

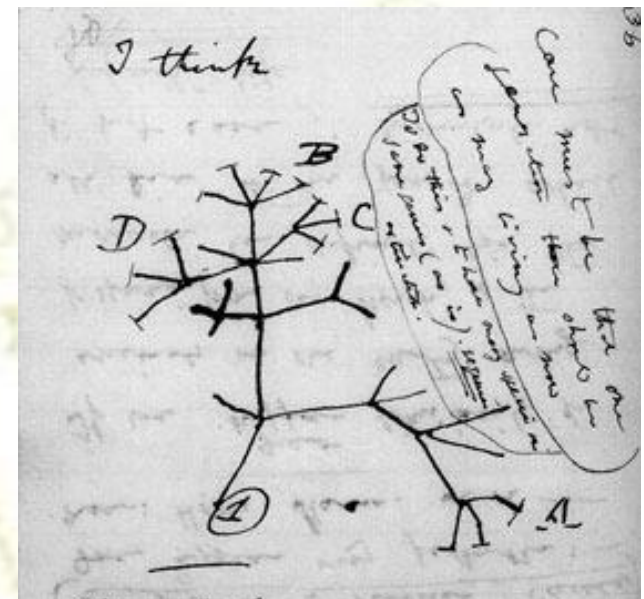
Curso de Evolución 2021

Facultad de Ciencias

Montevideo, Uruguay

<http://eva.fcien.udelar.edu.uy/>

<http://evolucion.fcien.edu.uy/>



Tema 1. Historia de las ideas evolucionistas. Lamarck. Darwin. Mutacionismo. Seleccionismo. Teoría sintética. Tendencias actuales en evolución.

## ¿Evolución o creacionismo?

¿Cómo es posible que el evolucionismo encuentre tanta resistencia, al punto que el creacionismo es una fuerza visible en muchas sociedades modernas? La evolución no es intuitiva ni evidente, pero tampoco lo son la mayoría de las teorías científicas, que sin embargo generan mucho menos rechazo. La principal causa histórica de la resistencia a la evolución radica en su contraposición al relato bíblico de la creación o relatos análogos de otras religiones, que se presentan como dogmas superiores.

En parte, la historia de la ciencia moderna ha sido la de la afirmación de un ámbito de comprensión del mundo que nos rodea basado en el razonamiento y la evidencia empírica, sin subordinación a una verdad de orden superior. La teoría de la evolución ofende al ser humano en la medida en que ofende a sus dioses, y al mismo tiempo cuestiona el lugar central del humano en el universo que éstos le confieren.

## El legado del siglo XIX

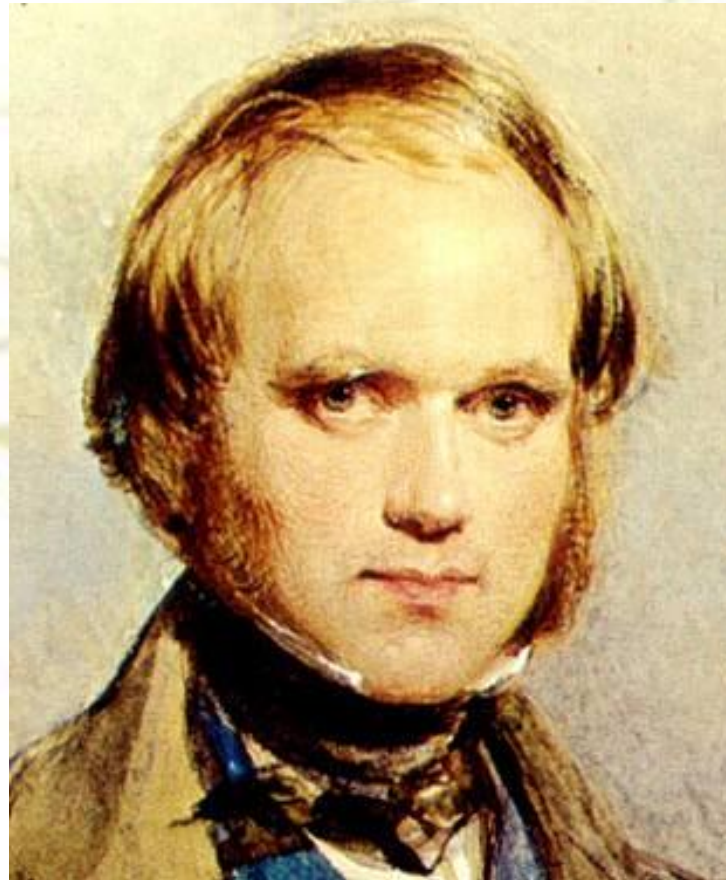
El “lamarckismo”:

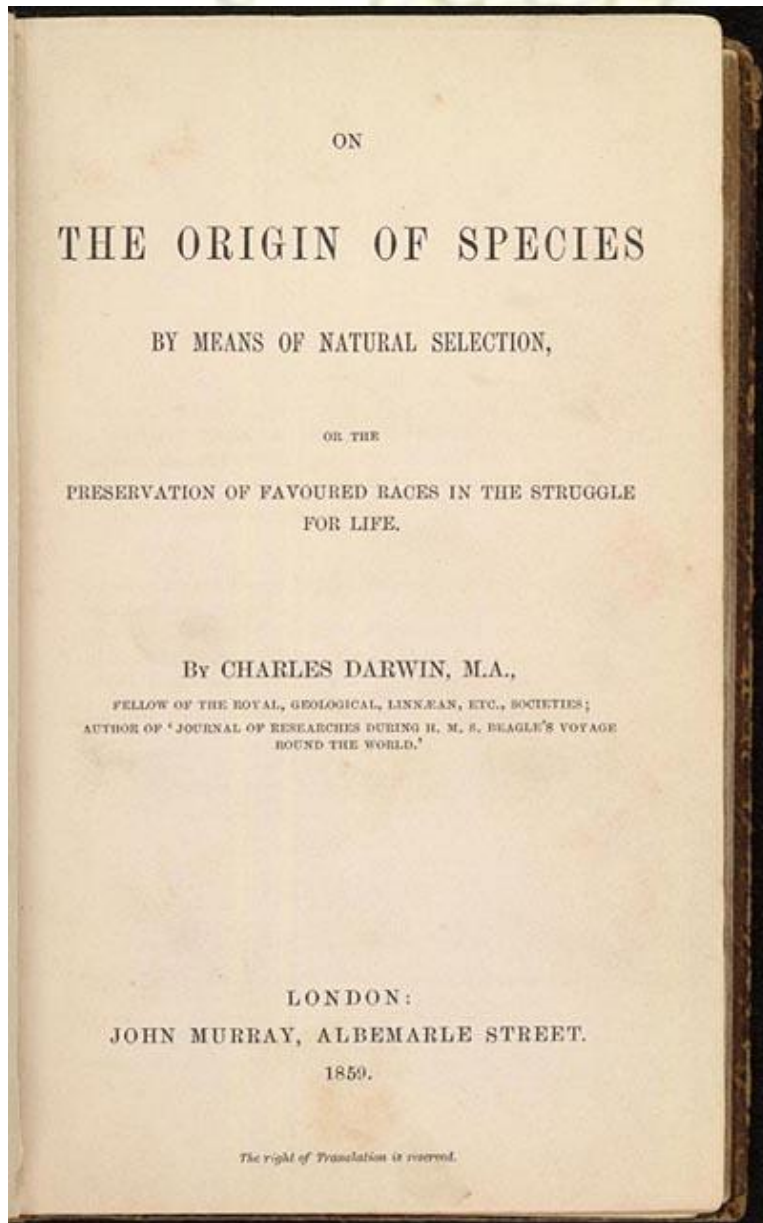


Jean Baptiste de Lamarck

- Primera teoría consistente, aunque no exclusivamente científica, de la evolución.
- Tendencia interna a la perfección. Ligada al vitalismo.
- Herencia de los caracteres adquiridos.  
Hipótesis científica.

# **Darwin** y la evolución hoy





## **Fechas importantes:**

- noviembre de 1809. Lamarck: “Filosofía zoológica”
- 12 de febrero de 1809. Nace Charles Darwin
- 24 de noviembre de 1859. Darwin: “El origen de las especies”

# El viaje del *Beagle* (1831-1836)





## ¿Apurado, yo?

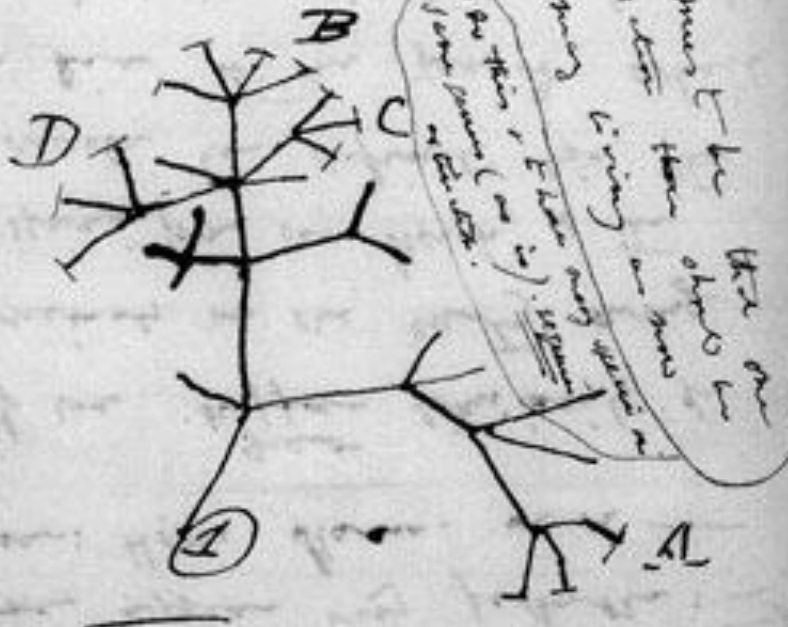
- Darwin ya había completado su teoría en 1838, y redactado una primera versión de “El origen” en 1840-1842.
- Sin embargo:
  - el primer adelanto se presentó en 1858, junto con el trabajo de Alfred Russell Wallace sobre la selección natural
  - en 1859, Darwin acepta publicar “una versión resumida” de su teoría: “El origen de las especies.”
  - Darwin continuó publicando obras importantes, pero la “versión final” de “El origen” jamás se completó.

# La (r)evolución darwiniana

- Primera teoría consistente, unificadora, y exclusivamente científica de la evolución.
- Concepto de evolución: “descendencia con modificación”. Contrapunto entre continuidad y cambio.
- La evolución como fenómeno: consolidación y unificación de la biología en torno al mismo.
- La unidad de la vida: origen común, diversificación a partir de ancestro común.
- Ritmo de la evolución: el gradualismo.
- Mecanismos de la evolución: la selección natural (papel privilegiado, aunque no excluyente).



I think



Can you see the difference between the living and the fossil? Do you think it is the same? (see the note on the left side of the tree.)

There is between A & B. various sort of relation. C + B. The first predation, B & D rather greater distinction than former would be formed. - bearing relation

## ¿El primer árbol filogenético? (parentesco entre especies)

- posiblemente (julio de 1837)
- pero es sobre todo un modelo conceptual de cómo la **variación poblacional** se conecta con la **divergencia** entre especies.
- **Ruptura con el esencialismo** y “pensamiento poblacional”: la variación deja de ser “ruido” que oscurece la esencia de las especies, y pasa a ser la base misma de la evolución y sus resultados, la diversidad y la adaptación.

# Contenido de “El origen de las especies”

1. Variación bajo domesticación.
2. Variación en la naturaleza.
3. Lucha por la existencia.
4. Selección natural.
5. Leyes de variación.
6. Dificultades de la teoría.
7. Instinto.
8. Hibridación.
9. La imperfección del registro fósil.
10. La sucesión geológica de seres vivos.
11. Distribución geográfica.
12. Distribución geográfica (continuación).
13. Afinidades entre los seres vivos: morfología, embriología, órganos rudimentarios.
14. Síntesis y conclusión.

## La selección natural, como proceso, ocurre si y sólo si:

- Existe variación fenotípica (forma, tamaño, coloración, etc.) entre individuos.
- Dicha variación es, al menos en parte, heredable.
- Existe una relación causal (probabilística) entre dicha variación y el éxito reproductivo de los individuos.

## **Darwin, en *El Origen de las Especies* (1859) :**

*“Como nacen muchos más individuos de una especie que los que posiblemente pueden sobrevivir, habrá entre ellos una recurrencia frecuente a la lucha por la existencia, que permite que cualquier ser, aunque varíe poco en cualquier manera que le sea beneficioso, bajo condiciones de vida complejas y a veces cambiantes, tendrá una mejor chance de sobrevivencia, y por lo tanto, será naturalmente seleccionado. Dado el fuerte principio de la herencia, cualquier variedad seleccionada tenderá a propagarse en su forma nueva y modificada”*

# ¿Fue Darwin el propulsor de una revolución científica?

## Criterio histórico (Bernard I. Cohen)

- Transformación radical (cambio de paradigma, en el sentido de Thomas Kuhn).
- Magnitud: afecta a una gran disciplina, no a un campo específico; nuevo marco de referencia científico.
- Impacto científico y social: cambia nuestra visión del mundo.
- Persistencia: resiste el paso del tiempo.
- Percepción personal del carácter revolucionario de la propuesta.

# Destino de las principales ideas de Darwin

- La evolución como fenómeno
- Proceso de diversificación a partir de ancestros comunes
  - se consolidó su aceptación a fines del siglo XIX
- Gradualismo
- Selección natural
  - aceptados (con matices) hacia 1940-1950

# Destino de las principales ideas de Darwin

- Papel del azar: el “dios darwiniano” juega a los dados
- Sigmund Freud: “el amor ingenuo del hombre a sí mismo ha recibido tres golpes principales de parte de la ciencia: ... la tierra no es el centro del universo... Darwin destruyó su supuesto lugar privilegiado en la creación... y la investigación psicológica... busca probar que su ego no es ni siquiera patrón de sí mismo”
- Generalización del evolucionismo: en lingüística, cosmología, etc., etc.

## **Weissmann:**

- Línea somática versus línea germinal.
- Inviabilidad de la herencia lamarckista.

## **Mendel: el gran ignorado en el siglo XIX:**

- El modelo mendeliano.
- La herencia particulada.





1891 Weismann rechaza la herencia de los caracteres adquiridos

1866 Mendel publica sus resultados

1859 Darwin: El origen de las especies

1830 Lyell: Principios de la geología

1809 Lamarck: Filosofía zoológica

1798 Malthus: Ensayo sobre el principio de población

## El redescubrimiento de la genética a principios del siglo XX:

- Aparente contradicción entre gradualismo y herencia particulada.
- El mutacionismo de de Vries y Goldschmidt.



Richard Goldschmidt



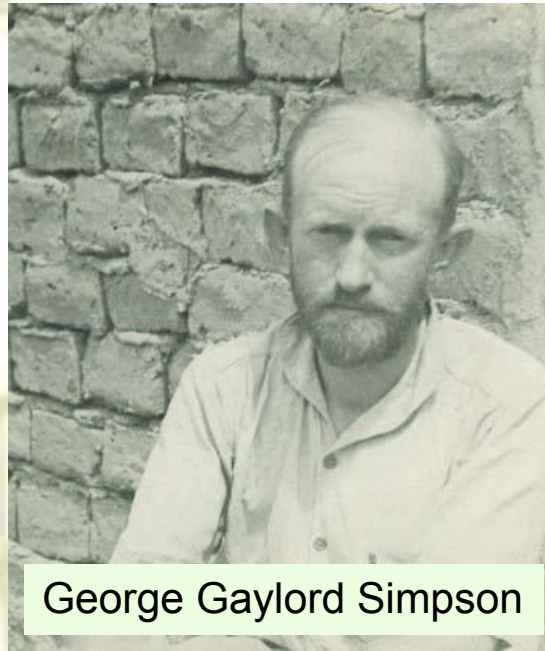
Hugo de Vries

## La teoría sintética generada entre 1920 y 1945:

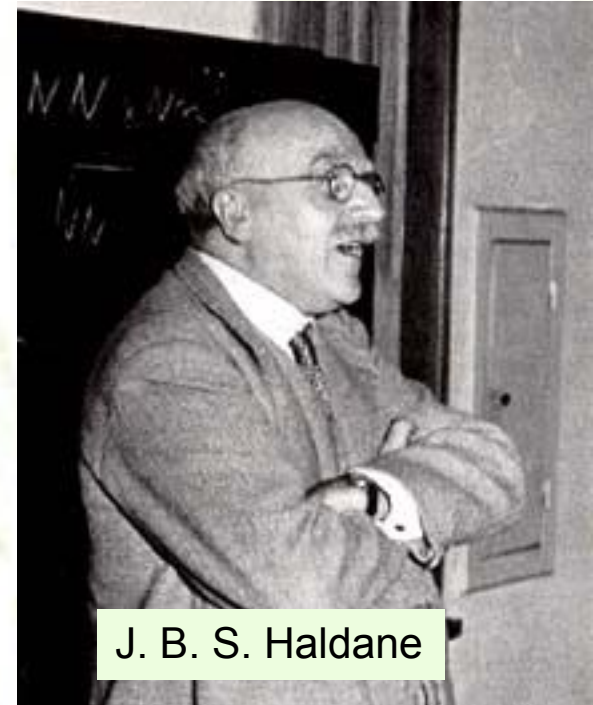
- Modelos formales de evolución: Fisher, Wright, Haldane
- La genética de Dobzhansky: de la variación al azar a los polimorfismos balanceados.
- La sistemática de Mayr: especie y especiación, selección, genotipo y fenotipo.
- La paleontología de Simpson: el registro fósil como testigo antivitalista y antisaltacionista .
- “Los genes mutan, los organismos son seleccionados, las especies evolucionan.”



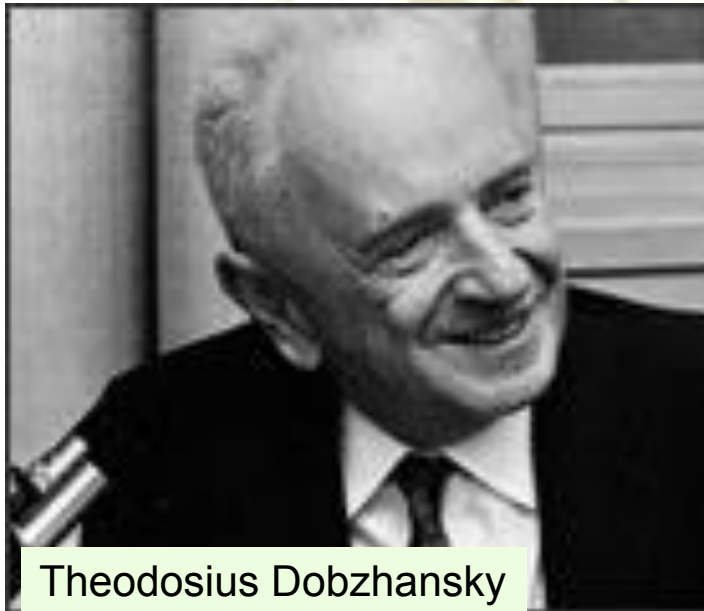
Ronald Fisher



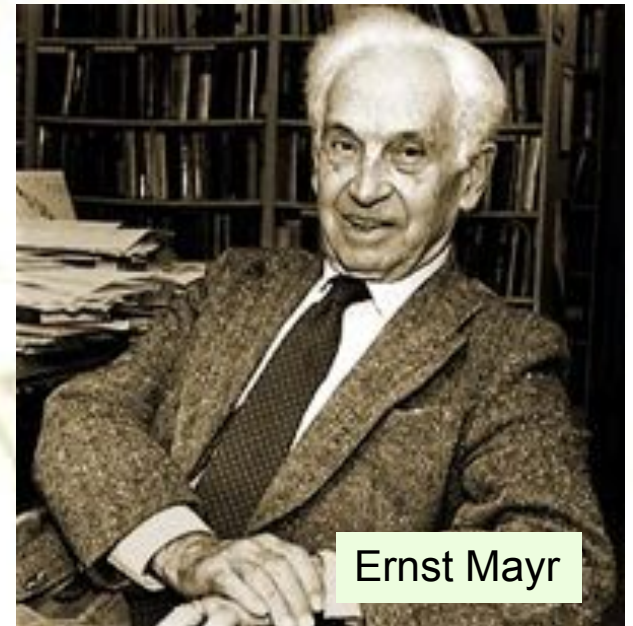
George Gaylord Simpson



J. B. S. Haldane



Theodosius Dobzhansky



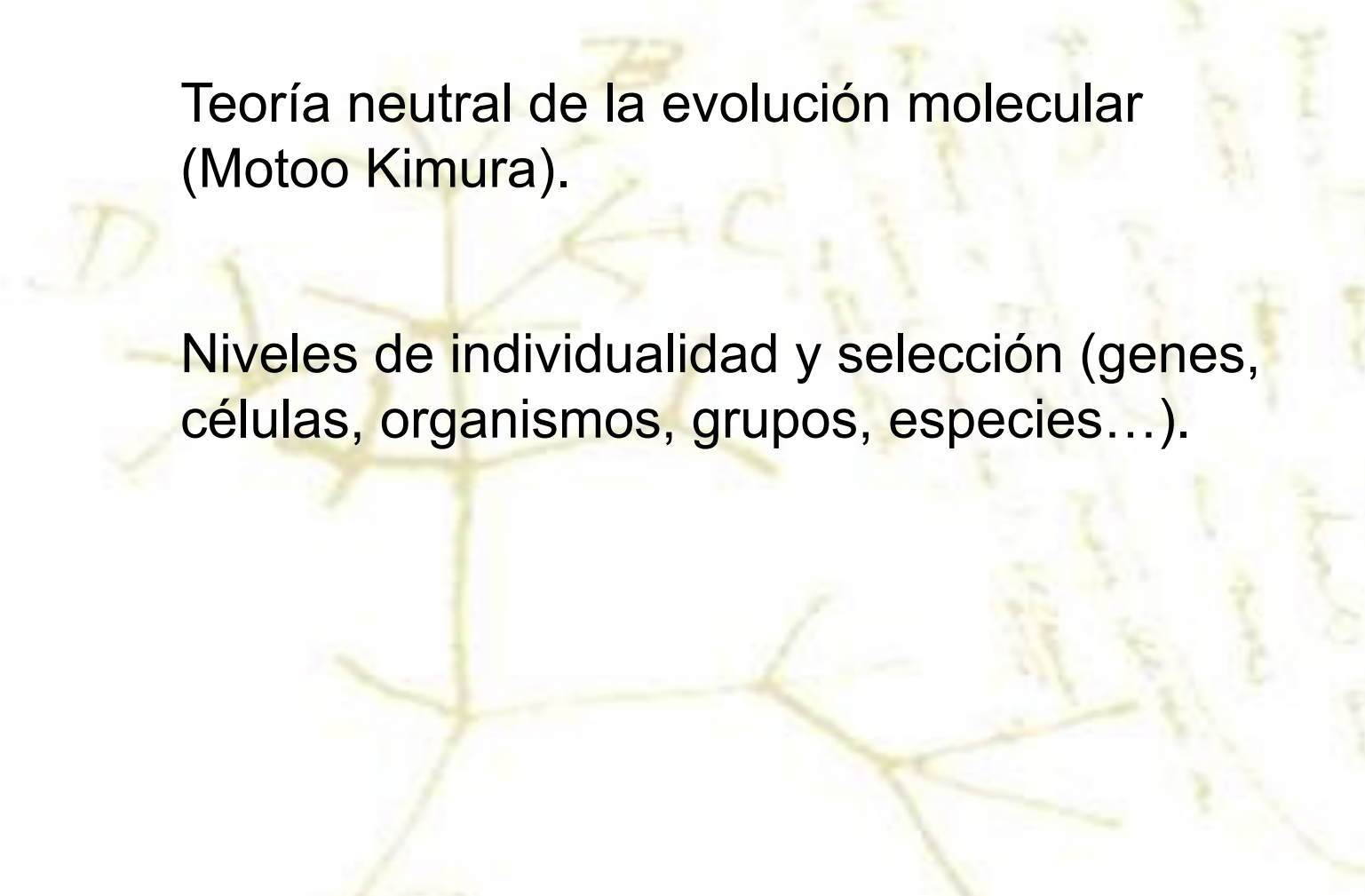
Ernst Mayr

I think

## Algunos desarrollos desde la consolidación de la síntesis neodarwinista:

Teoría neutral de la evolución molecular  
(Motoo Kimura).

Niveles de individualidad y selección (genes, células, organismos, grupos, especies...).



## Otros desarrollos importantes:

- Filogenias: métodos filogenéticos; la filogenia como marco explícito de estudio de la evolución



Willi Hennig

1891 Weismann rechaza la herencia de los caracteres adquiridos

1866 Mendel publica sus resultados

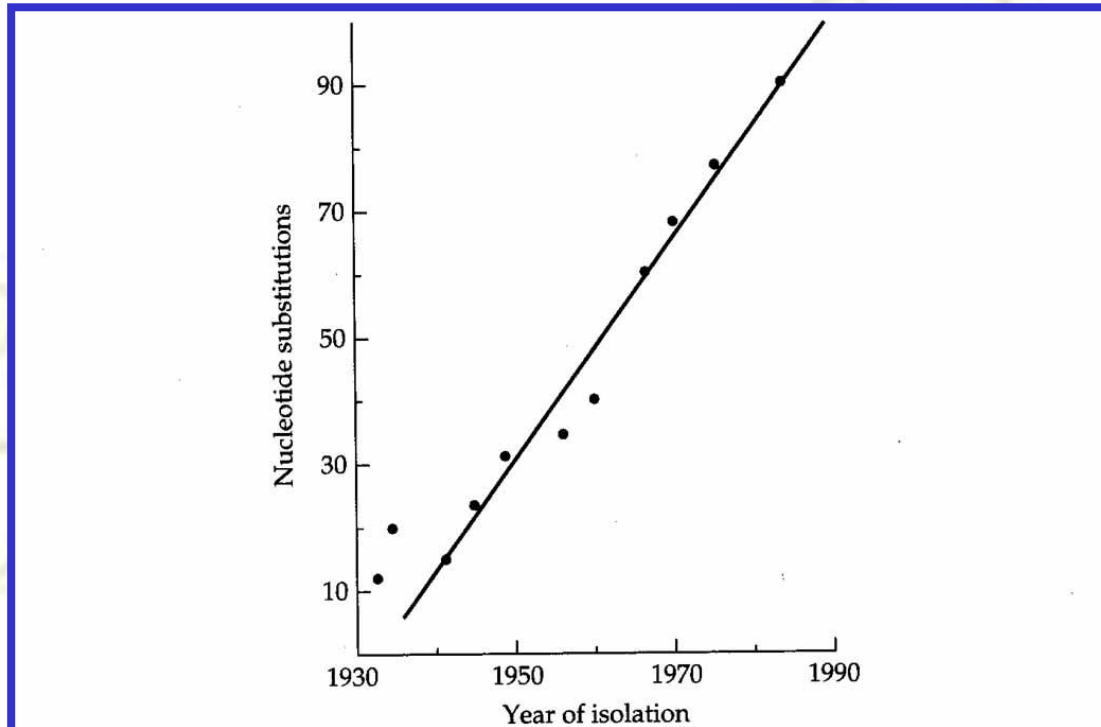
1859 Darwin: El origen de las especies

1830 Lyell: Principios de la geología

1809 Lamarck: Filosofía zoológica

1798 Malthus: Ensayo sobre el principio de población

# Evolución en tiempo real 1: virus de la gripe



**Figure 8.9** Molecular evolution in the NS genes of influenza virus determined from strains isolated and stored during the past 60 years. The total rate of evolution in the 890-nucleotide sequence averages  $1.73 \pm 0.08$  nucleotide substitutions per year, and the rate is remarkably uniform. (From Buonagurio et al. 1986.)

<https://nextstrain.org/zika?c=region>



I think

# Evolución en tiempo real 2: pinzones de Darwin

D

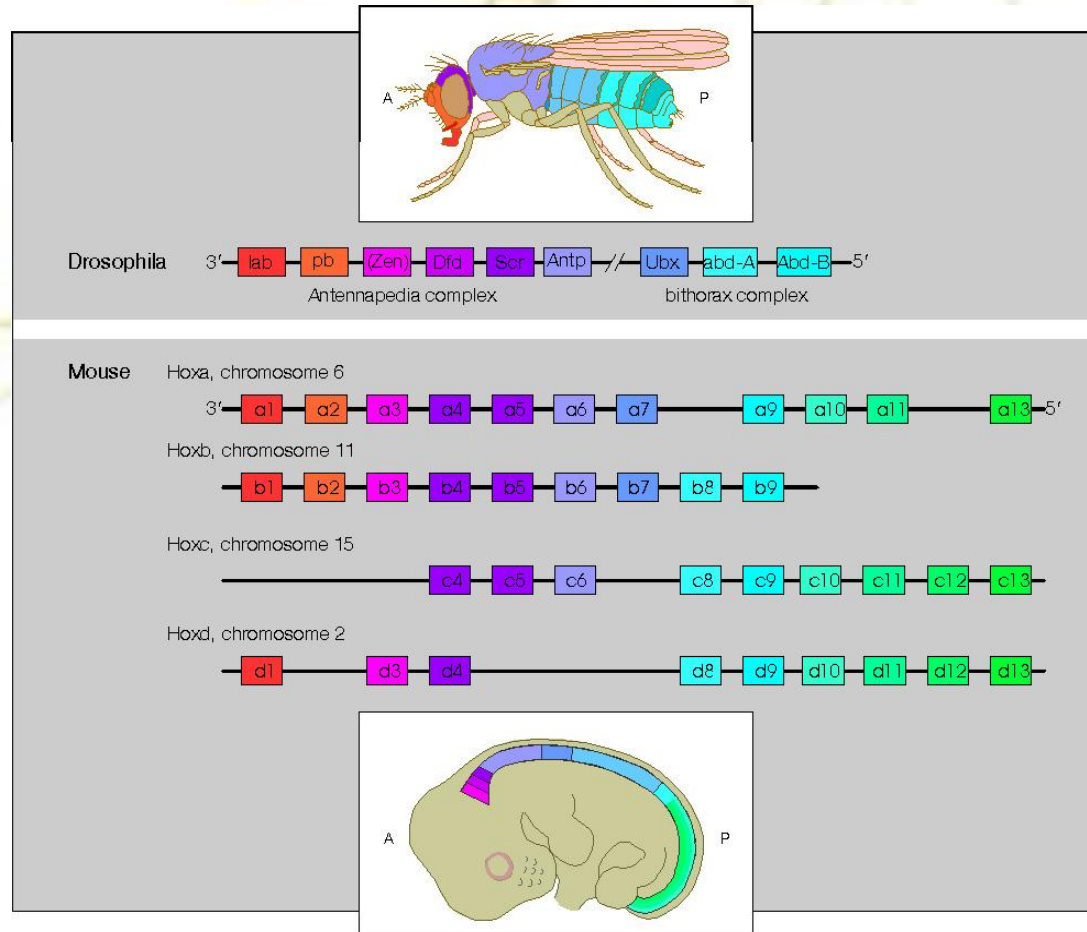
Variación fenotípica  
Hereditabilidad  
Relación con éxito reproductivo

D



*G. fortis*

# Unidad y diversidad: genes reguladores de embriones de vertebrados e insectos



# Unidad y diversidad:

del código genético universal a sus 17 variantes

		Primera letra					
		U	C	A	G		
Segunda letra	U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	Tercera letra	U
		UUC } Leu	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys		C
		UUA } Leu	UCA } Ser	UAA Stop	UGA Trp		A
		UUG } Leu	UCG } Ser	UAG Stop	UGG Trp		G
Segunda letra	C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	Tercera letra	U
		CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg		C
		CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Gln	CGA } Arg		A
		CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg		G
Segunda letra	A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	Tercera letra	U
		AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser		C
		AUA } Met	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA Stop		A
		AUG } Met	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG Stop		G
Segunda letra	G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	Tercera letra	U
		GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly		C
		GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gly		A
		GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly		G

1972 Eldredge-Gould: equilibrios puntuados y macroevolución

1968 Kimura: teoría neutral de evolución molecular

1953 Watson-Crick: doble hélice

1920- 1940 Teoría sintética

1900 Mendelismo redescubierto

2003. Genoma humano

1990. Woese: tres dominios del árbol de la vida

1982. Kingman: el coalescente

1980. Nüsslein-Volhard y Wieschaus: genes *hox*

## La evolución hoy:

- Transformación permanente:
  - la teoría de la evolución parece mantener su núcleo esencial, pero se transforma al asimilar e iluminar los nuevos desarrollos en diferentes áreas de la biología.
- En mi lista de “destacados”:
  - epigenética y evolución
  - evolución de la regulación génica
  - evolución de la complejidad
  - competencia y cooperación en evolución

# Nuestra visión del mundo después de incorporar el evolucionismo

- 1) Un universo que evoluciona (cosmología, geología, biología, lingüística).
- 2) Diseño sin diseñador.
- 3) Ser humano no es el centro del universo.
- 4) Papel del azar (y de la selección natural)
- 5) Aplicaciones de la evolución:
  - (Premio Nobel en Química 2018; Frances Arnold): enzimas optimizadas por selección natural.
  - Evolución de algoritmos por selección.
  - Enfermedades infecciosas emergentes (covid19): evolución de variantes, evolución de anticuerpos



© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud

*I think*

*“Hay grandeza en esta concepción según la cual la vida, con sus diferentes fuerzas, ha sido alentada por el Creador en un reducido número de formas o en una sola, y ... mientras este planeta ha ido girando según la constante ley de la gravitación, se han desarrollado y se están desarrollando, a partir de un principio tan sencillo, una infinidad de las formas más bellas y portentosas.”*

**Charles Darwin, 1859. *El origen de las especies.***