TEMA 10: CONCEPTO DE ESPECIE Y MECANISMOS DE ESPECIACIÓN

Aportaciones históricas: El naturalista, explorador, geógrafo, antropólogo y biólogo británico **Alfred Russel Wallace (1854)**, (del que ya hemos hablado por haber propuesto una teoría de evolución a través de la selección natural independiente de la de Charles Darwin que motivó a este a publicar su propia teoría) viajó al archipiélago malayo y, durante ocho años, documentó aproximadamente **5.000 especies nuevas** para la ciencia.

• **La taxonomía y el concepto de especie:** La **taxonomía** es la disciplina biológica encargada de nombrar y clasificar los organismos. Los taxones (categorías de clasificación), incluido el término **"especie"**, son herramientas necesarias para organizar la diversidad biológica.

• **Concepto clave:** La **especie** se considera una categoría esencial en taxonomía, aunque su definición puede ser compleja y sujeta a debate dependiendo del enfoque (biológico, filogenético, ecológico, etc.).

Estos puntos ayudan a entender la relevancia histórica y conceptual del término "especie" como unidad básica para estudiar y organizar la diversidad de organismos vivos, así como las implicaciones evolutivas del proceso de especiación.

⇒ CONCEPTO BIOLÓGICO DE ESPECIE

🔶 **Definición de especie:** Se llama especie al grupo de organismos diferente de cualquier otro grupo y que es capaz de reproducirse y de tener descendencia fértil. Esto hace que sea la unidad de clasificación más pequeña para plantas y animales y que sus miembros puedan aparearse en condiciones naturales y generar una **descendencia fértil**, pero no se cruzan con miembros de otras especies distintas.

🔶 **Aspectos fundamentales:**

• **Aislamiento reproductor**: Es el criterio esencial que diferencia unas especies de otras, impidiendo el intercambio de genes entre especies distintas.

• **Barreras reproductivas**: Son mecanismos que evitan que organismos de diferentes especies puedan reproducirse entre sí, manteniendo así la identidad genética específica de cada especie.

• **Ernst Mayr (1904-2005)**: Fue un destacado biólogo evolutivo que popularizó esta definición de especie, enfatizando especialmente el papel del aislamiento reproductor como clave esencial del concepto biológico de especie.

🔶 **Implicaciones del concepto biológico de especie:**

Este concepto pone énfasis en la importancia del **flujo genético dentro de la misma especie**, así como en las barreras reproductivas que aseguran la **integridad genética** y evolutiva de las poblaciones.

Aunque está ampliamente aceptado este concepto, es **especialmente** aplicable a organismos de reproducción sexual y **no se ajusta bien** a organismos que se reproducen principalmente de forma asexual o que presentan hibridación frecuente. Sin embargo, la reproducción, tanto sexual como asexual, involucra la transmisión del material genético a la descendencia, asegurando la **continuidad** y **variabilidad** biológica, ya que la transmisión eficiente del ADN es clave para el mantenimiento y evolución de las especies.

El concepto de **replicación y transmisión genética** es, una piedra angular en varias disciplinas biológicas fundamentales, incluyendo:

RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS BIOLÓGICAS:

DISCIPLINA	CÓMO UTILIZA LA REPLICACIÓN Y TRANSMISIÓN GENÉTICA
Genética	Estudia cómo los genes se transmiten y cómo estas transmisiones afectan las características fenotípicas.
Biología Celular	Investiga cómo se copia y reparte el material genético durante la división celular, asegurando fidelidad en la transmisión genética.
Biología Molecular	Profundiza en los mecanismos bioquímicos y moleculares que permiten la replicación, transcripción y traducción del ADN.
Biología Evolutiva	Analiza cómo la transmisión del material genético a través de generaciones conduce a la evolución, selección natural, deriva genética y especiación.
Ecología Evolutiva	Explora cómo los patrones de transmisión genética influyen en la adaptación ecológica de las especies al entorno.

• La figura clave, como se ha dicho anteriormente, es **Ernst Mayr**, este biólogo estableció que el aislamiento reproductor es crucial en la definición del concepto biológico de especie, destacando cómo las barreras reproductivas garantizan la identidad genética y evolutiva de cada especie.

🔶 **Reproducción y evolución:**

• La reproducción sexual contribuye a la variabilidad genética esencial para la **adaptación evolutiva**.

• La reproducción asexual permite la replicación rápida, pero limita la variabilidad genética, reduciendo la capacidad adaptativa en entornos cambiantes.

🔶 **Mecanismos de transmisión genética:**

• **Replicación del ADN** (asegurando fidelidad en la transmisión genética).

• **Mecanismos de reparación del ADN** (mantienen la integridad del genoma durante la transmisión).

• **Procesos de recombinación genética y meiosis** (favorecen la variabilidad genética).

En definitiva, la replicación y transmisión genética constituyen la base de la **continuidad y diversidad** de la vida, conectando disciplinas fundamentales en Biología Celular, Genética y Biología Evolutiva.

⇒ DIFICULTADES EN LA APLICACIÓN DEL CONCEPTO BIOLÓGICO DE ESPECIE

Aunque el concepto biológico de especie es muy útil y aceptado, presenta algunos problemas prácticos importantes que dificultan su aplicación en ciertos contextos:

1. Organismos con reproducción asexual:

• **Organismos que se reproducen asexualmente**, como:

• **Bacterias**: *Lactobacillus rhamnosus*

• **Arqueas**: *Pyrolobus fumarii*

• El concepto tradicional no es aplicable, ya que no existe intercambio genético mediante la reproducción sexual.

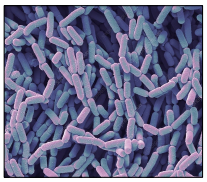
• Ejemplos mencionados:

• *Pyrolobus fumarii*

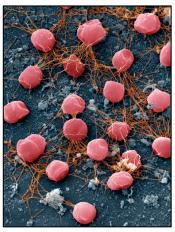
• *Lactobacillus rhamnosus*

• *Amoeba proteus*

• *Philodina roseola*



Lactobacillus rhamnosus



Pyrococus furiosus



Philodina roseola



🔶 **Aplicación en fósiles:**

• Para especies fósiles, al no existir observación directa del apareamiento, se utiliza el **concepto morfológico de especie**, clasificando según similitudes estructurales o anatómicas.

• El fósil **Seymouria baylorensis**, una especie extinta para la cual se aplica este concepto morfológico.



🔶 **Individuos que no pueden reproducirse pese a ser la misma especie:**

• A veces, individuos claramente pertenecientes a la misma especie no pueden aparearse por barreras circunstanciales o temporales.

• En estos casos, se usa el **"concepto de reconocimiento específico"**, basado en mecanismos de identificación mutua entre individuos de una misma especie.

🔶 **Casos especiales (híbridos):**

• **Híbridos fértiles**: algunas especies estrechamente relacionadas pueden producir descendencia fértil, complicando la aplicación del concepto de especie.

• Ejemplos notables: el conocido híbrido entre lobo y coyote, el "coywolf", capaz de reproducirse con ambos progenitores.



Canis lupus



Canis latrans



"Coywolf", híbrido de lobo y coyote

Estas dificultades indican que el concepto biológico clásico de especie, aunque es ampliamente útil en muchas situaciones, requiere adaptaciones y conceptos alternativos según el contexto biológico y las características reproductivas de los organismos estudiados.

⇒ MECANISMOS DE AISLAMIENTO REPRODUCTOR

Especies alejadas filogenéticamente: apareamiento absolutamente imposible.
Especies próximas filogenéticamente: apareamiento posible.

Vamos a ver cuáles son estos mecanismos que impiden el intercambio genético entre diferentes especies. Existen dos categorías principales: **precigóticos** y **postcigóticos**.


Drosophila pseudoobscura


Drosophila persimilis

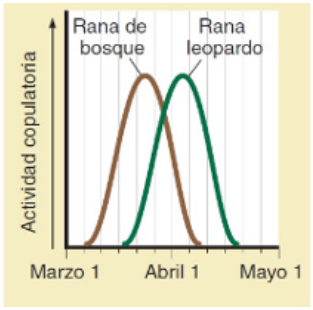
A) Mecanismos Precigóticos (impiden la fecundación):

1. **Aislamiento temporal**:

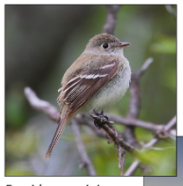
• Las especies tienen periodos reproductivos diferentes (distinto momento del día, estación o año).


Rana sylvatica


Lithobates pipiens



• Ejemplos: ciertas especies de *Drosophila* se reproducen en distintos momentos, así como especies de ranas que crían en épocas diferentes.


Empidonax minimus


Empidonax viridis



2. **Aislamiento de hábitat**:

• Las especies ocupan hábitats diferentes dentro de una misma área geográfica, limitando su interacción y reproducción.

• Ejemplo: distintas especies de anfibios o aves como *Empidonax viridis* y *Empidonax minimus*, que prefieren hábitats específicos y separados.



3. **Aislamiento conductual**:

• Diferencias en rituales de cortejo y comportamientos previos a la cópula, que impiden que individuos de diferentes especies se reconozcan como pareja reproductiva.

• Es común en aves, como en las aves del paraíso, que poseen complicadas danzas o rituales específicos.

Ejemplo de las aves del paraíso:
https://www.youtube.com/watch?v=rX40mBb8b

4. **Aislamiento mecánico:**

• Consiste en la incompatibilidad física o anatómica entre órganos reproductores, siguiendo el modelo llamado **llave-cerradura**.


Salvia mellifera


Salvia apiana

• Un ejemplo típico son las especies vegetales: **Salvia mellifera** y **Salvia apiana** que presentan una adaptación específica de sus estructuras florales que solo permiten la polinización efectiva por determinados polinizadores compatibles morfológicamente.



5. **Aislamiento gamético**:

• Aun si los gametos de especies diferentes coinciden, no se pueden fusionar debido a incompatibilidad química o física.

• Muy frecuente en especies con fecundación externa, como en peces o invertebrados marinos.



B) Mecanismos Postcigóticos (actúan después de la fecundación):

1. **Inviabilidad del embrión híbrido**:

• El embrión híbrido no logra desarrollarse adecuadamente y muere antes de nacer debido a incompatibilidades genéticas.

• Ejemplo: muchos híbridos generados por cruces entre especies muy próximas mueren en estadios tempranos del desarrollo.

2. **Esterilidad del híbrido**:

• Aunque el híbrido nazca y se desarrolle, frecuentemente es estéril debido a diferencias en el número de cromosomas de los progenitores, lo que impide la producción adecuada de gametos funcionales.



Yegua (2n= 64) Mula (2n= 63) Burro (2n= 62)

• Ejemplo clásico: la mula (que viene del cruce entre yegua con 64 cromosomas y burro con 62 cromosomas), tiene 63 cromosomas y por tanto es estéril.

3. **Degradación o baja viabilidad en generaciones sucesivas (depresión o deterioro híbridos)**:



• Si el híbrido es fértil, su descendencia (F2) presenta frecuentemente **defectos severos**.

• Ejemplo: Cruces entre diferentes especies de **girasoles**, en los que un 80% de la descendencia F2 muestra defectos importantes.

Estos mecanismos de aislamiento postcigótico aseguran que, aunque algunas barreras precigóticas sean superadas puntualmente, las especies mantengan su integridad genética a largo plazo, evitando la proliferación efectiva de híbridos entre especies diferentes.

⇒ MECANISMOS DE ESPECIACIÓN

Este es el **proceso evolutivo** mediante el cual una población de una especie se separa y evoluciona hasta formar especies diferentes. La clave para que ocurra la especiación es el establecimiento de un **aislamiento reproductor**, que impide el intercambio genético entre poblaciones.

Este proceso suele darse en tres pasos:

1) Las poblaciones se separan.
2) Los acervos genéticos de las poblaciones separadas comienzan a separarse.
3) Las diferencias genéticas son tantas que ya no puede haber intercambio genético.

🔶 Modelos principales de especiación

Existen fundamentalmente dos grandes modelos de especiación: **alopátrica** y **simpátrica**.

📌 Especiación Alopátrica:

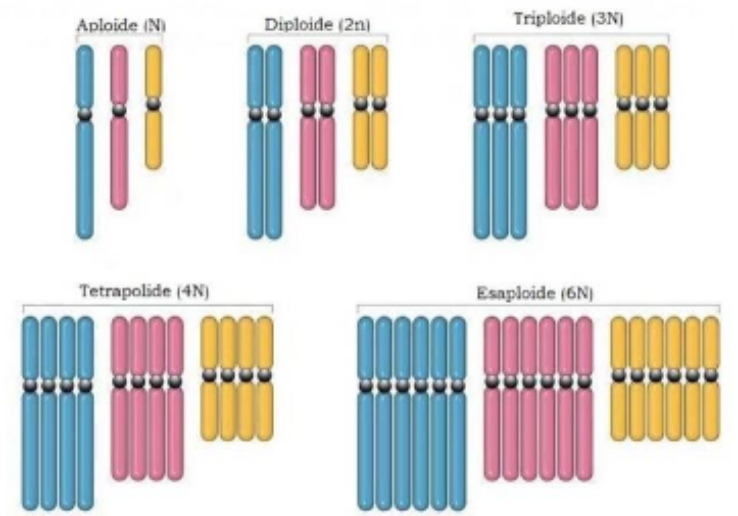
- Es el modelo más frecuente.
- Ocurre cuando una población queda **aislada geográficamente** de otras poblaciones.
- Evolucionan de manera independiente debido a:
  - **Selección natural**
  - **Deriva genética**
- Las diferencias genéticas se acumulan hasta crear mecanismos de aislamiento reproductor efectivos.

🔷 Ejemplos claros de especiación alopátrica:

- Peces del desierto de EE. UU.:
  - *Cyprinodon diabolis* y *Cyprinodon nevadensis* en el Valle de la Muerte, aislados en charcas separadas.
- Efecto fundador (**efecto fundador o founder effect**):
  - Ocurre cuando un pequeño grupo de individuos coloniza un nuevo territorio.
  - Se acelera el proceso debido a presiones selectivas diferentes y a la deriva genética incrementada por la baja variabilidad genética inicial.

📌 Especiación Simpátrica

- Es la formación de nuevas especies a partir de una población ancestral dentro de la **misma área geográfica**. A diferencia de la alopátrica, en la especiación simpátrica no hay barreras físicas que separen a las poblaciones.
- Este tipo de especiación es común en plantas y menos frecuente o difícil de demostrar en animales.



🔶 Mecanismos principales:

🟢 **1) Cambios en la ploidía (Poliploidía):**

- Implica cambios en el número de juegos cromosómicos.
- Especialmente frecuente en plantas.

• La **poliploidía** es la condición donde una célula u organismo tiene más de dos conjuntos completos de cromosomas.

Tipos de poliploidía:

• **Autopoliploidía**: duplicación cromosómica dentro de la misma especie.

• **Alopoliploidía**: resultado de la hibridación entre dos especies diferentes seguida por una duplicación cromosómica, creando organismos con múltiples juegos cromosómicos derivados de especies diferentes.

Ejemplos y características clave:

• La mayoría (aproximadamente un 80%) de las especies vegetales con flores son **poliploides**, y entre estas, predominan los **alopoliploides**.

• Proceso extremadamente rápido (puede ocurrir en una sola generación), lo que explica la alta diversidad evolutiva de las plantas con flores.

• Los alopoliploides, aunque ocupen la misma región geográfica que sus progenitores, quedan reproductivamente aislados debido a incompatibilidad genética, especialmente durante la meiosis (no tienen cromosomas homólogos que puedan aparearse correctamente).

🟢 **2) Cambios de carácter ecológico (Selección disruptiva):**

• Diferenciación de una población debido a cambios en el uso de recursos o hábitats dentro de la misma área geográfica.

• Se produce frecuentemente por selección disruptiva, en la que se favorecen individuos con características extremas o especializadas en distintos recursos.

Ejemplos claros:

• Es particularmente fácil de observar en **parásitos**, que pueden especializarse en distintos hospedadores dentro del mismo espacio geográfico.

• Así, una población inicial de parásitos puede dividirse en dos subpoblaciones, cada una adaptada específicamente a un hospedador diferente, lo que puede conducir a la especiación.

En definitiva, la especiación simpátrica permite explicar la diversidad biológica y evolutiva dentro de un mismo hábitat sin necesidad de aislamiento físico, mediante mecanismos como la poliploidía en plantas o la especialización ecológica en animales.

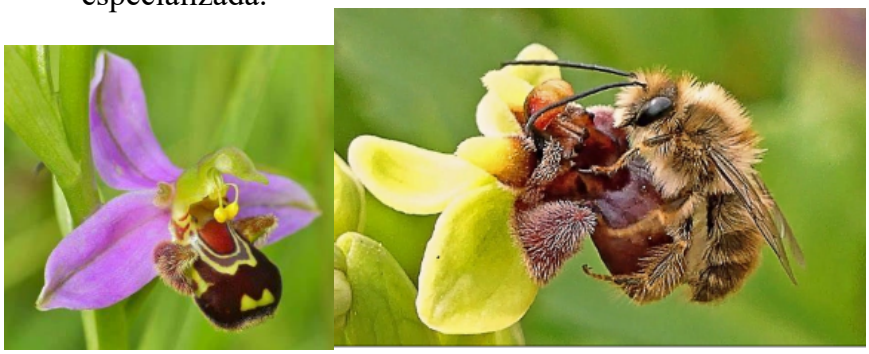
⇒ COEVOLUCIÓN

Este es un fenómeno evolutivo en el que dos o más especies interactúan tan estrechamente que evolucionan conjuntamente. Cuando una especie experimenta cambios evolutivos, impulsa simultáneamente cambios adaptativos en la otra, generando una evolución en paralelo.



Ejemplos claros:

- **Corales y zooxantelas**: Zooxantelas (algas simbióticas) y los corales donde habitan evolucionan juntos debido a su interacción simbiótica altamente especializada.



Eucera sp. Tratando de copular con *Ophris apifera*

- **Ophrys apifera** (orquídea) y **Eucera sp.** (abeja): La orquídea evoluciona imitando visual y químicamente a las hembras de la abeja Eucera para atraer machos que, al intentar copular con la flor, realizan involuntariamente la polinización.

🔶 Zonas híbridas y posibles escenarios evolutivos tras la especiación:

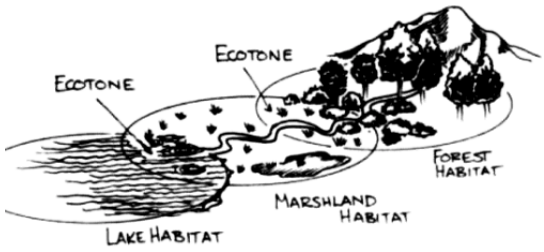
Cuando dos poblaciones inicialmente separadas geográficamente entran nuevamente en contacto antes de que se haya establecido un aislamiento reproductor completo, pueden producirse híbridos en una **zona híbrida**. Estas zonas híbridas generalmente son áreas geográficas estrechas donde se solapan dos poblaciones recientemente divergentes.

Dependiendo del **fitness** de los híbridos (su capacidad para sobrevivir y reproducirse), pueden darse tres escenarios posibles:

ESCENARIO	FITNESS HÍBRIDOS	CONSECUENCIA EVOLUTIVA
1) Reforzamiento	Menor	Las diferencias genéticas entre especies aumentan con el tiempo y la zona híbrida eventualmente desaparece, completándose así la especiación.
2) Fusión	Igual	La zona híbrida se expande y las poblaciones se mezclan de nuevo, anulando el proceso inicial de divergencia evolutiva. Las poblaciones vuelven a ser una sola especie.
3) Estabilidad	Mayor	La zona híbrida se mantiene estable o incluso podría expandirse debido al mayor éxito reproductivo de los híbridos, pudiendo eventualmente surgir una tercera especie adaptada específicamente a las condiciones intermedias de esa área híbrida.

🔷 Nota adicional sobre la estabilidad:

Este escenario ocurre típicamente en áreas llamadas **ecotonos**, que son regiones de transición entre dos ambientes diferentes, con características ambientales mixtas. En estos lugares, los híbridos pueden prosperar mejor que sus progenitores por estar adaptados precisamente a esas condiciones intermedias.



Estos procesos y mecanismos son esenciales para entender cómo las especies evolucionan juntas o cómo pueden separarse y dar lugar a nuevas formas de vida, enriqueciendo así la biodiversidad del planeta.

⇒ TASAS DE CAMBIO EVOLUTIVO

La **tasa del cambio evolutivo** o la **velocidad** ha sido objeto de debate y análisis en biología evolutiva, describen la velocidad con la que ocurren los procesos evolutivos. En biología evolutiva existen dos modelos principales que intentan explicar cómo han evolucionado las especies a lo largo del tiempo:

📌 **Modelos principales:**

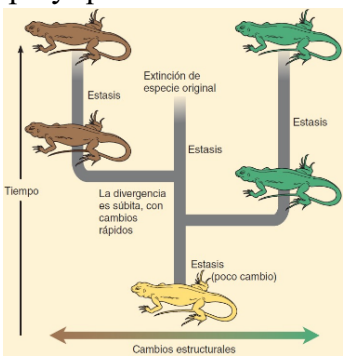
🟢 **1) Equilibrio puntuado (modelo de equilibrio interrumpido):**

• Propuesto por los paleontólogos **Stephen Jay Gould y Niles Eldredge** en el año 1971.

• Este modelo sostiene que las especies permanecen en el tiempo y que la evolución no es un proceso constante y gradual, sino que se desarrolla en momentos:

• Largos períodos de **estasis evolutiva** (sin cambios significativos).

• Breves períodos de **especiación rápida** y cambios evolutivos importantes.



🔷 **Características clave del modelo:**

• Sugiere que las formas transicionales apenas aparecen en el registro fósil no por falta de datos, sino porque realmente **son poco frecuentes** en la naturaleza.

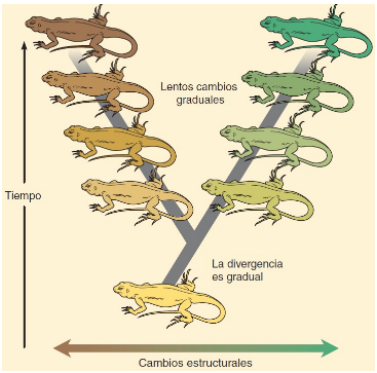
• El cambio evolutivo suele producirse en **momentos puntuales y rápidos** a nivel geológico, como respuesta a cambios ambientales bruscos o eventos aislantes.

🟢 **2. Gradualismo (o modelo gradualista):**

• Sostiene que la evolución ocurre mediante cambios lentos y continuos a lo largo del tiempo.

• Los cambios evolutivos se acumulan lentamente y de manera gradual.

• Propone que la ausencia de formas transicionales en el registro fósil se debe principalmente a la **incompletitud del registro fósil**, resultado de la dificultad del proceso de fosilización:



• Solo el 15% de las rocas tienen condiciones adecuadas para preservar fósiles.

• Aproximadamente el 99.9% de los organismos se pierden sin fosilizarse.

🔶 **Estado actual del debate científico:**

• Hoy en día, la mayoría de los científicos acepta que ambos modelos han operado en diferentes contextos históricos y biológicos, por lo que no se consideran excluyentes. El modelo

aplicable depende de las condiciones ambientales, la dinámica ecológica y el tipo de organismos involucrados.

• La historia evolutiva real probablemente haya incluido periodos donde dominó un modelo u otro, dependiendo del contexto ecológico, geológico y ambiental.

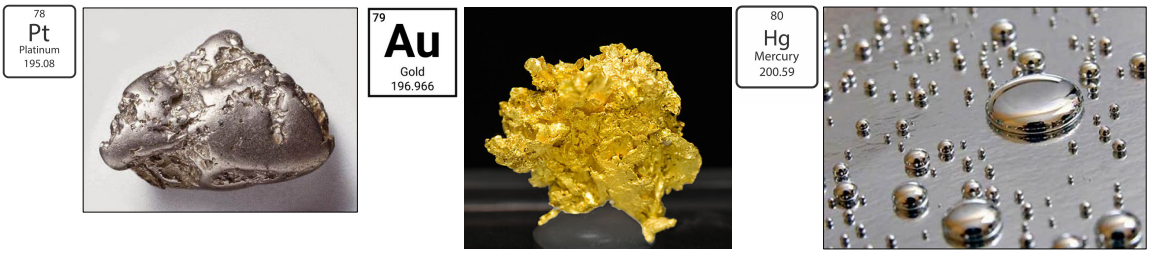
• Todo esto refleja claramente la discusión sobre cómo se da la evolución en diferentes contextos y cómo interpretamos las evidencias fósiles para entender el ritmo evolutivo.

⇒ CONCEPTO EVOLUTIVO DE ESPECIE

Según el concepto evolutivo, una **especie** se define como:

• Un **linaje (ancestro-descendiente)** que mantiene su identidad evolutiva frente a otras especies, poseyendo tendencias evolutivas únicas y su propio destino histórico.

• Constituye una población o conjunto de poblaciones que tienen una **historia evolutiva común**, manteniendo así su integridad e identidad genética frente a otras especies.



🔶 **Características clave del concepto evolutivo de especie:**

• **Linaje único e irrepetible**:

• Cada especie posee una historia evolutiva propia que no se repite, determinada por su aislamiento reproductivo y la acumulación particular de cambios genéticos a lo largo del tiempo.

• La historia evolutiva es la base para sus características morfológicas, ecológicas y reproductivas.

• **Tendencias evolutivas propias**:

• Cada especie posee un destino histórico particular definido por sus características adaptativas únicas y la interacción con su entorno.

• Estas tendencias evolutivas determinan el curso de la evolución del grupo y lo diferencian de otros grupos afines.

🔶 **Ejemplo ilustrativo:**

• El **bisonte de la estepa (Bison priscus)**, actualmente extinto en la península Ibérica desde hace unos **12.000 años**, es un ejemplo claro de aplicación del concepto evolutivo de especie, y es que este bisonte tuvo una evolución particular y una historia única que lo distingue claramente de otras especies evolucionadas.


Reconstrucción del bisonte de la estepa, *Bison priscus*, extinto en la península ibérica hace 12.000 años


Bisonte europeo actual, *Bison bonasus*


Representación del bisonte de la estepa en la cueva de Altamira

🔶 **Comparación con otros conceptos de especie:**

Este concepto evolutivo amplía el concepto biológico tradicional (basado principalmente en la capacidad reproductiva), al considerar también la dimensión temporal, histórica y adaptativa de las especies:


eldiariocantabria

CANTABRIA

Cantabria vuelve a ser el hogar de los bisontes

Existe una vinculación histórica entre los bisontes y Cantabria. Buena muestra de ello son las alusiones que hay a este animal en las cuevas de Altamira. Esto llevó a **Rubén Matanza** a poner en marcha una iniciativa particular para **recuperar la presencia de esta especie en la tierruca.**

"Siempre he sido un apasionado de la naturaleza y los animales y por eso me gustó la idea de poder formar parte de un proyecto para la recuperación de esta especie en un marco medioambiental muy apropiado para él como es Cantabria", asegura el propio Rubén.

CONCEPTO	CRITERIO PRINCIPAL	APLICACIÓN PRINCIPAL / EJEMPLO
Biológico	Aislamiento reproductor; capacidad para reproducirse y producir descendencia fértil	Especies con reproducción sexual (Ej.: humanos, perros, caballos)
Evolutivo	Historia común; linaje evolutivo único; destino histórico y tendencias propias	Especies con registros históricos conocidos (Ej.: bisonte de la estepa *Bison priscus*)
Morfológico	Estructura o forma corporal como criterio principal	Organismos fósiles (Ej.: *Seymouria baylorensis*)

🔶 **Comentario sobre cada concepto:**

• **Concepto Biológico**: Se centra en la capacidad reproductiva y en la existencia de barreras reproductivas que mantienen aisladas genéticamente a las especies. Muy aplicable a animales, pero presenta limitaciones importantes en organismos que se reproducen asexualmente, fósiles y especies con hibridación frecuente.

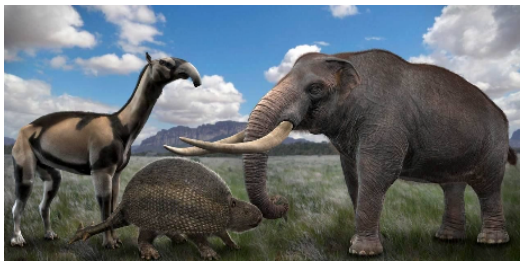
• **Concepto Evolutivo**: Amplía el enfoque biológico añadiendo una dimensión temporal y evolutiva. Se basa en la identidad histórica y la trayectoria evolutiva propia de cada especie, integrando aspectos genéticos, morfológicos y ecológicos.

• **Concepto Morfológico**: Se emplea principalmente cuando no hay información genética ni reproductiva disponible, como sucede con los fósiles. Su criterio básico es la similitud en forma y estructura anatómica.

En definitiva, el **concepto evolutivo de especie** enfatiza la importancia de entender a cada especie como un linaje evolutivo singular con una trayectoria histórica y adaptativa particular, complementando los enfoques más tradicionales basados solo en la reproducción o morfología.

⇒ LA EXTINCIÓN

🔶 **Concepto de Extinción:**



• Se define de esta manera a la **desaparición permanente** de una especie o linaje evolutivo.

• Esto ha sido un fenómeno recurrente desde el origen mismo de la vida.

• Es un mecanismo fundamental en la evolución, ya que abre oportunidades para nuevas especies. como fenómeno evolutivo, así como su relación con otros conceptos importantes, como el **nicho ecológico** y la **radiación adaptativa**.

🔸 Nicho Ecológico y Extinción:

• El **nicho ecológico** es el padrón que una especie desempeña en su ecosistema (lo que come, cómo se reproduce, interacciones con otras especies, etc.).

• Cuando una especie se extingue, su nicho ecológico queda vacío y puede ser ocupado por otra especie que evolucione o adapte su papel para aprovechar esa oportunidad ecológica.

🔸 Radiación Adaptativa o Radiación Evolutiva:



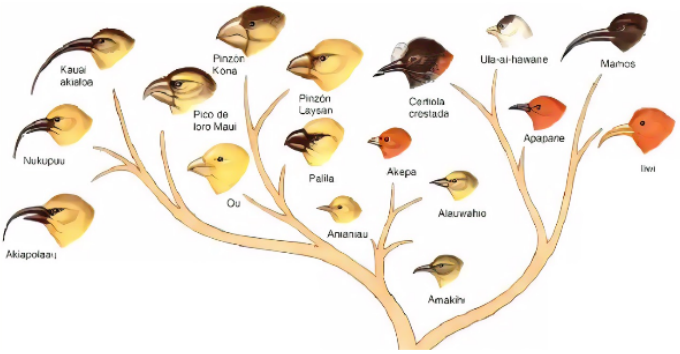


• Es el proceso evolutivo rápido en el que una especie ancestral da lugar a múltiples especies nuevas, cada una adaptada a explotar un nicho ecológico diferente.

• Este proceso ocurre a menudo cuando se producen extinciones masivas que dejan numerosos nichos disponibles para ser ocupados por nuevos organismos.

🔸 Tipos de extinción según su magnitud y contexto:

🟢 1. Extinción de fondo:



• Es la **extinción gradual** de especies individuales debido a causas normales y constantes como cambios ambientales leves, depredación o competencia entre especies.

🟢 2. Extinciones en masa:

• Son eventos puntuales en el tiempo geológico donde una gran proporción de especies desaparece en un breve período debido a fenómenos catastróficos.

Las cinco grandes **extinciones masivas** reconocidas por la comunidad científica y probadas por el registro fósil son:

EXTINCIÓN MASIVA	FECHA APROXIMADA	CONSECUENCIAS PRINCIPALES
Ordovícico-Silúrico	Hace ~444 millones de años	Desaparición de aproximadamente el 85% de las especies, causada por enfriamiento global, glaciaciones y descenso del nivel del mar.
Devónico tardío	Hace ~372 millones de años	Eliminó aproximadamente al 75% de las especies. Se relaciona con cambios climáticos, fluctuaciones en niveles oceánicos, anoxia marina y vulcanismo.
Pérmico-Triásico (Gran Extinción)	Hace ~252 millones de años	Extinción más grave conocida, eliminando aproximadamente al 95% de las especies marinas y al 70% de las terrestres, posiblemente por vulcanismo masivo en Siberia.
Triásico-Jurásico	Hace ~201 millones de años	Afectó a cerca del 80% de las especies, facilitando el dominio posterior de los dinosaurios. Probablemente causada por actividad volcánica y cambios climáticos importantes.
Cretácico-Paleógeno (K-T)	Hace ~66 millones de años	Famosa extinción de los dinosaurios (excepto aves), con pérdida del 75% de las especies. Vinculada al impacto de un meteorito en Chicxulub, México.

• Actualmente, existen científicos que hablan de una **“Sexta Extinción Masiva”**, provocada principalmente por las actividades humanas (pérdida de hábitats, cambio climático, contaminación, sobreexplotación de especies, etc.).

🔶 **Importancia evolutiva de las extinciones:**

• Las extinciones, especialmente las masivas, permiten un reajuste importante de los ecosistemas, facilitando la evolución de nuevas especies mediante procesos de especiación rápida. Tras estos eventos de extinción, suelen ocurrir fenómenos de **radiación adaptativa**, que incrementan notablemente la biodiversidad a corto plazo.
