

Introducción

Carga Horaria: 80 horas (50 horas teóricas y 30 prácticas)

Requisitos de cursado (licenciatura):

Aprobadas: Biología Molecular B201, Biología Animal B205 y Biología Vegetal B204.

Regularizadas: Genética B 202 y Ecología B208.

Clases: L y J 16-19hs

Lugar: Aula 309, sala de computación

Contacto: Rodrigo Pol, rpol@mendoza-conicet.gov.ar

Laura García, lauraevgarcia@gmail.com

Horarios de consulta: después de clase o mediante cita

Sitio web del curso: Evolución en “Aula virtual” de la FCEN

Evolución (B209). Curso 2017

El curso es teórico-práctico. Las actividades incluyen clases teóricas, discusión de artículos científicos y capítulos de libros, seminarios y trabajos prácticos.

Metodología de Evaluación

2 Exámenes parciales (con recuperatorio*)

1 Proyecto de investigación sobre “Adaptación”
(2 instancias de revisión; informe escrito + presentación oral)

Trabajos Prácticos (participación y evaluación)

Seminarios y discusión de papers (participación)

Evolución (B209). Curso 2017

Condiciones para promocionar

TPs con eval. aprobados (no recuperables)

2 Parciales $\geq 75\%$ (**1 recuperatorio**)

Proyecto de Investigación $\geq 75\%$

Nota global = 2 parciales (35% c/u) + Proyecto (30%) $\geq 75\%$

Asistencia clases 80%

Condiciones para regularizar

TPs con eval. aprobados (no recuperables)

2 Parciales $\geq 60\%$ (**2 recuperatorios**)

Proyecto de Investigación $\geq 60\%$

Nota global = 2 parciales (35% c/u) + Proyecto (30%) $\geq 60\%$

Asistencia clases 80%

Evolución (B209). Curso 2017

Alumnos no regulares (Examen libre)

Una semana antes del examen los alumnos deberán presentar un informe de todos los TPs y el Proyecto de investigación sobre adaptación. La aprobación de esta instancia es requisito para pasar al examen escrito.

Examen escrito teórico-práctico exhaustivo (equivalente a los dos parciales). Su aprobación es requisito para pasar al examen oral.

Examen oral: los alumnos deberán demostrar conocimiento de los artículos analizados en los seminarios y trabajos prácticos. Además se evaluarán aspectos centrales de la materia que hayan quedado poco claros o confusos en las anteriores instancias de evaluación.

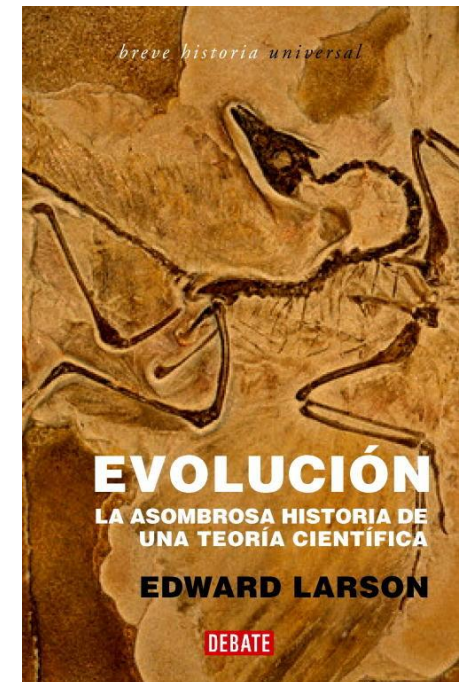
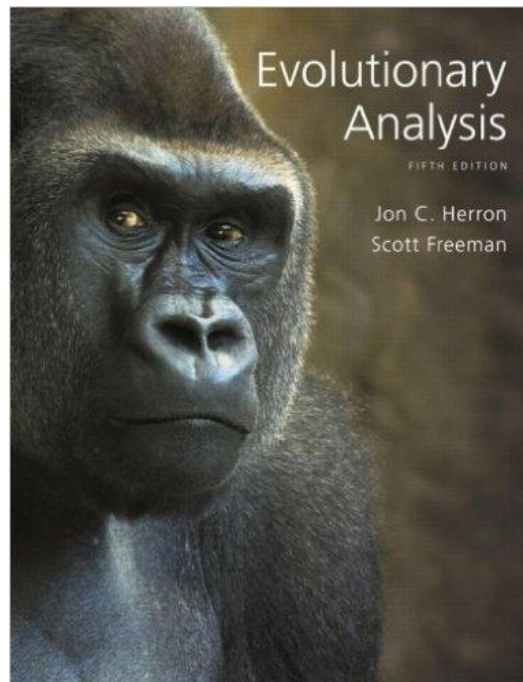
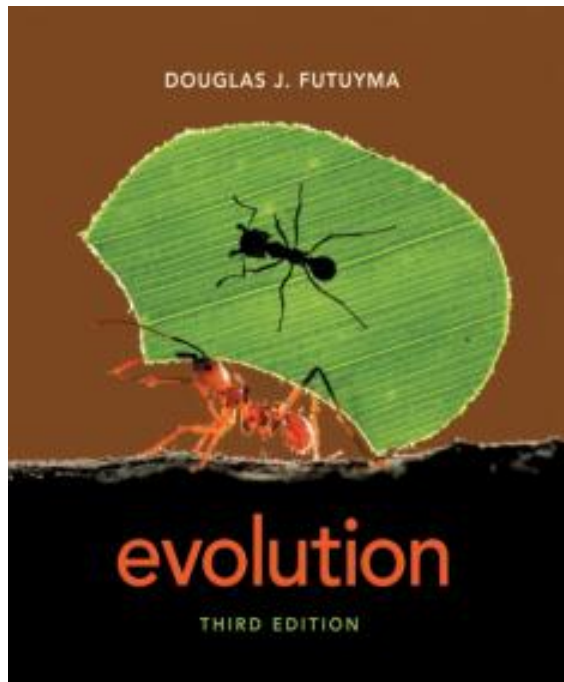
Evolución (B209). Curso 2017

Bibliografía

Futuyma DJ. (2005). Evolution. Second Printing. Sinauer.

Herron JC & Freeman S (2014). Evolutionary Analysis. Fifth Edition. Pearson.

Larson EJ. (2007). Evolución. La asombrosa historia de una teoría científica. Debate.



Prof.	Fecha	Lugar	Temas	TPs y Seminarios
R	L 7/8	A 409	Introducción + Desarrollo de las ideas evolutivas	
R	J 10/8	A 409	Darwinismo	TP1 Larson1
R	L 14/8	A 409	Críticas al Darwinismo + Revisión y entrega de informe TP1	TP1 Larson1 c/eval = informe
R	J 17/8	A 409	Genética. Síntesis y Selección Natural	Marone y Lopez de Casenave 2009
	L 21/8		Feriado	
R	J 24/8	A 409	Genética de Poblaciones. Variabilidad	
L	L 28/8	A 409	Eq. Hardy-Weinberg	TP2 Problemas Eq H-W
R	J 31/8	A 409	Factores de Evolución: Deriva génica, Mutaciones, SN, Flujo génico	Grant & Grant (2009) c/eval = cuestionario
L	L 4/9	Sala computación	Factores de Evolución	TP3 Deriva y Selección Natural
L	J 7/9	Sala computación	Migraciones, Endogamia	TP4 Estruct. Pobl. y Flujo génico
RL	L 11/9	A 409	Bases biológicas de las Síntesis y nuevos desafíos	Defensa de artículos TP5 c/eval = presentación oral
R	J 14/9	A 409	Selección Natural y Selección Sexual + Consulta	Mayr (2006)
	L 18/9	A 409	Parcial 1	
R	J 21/9	A 409	Especie y Especiación	Consulta proyecto de investigación en adaptación
R	L 25/9	A 409	Evolucionismo y Sociedad I	Dupré (2006)
L	J 28/9	A 409	Evo-devo	Entrega borrador proyecto de investigación en adaptación
C	L 2/10	A 409	Epigenética y Evolución	Seminario Dr. Carlos Marfil (a confirmar)
R	J 5/10	A 409	Evolucionismo y Sociedad II	TP6 Larson2
	L 9/10		Feriado	
R	J 12/10	A 409	Co-evolución. El Hombre como presión de selección	Palumbi (2001) c/eval = cuestionario
P	L 16/10	A 409	Ecología Evolutiva	Seminario Dra. Paola Sassi (a confirmar)
R	J 19/10	A 409	Altruismo y evolución o Evolución humana	Paper a definir
	L 23/10		Sin clases	
	J 26/10		Sin clases	
	L 30/10	A 409	Investigación sobre adaptación y evolución	Presentación y entrega proyecto de investigación en adaptación
R	J 2/11	A 409	Repaso y Consulta	
	L 6/11	A 409	Parcial 2	
	J 9/11	A 409	Recuperatorios Parciales 1 y 2	

Evolución (B209). Curso 2017

Programa vigente (2015)

Tema 1. El 'evolucionismo' como perspectiva

Tema 2. Historia del pensamiento evolutivo.

Tema 3. Tópicos de Genética pertinentes al pensamiento evolutivo.

Tema 4. Deriva genética, mutaciones, flujo génico y evolución. El papel de la contingencia.

Tema 5. Selección natural, adaptación y evolución.

Tema 6. Especie y especiación

Tema 7. Realidad histórica de la evolución: patrones de cambio.

Tema 8. Evolución en las distintas disciplinas biológicas

Tema 9. Tópicos filosóficos y aspectos sociológicos adicionales sobre la evolución

¿Qué es la evolución?

evolución.

(Del lat. *evolutio*, -*ōnis*).

1. f. Acción y efecto de evolucionar.

2. f. Desarrollo de las cosas o de los organismos, por medio del cual pasan gradualmente de un estado a otro.

3. f. **evolución biológica.**

4. f. Movimiento de una persona, animal o cosa que se desplaza describiendo líneas curvas. U. m. en pl.

5. f. Movimiento que hacen las tropas o los buques, pasando de unas formaciones a otras para atacar al enemigo o defenderse de él.

6. f. Mudanza de conducta, de propósito o de actitud.

7. f. Desarrollo o transformación de las ideas o de las teorías.

8. f. Cambio de forma.

9. f. *Fil.* Doctrina que explica todos los fenómenos, cósmicos, físicos y mentales, por transformaciones sucesivas de una sola realidad primera, sometida a perpetuo movimiento intrínseco, en cuya virtud pasa de lo simple y homogéneo a lo compuesto y heterogéneo.

~ **biológica.**

10. f. Proceso continuo de transformación de las especies a través de cambios producidos en sucesivas generaciones.

¿Qué es la evolución?

evolución.

(Del lat. *evolutio*, -*ōnis*).

1. f. Acción y efecto de evolucionar.

2. f. **Desarrollo** de las cosas o de los organismos, por medio del cual **pasan** gradualmente de un estado a otro.

3. f. **evolución biológica.**

4. f. **Movimiento** de una persona, animal o cosa que se desplaza describiendo líneas curvas. U. m. en pl.

5. f. **Movimiento** que hacen las tropas o los buques, pasando de unas formaciones a otras para atacar al enemigo o defenderse de él.

6. f. **Mudanza** de conducta, de propósito o de actitud.

7. f. Desarrollo o **transformación** de las ideas o de las teorías.

8. f. **Cambio** de forma.

9. f. *Fil.* Doctrina que explica todos los fenómenos, cósmicos, físicos y mentales, por **transformaciones** sucesivas de una sola realidad primera, sometida a perpetuo movimiento intrínseco, en cuya virtud pasa de lo simple y homogéneo a lo compuesto y heterogéneo.

~ **biológica.**

10. f. Proceso continuo de **transformación** de las especies a través de cambios producidos en sucesivas generaciones.

Evolución biológica

Cambio en los seres vivos a lo largo del tiempo

Cambio de las propiedades de las poblaciones de organismos o grupo de poblaciones, a lo largo de las generaciones

“Descendencia con modificación”

Poblaciones + Variabilidad + Heredabilidad + Cambios en proporciones

...pero **No** todos los tipos de cambio biológico son evolutivos

En biología, el desarrollo de un individuo desde su nacimiento hasta su muerte (ontogenia) no es considerado evolución.

Antecedentes sobre la transmutación



(Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier)

Georges Cuvier
1769 - 1832

La historia moderna de la teoría científica de la transmutación o evolución empieza con Cuvier, *aunque fue uno de sus más firmes enemigos.*

Testigo e inicialmente simpatizante de la Revolución Francesa (1789), se opuso al Régimen del Terror. En 1795, con la República, fue nombrado ayudante en el Museo de Historia Natural de París, donde comenzó una carrera meteórica...



Rebasar los límites del tiempo: inferencias sobre el pasado

Autoridad en anatomía comparada

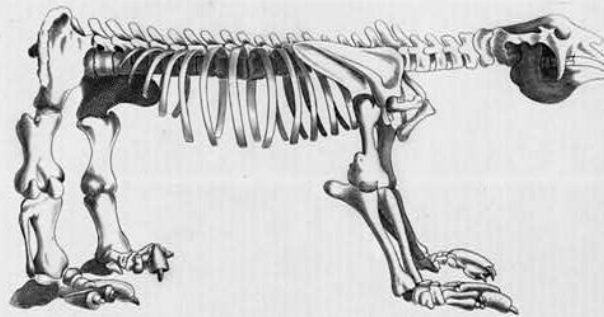
La función de una estructura animal determina su forma. Las similitudes en la forma de los organismos se debe a funciones comunes, no a ascendencia común.

Cuatro tipos anatómicos básicos: vertebrados, moluscos, articulados, radiados (contra la *cadena de seres vivos* de Aristóteles: fina gradación ascendente).

Autoridad en paleontología

Para explicar los hallazgos de tantas especies extinguidas, Cuvier anunció en 1796 la existencia de un mundo anterior al nuestro, destruido por algún tipo de catástrofe.

Extinciones: todos los animales fósiles difieren de las especies modernas y ninguna especie moderna existe en forma auténticamente fósil.



The SKELETON of a large species of QUADRUPED hitherto unknown
 lately discovered one hundred feet under ground near the River la Plata.



Anatomía comparada

Principio de correlación de las partes (hilo conductor de la anatomía comparada y la paleontología)

Las partes permiten identificar el todo. Si un organismo tiene dientes para alimentarse de carne, entonces sus órganos sensoriales y locomotores, su esqueleto y, por supuesto, su sistema digestivo serán apropiados para la caza y consumo de las presas que la proveen.

‘Un organismo forma un sistema único y cerrado en el que todas las partes se corresponden unas con otras y contribuyen a la misma acción definitiva mediante acciones recíprocas... Ninguna de sus partes puede cambiar sin que cambien también las demás’.

Si se lo mira en detalle, este principio **excluye la posibilidad de la evolución orgánica**. El peso de la autoridad de esta doctrina reforzó la posición de los creacionistas.

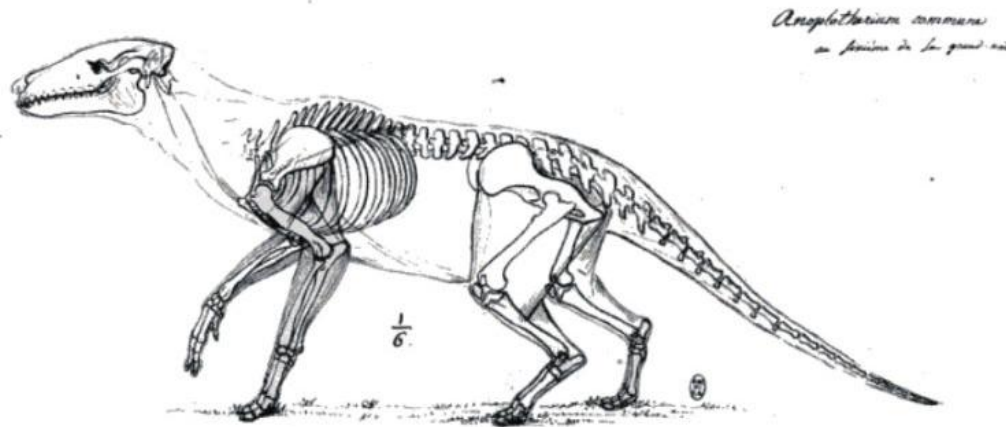
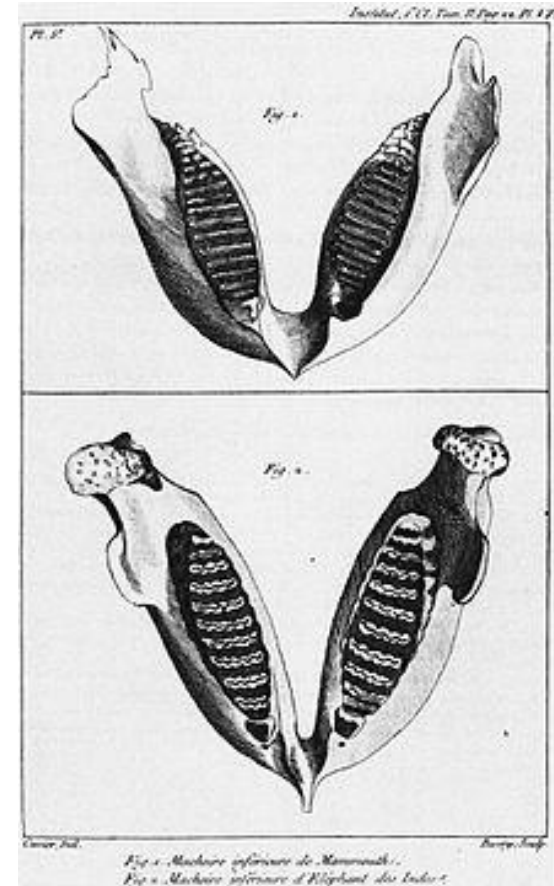
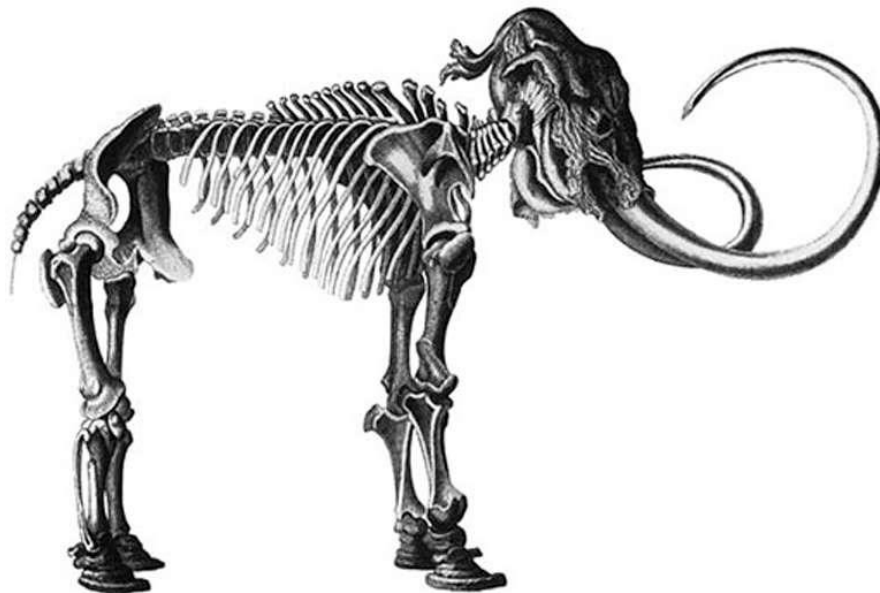


Ilustración de una mandíbula de elefante hindú y una de mamut.

Cuvier estableció que eran especies diferentes y que el mamut era un animal extinto.

Cuvier aplicó al estudio de los huesos fósiles los principios de la anatomía comparada.



En 1796, Cuvier concluyó que:

“Todo esos hechos, consistentes entre ellos y no opuestos a ningún reporte, me parece que prueban **la existencia de un mundo previo al nuestro, destruido por algún tipo de catástrofe**”.

Sostuvo que su objetivo “era descubrir si las especies que existieron en el pasado han sido completamente destruidas, o si ellas han sido solamente transportadas de un clima a otro”.

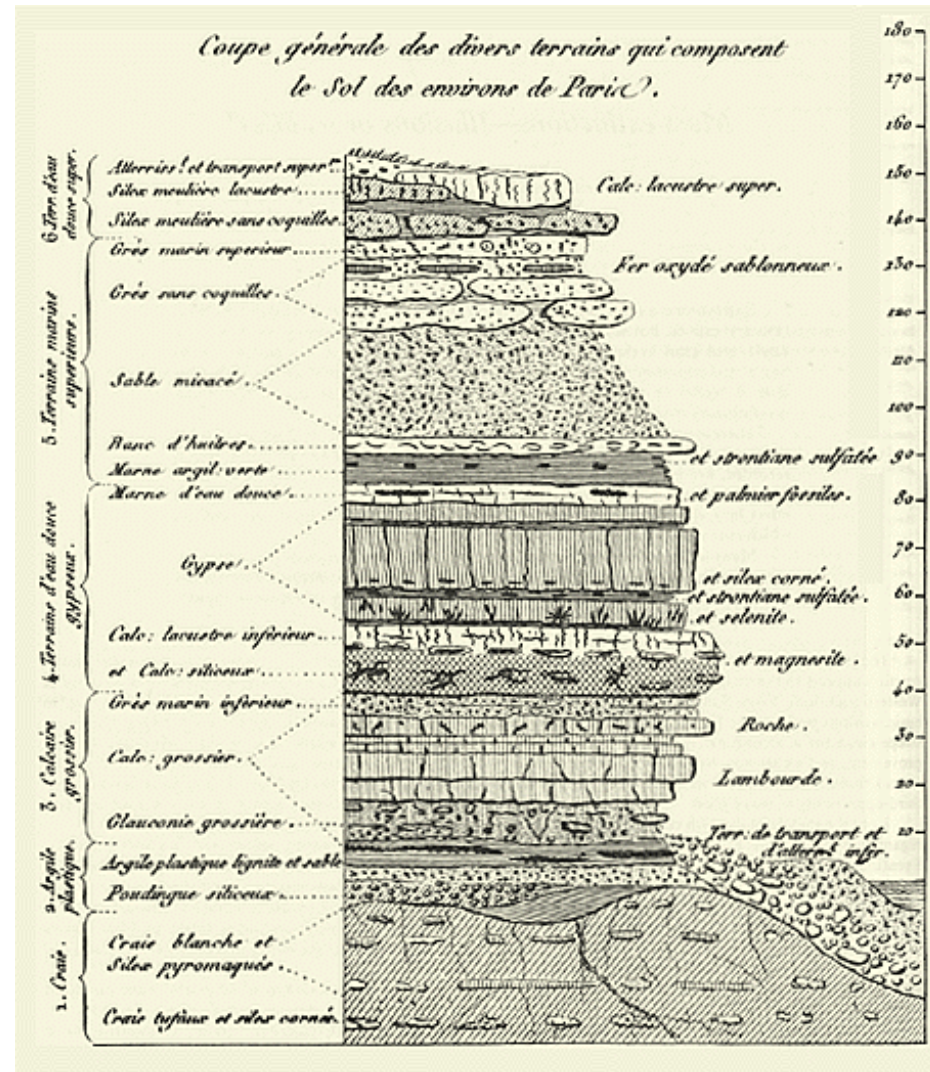
Las tres alternativas que se abren son: extinción, evolución o migración.

La alternativa que **Cuvier defendió fue la extinción**, no la evolución, principalmente porque pensaba y concebía a los organismos como mecanismos funcionalmente estables.

En 1801, Cuvier descubre que entre más antiguas son las capas en las cuales los huesos son encontrados, más difieren de los animales que ahora existen”.

En 1808 hace dos descubrimientos muy importantes:

- 1) Encuentra un orden constante de superposición de los estratos individuales a grandes distancias;
- 2) A cada estrato específico le corresponden tipos específicos de fósiles.



Paleontología

La *columna geológica* (estratos como en una torta de bodas, cada uno con una fauna a la vez característica y ajena al clima actual) sugiere una pauta histórica de *inundaciones catastróficas* que se alternan con periodos de elevación de los terrenos. A una inundación y elevación le sigue un repoblamiento por **creación o migración**. Existe un mundo anterior al nuestro, destruido por algún tipo de *catástrofe* (1796). La última, el Diluvio Universal.

Extinciones. La Tierra de Cuvier era mucho más antigua de lo que sugiere el Génesis. Pero *inmutabilidad* de las especies.

La principal contribución de Cuvier a la paleontología: ‘Estamos autorizados a creer que ha habido una cierta *sucesión en las formas de los seres vivos*... desde las más sencillas en la parte inferior a las más complejas en la parte superior’. Como la amplitud geográfica de sus pruebas era limitada, sostuvo -cada vez con menos credibilidad- que la secuencia pez → reptil → mamífero → ser humano descrita por él mismo podría haber resultado de procesos migratorios desde zonas cuyos fósiles no se conocían.

Cuvier había descartado la evolución por la anatomía comparada. Sin embargo, la sucesión orgánica que describió promovió el moderno pensamiento evolucionista.

Para Cuvier, la evolución era una mera *especulación*.

Antecedentes sobre ciencia y evolucionismo

La **ciencia**, entendida como tradición intelectual que busca explicaciones racionales a los fenómenos naturales, comenzó con los filósofos naturales de la antigua Grecia (500 a.C).

Algunos filósofos griegos intentaron *separar lo natural de lo sobrenatural* (e.g., atomistas). Para Aristóteles, cada especie cría guardando absoluta fidelidad a su forma (no aparece un organismo distinto por reproducción natural). Concluyó que las especies son *inmutables*, y rechazó tanto al creacionismo como a la evolución.

DESPUÉS, los naturalistas cristianos pre-modernos ‘articularon’ el Génesis con la ciencia aristotélica, y consideraron que Dios había *creado* las especies y las había *fijado para siempre* en una creación perfecta. Esta tradición llegó, con pocos cambios, hasta los tiempos de la Ilustración (S XVII y XVIII).

Contexto religioso

Cuvier era protestante y consideraba que la religión, en principio, es un asunto privado. Pero no siempre se mantuvo fiel a ese punto de vista (e.g., llegó a afirmar que el Diluvio fue una de las catástrofes que afectaron la historia orgánica).

“Aunque era la auténtica encarnación de la racionalidad en temas científicos, aceptaba la verdad religiosa como algo que existía con independencia total de la razón.”

Era un cristiano que creía en el relato bíblico. Y el relato bíblico introduce un tipo de perspectiva especial sobre la evolución.

Génesis. Su relato da normativas para entender la naturaleza.

Dios creó las plantas y los animales, quienes *se reproducen según su especie*.

Creación especial.

El arzobispo anglicano James Ussher calculó que la creación se produjo en 4004 a.C.



Cuvier a Napoleón (1808). ‘Nuestras ciencias naturales son únicamente un conjunto de hechos compaginados entre sí, y nuestras teorías son solo fórmulas que abarcan una gran número de esos hechos’.

Avanzado el siglo XIX Cuvier no vio razones científicas para rechazar la inmutabilidad, ‘y apreció plenamente las ventajas religiosas de mantenerla’.

Contexto social y político

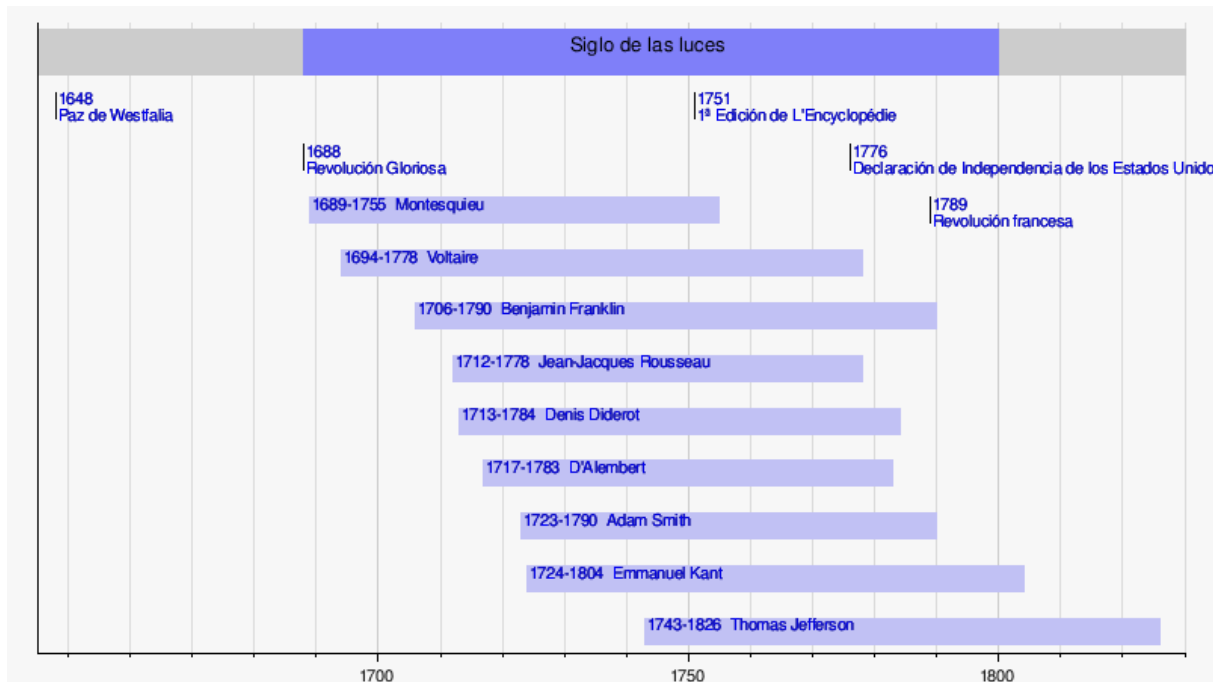
Cuvier tenía también razones sociales para apoyar la inmutabilidad.

La **Ilustración** (“razón, igualdad y libertad”), plataforma intelectual del lanzamiento de la modernidad, incluía una crítica racional de las doctrinas e instituciones aceptadas previamente en el *ancien régime* (Monarquía e Iglesia): su mantenimiento “carecía de un fundamento racional” porque reclamaba un papel activo de lo sobrenatural sobre lo natural.

Radicalización. En la década de 1790 el rey Luis XVI perdió su cabeza y la Iglesia Católica Romana fue prohibida.



“El desorden llegó a estar a la orden del día, y se hizo inevitable una reacción”



“Por supuesto, nadie puede calibrar con precisión en qué medida contribuyó el pensamiento ilustrado relativo a los orígenes materiales de la vida y las especies a la agitación política, social y religiosa de la Revolución francesa, pero algunos observadores de la época vieron un vínculo causal”

“El concepto de **inestabilidad biológica** parecía alimentar el desorden social. El materialismo racional socavaba los cimientos de la autoridad política y religiosa tradicional, y el caos se produjo cuando la ley de la selva llegó a ser la norma en París”

Científicos, naturalistas y filósofos afines a la Ilustración.

George Louis Leclerc conde de Buffon (1707 – 1788). Teórico muy original que trabajó en el Jardín del Rey (luego MNHN de París).

Rechazó el cristianismo en el ámbito de la historia natural y promovió explicaciones materialistas.

Origen de la vida: **generación espontánea**.

Especuló sobre los orígenes evolutivos de especies similares a partir de **ancestros comunes**: los gatos domésticos, leones, tigres, leopardos y pumas habrían ‘degenerado’ a partir de un único tipo ancestral de gato en respuesta a condiciones climáticas locales. La evolución era también un tipo de ‘**radiación adaptativa**’.

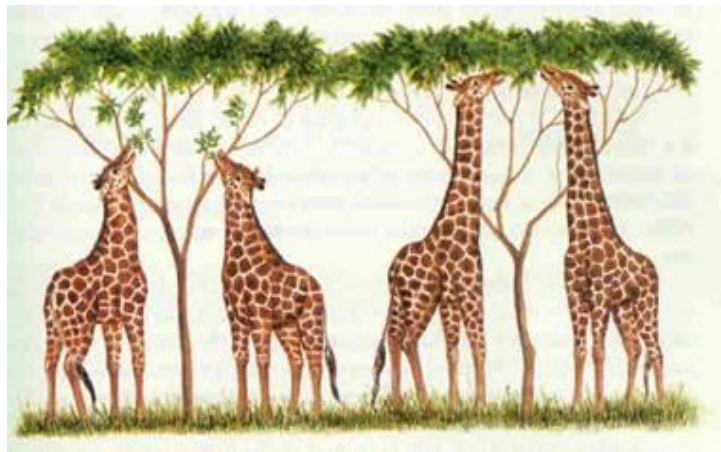
Puso cierto límite a su materialismo: los **moldes internos** (diseño?).



Filósofos especulativos: (1) Diderot. Materialismo, azar y una pizca de vitalismo (conciencia primitiva de la materia), y (2) Holbach (Sistema de la Naturaleza, 1770).

Trembley, Bonnet, Von Haller (Beaumont en USA). La Mettrie: la vida es un emergente de la propia materia orgánica, de sus propiedades físico-químicas, no la manifestación de un *elan vital*, espíritu o alma.

Ninguno realizó investigación científica original. El impacto de sus escritos fue más relevante en el ámbito filosófico que científico.



Jean-Baptiste, Pierre, Antoine de Monet, chevalier de Lamarck

Caballero de Lamarck (1744 – 1829)

Colega de Cuvier en el MNHN

Naturalista especulativo.

La H de la **transmutación** (1800). “Ciertos aspectos de esta teoría persisten todavía en los márgenes de la ciencia, esperando asirse a la evidencia que podría revivirla una vez más”

Generación espontánea y progresiva mediante la acción de una fuerza o fluido vital material (fluido nervioso, electricidad) sobre la materia física. “El fluido lleva a los organismos a evolucionar hacia formas cada vez más especializadas”. “El proceso es adaptativo’ (jirafas, ambiente).

Para que el proceso tuviese implicancias evolutivas, Lamarck afirmó que **las características adquiridas por influjo del fluido son hereditarias.**

Lamarck

Elaboró la primera teoría completa y coherente de la evolución, aunque no exclusivamente científica.

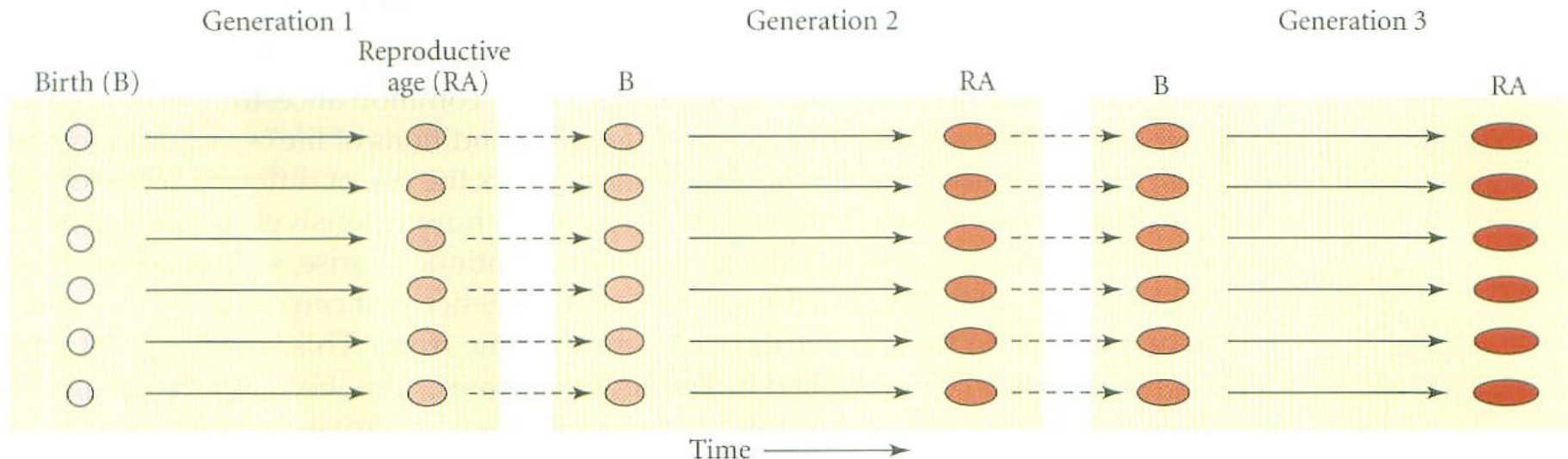
Dos mecanismos de evolución:

1) Tendencia interna, innata hacia la perfección (fuerza o fluido vital). Ligada al Vitalismo.

2) Herencia de los caracteres adquiridos (hipótesis científica).



Transformational evolution





Caballero de Lamarck (1744 – 1829)

Cuvier lo desacreditó empleando el principio de correlación de las partes (la anatomía es demasiado interdependiente) y la presunta ausencia de formas de transición en el registro fósil.



Nuevos pasos de biólogos anti-evolucionistas

Idealistas filosóficos: las especies son ideas fijas en la mente de un creador

Louis Agassiz (1845) El creador utiliza arquetipos ideales para recrear la vida luego de catástrofes

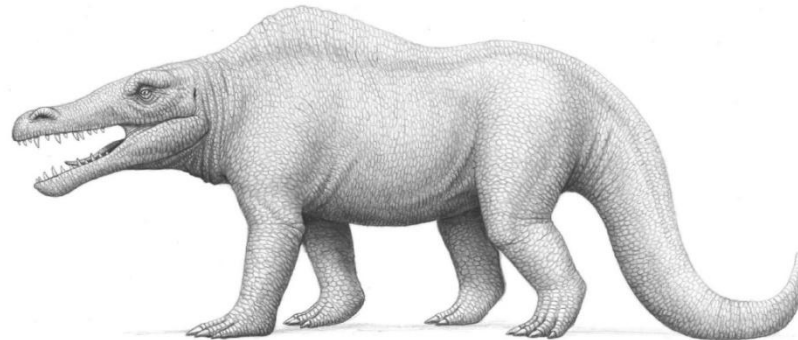
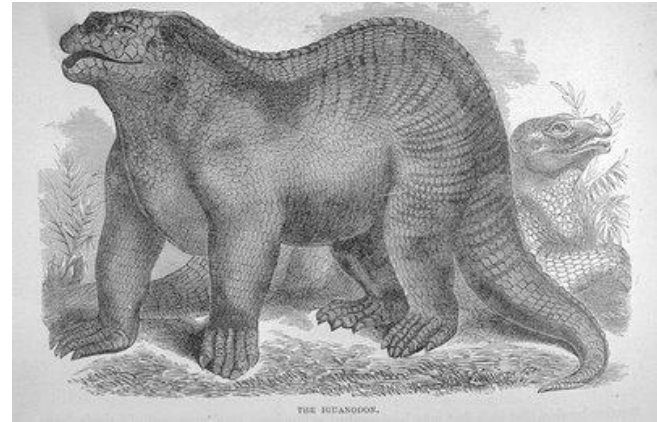
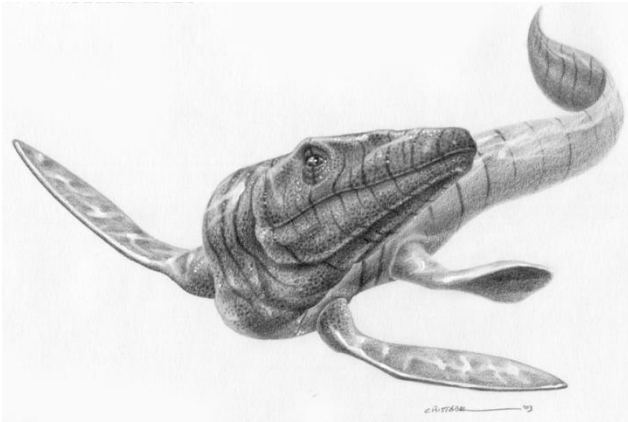
Richard Owen (1840) Homologías. Pauta ramificada. Pero combatió la evolución por su relación con el radicalismo político y social: propuso una ruptura anatómica completa entre monos y humanos. Fue quien inventó en término *Dinosauria*. Acentuó la discontinuidad en el registro fósil para desacreditar efectos del ambiente. ‘Las propiedades de los reptiles extinguidos estaban allí cuando fueron creados’.



Una creciente sensación de progreso

El hallazgo de los dinosaurios apoyó la idea de una dirección temporal desde una era de los reptiles hasta los ascendientes de los mamíferos actuales. Los primeros *Dinosauria*: Cuvier (*Mosasaurus*).

William Buckland (Oxford, *Megalosaurus*). Estos autores defendían la existencia de una dirección en el registro fósil pero estaban en contra de la evolución: ‘Un Dios bondadoso creador de una sucesión progresiva de especies’ + *gap theory*. *Iguanodon* (Gideon Mantell).



Adam Sedgwick (Cambridge).

Estudió los fósiles más antiguos (trilobites): la época de invertebrados y peces resultaba ser claramente anterior a la de los reptiles y mamíferos.

Pero Sedgwick (1845) apoyó la idea de ‘planificación’ del creacionismo religioso: **‘Existe una pauta de creación sucesiva con Dios como fuente activa, y el enfriamiento de la Tierra como regulador mecánico’.**

John Phillips (1841). Columna geológica: una era paleozoica (invertebrados y peces), otra mesozoica (reptiles) y una cenozoica de mamíferos.

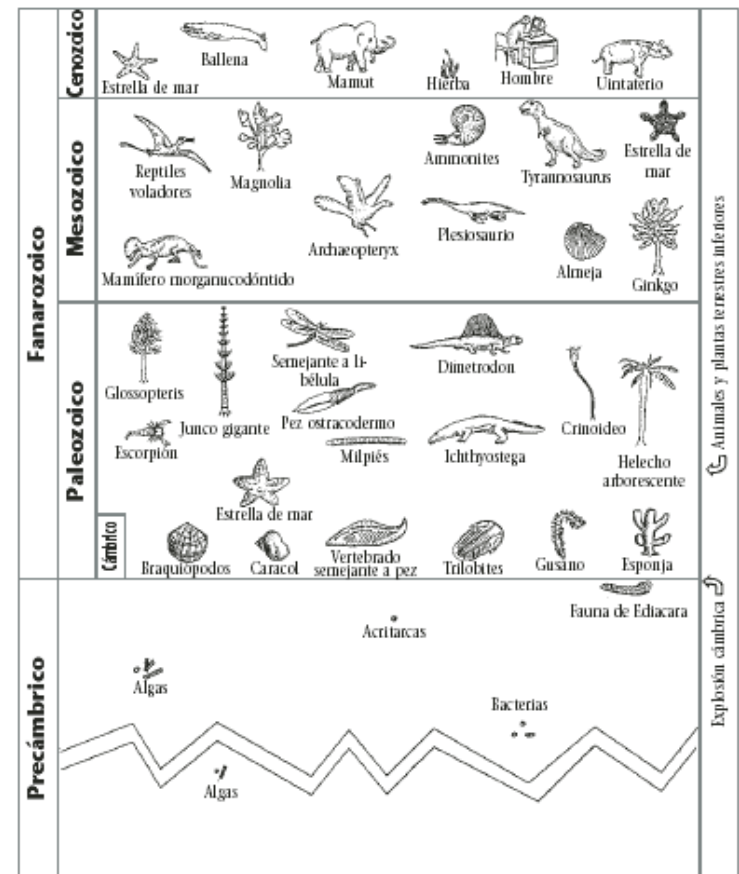
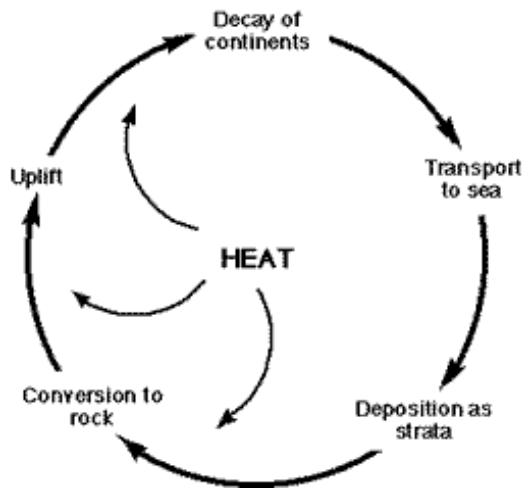


FIGURA 2. Las mayores divisiones de la columna geológica y ejemplos de algunos organismos representativos.



Otras ideas usadas contra la evolución

El desafío **uniformista**. Charles Lyell (1797 – 1875)

Inicialmente rechazó el evolucionismo (hasta 1860). Sin embargo, al igual que las homologías de Owen, contribuyó a fundamentar las ideas de Darwin.

Se basó en la geología del estado estacionario de Hutton para desacreditar el papel de las catástrofes en la configuración de la Tierra (**‘invocar desmedidas catástrofes del pasado huele a religión’**), y también para oponerse al cambio direccional del lamarckismo (lo consideraba subversivo para la dignidad humana).

Las rupturas del registro fósil no son tan drásticas como sostienen los catastrofistas, ni tampoco tan progresivas (en contra de catastrofistas y Lamarck).

El registro fósil puede ser cíclico (no hay principio, ni fin).

A favor de lo que iba a necesitar Darwin, aumentaba el tiempo disponible para que actuara la evolución.

‘Lyell estaba condenado a apoyar la causa que odiaba’ (T. Huxley)

‘La observación de la sucesión orgánica, el convencimiento de que la historia biológica tiene una dirección, más el compromiso con el naturalismo metodológico hizo inevitable aceptar la realidad de la evolución (i.e., **el patrón de cambio**).’

El naturalismo metodológico limitaba a los científicos a buscar causas naturales para explicar los fenómenos físicos, y dejaba el resto para filósofos y teólogos. De hecho, el término científico fue acuñado durante la década de 1830 en parte para distinguir a las personas comprometidas con esa búsqueda.

