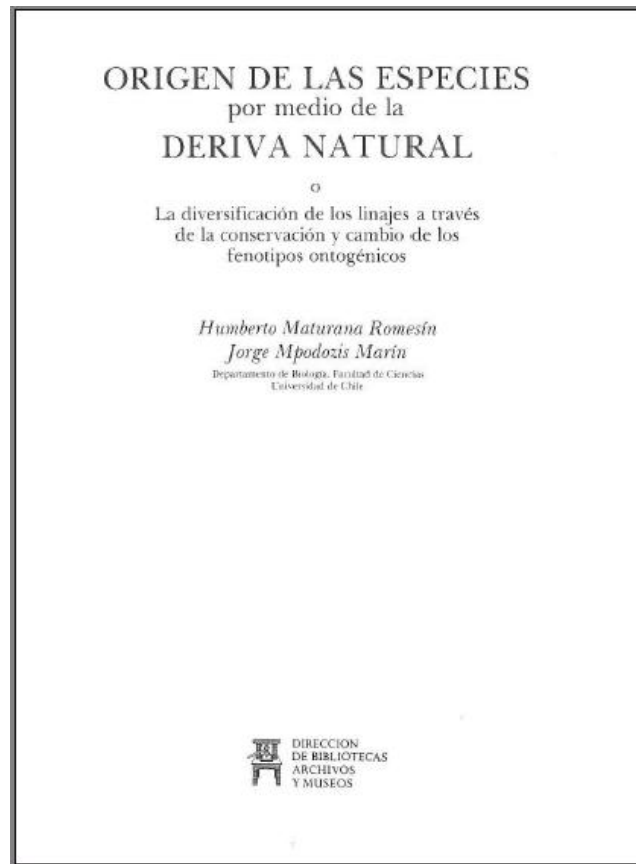
R = parentesco genético entre el receptor y el donante (altruista).

B = beneficio reproductivo adicional recibido por el receptor del acto "altruista".

C = costo reproductivo que sufre el donante.

IV.- Deriva Natural.

- Teoría propuesta por Humberto Maturana y Jorge Mpodozis, en 1992.
- Se basa principalmente en el concepto de **autopoiesis**, planteado por Maturana y Francisco Varela, en la década de los setenta .



Autopoiesis

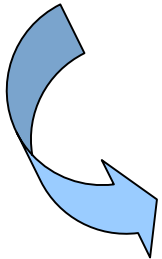
- La **autopoiesis** explica el hecho que los seres vivos son sistemas cerrados, redes circulares de producciones moleculares en que las moléculas producidas con sus interacciones constituyen la misma red que las produjo y especifican sus límites.
- Al mismo tiempo, los seres vivos se mantienen abiertos al flujo de materia y energía. Así, los seres vivos son "máquinas", que se distinguen de otras por su capacidad de **autoproducirse**.

Deriva Natural.

- **Se enfoca en el organismo mas que en la población.** La historia de los seres vivos en la Tierra es la historia del surgimiento, conservación y diversificación de linajes (fenotipos ontogénicos) y no de poblaciones.
- **No es adaptacionista.** La adaptación es considerada una constante en tanto se conserve la autopoiesis, y no puede afirmarse que mejore o aumente en la evolución.
- **La selección natural no dirige la evolución,** es una consecuencia del cambio estructural en el organismo y/o el ambiente.

Deriva Natural.

- El medio no es solo un colador, sino un nicho ontogénico y fuente de cambios fenotípicos → Relación fenotipo ontogénico/nicho ontogénico.
- Epigenesis → El desarrollo no está determinado en los genes, es la conducta, y no la genética, el factor central que guía el curso de la historia de los sistemas vivos. Se utiliza la noción de un campo epigénico.



Distintos genotipos pueden dar lugar al mismo fenotipo, y el mismo genotipo puede dar lugar a distintos fenotipos.