

Anexo PAU 2027

Tema: Evolución*

¿Qué vamos a estudiar en este tema?

1. Teoría sintética o Neodarwinismo

2. Especiación

3. Endogamia

4. Pruebas de la evolución

5. Cuestiones de razonamiento

***Advertencia.** El tema de evolución ha sido eliminado para las PAU 2027 en algunas comunidades, revisa las orientaciones de tu comunidad para saber si debes estudiarlo.

1. Teoría sintética o Neodarwinismo

La **evolución biológica** es el proceso de transformación de unas especies en otras mediante cambios morfológicos y fisiológicos, generación tras generación, a lo largo de millones de años. Se denomina **teoría evolutiva** al modelo científico que explica estos cambios.

Explicación del **proceso evolutivo** en una población:

1. Se produce una **mutación genética al azar preadaptativa** que origina un nuevo gen o alelo responsable de un nuevo fenotipo.
2. La presencia de más fenotipos dentro de la población implica un aumento de **variabilidad intraespecífica**.
3. **Selección natural**: mayor probabilidad de supervivencia y/o reproducción de aquellos individuos que presentan fenotipos más adaptativos en el ambiente en el que viven.

¡Importante! Los genes no son beneficiosos o perjudiciales por sí solos, siempre dependerá de si son adaptativos en determinado ambiente. Si hay un cambio en el ambiente, cambia el sentido de la selección natural. Por ejemplo, un animal con pelo blanco está bien adaptado a un hábitat con nieve (camuflaje frente a depredadores), pero no lo estaría si se produce un deshielo.

Otro mecanismo diferente a la selección natural que también provoca la evolución de una población es la **deriva génica**. En este caso el azar es el responsable de los cambios y no las adaptaciones al medio. Se puede producir por una reducción significativa del número de individuos de la población por algún evento catastrófico (se conoce como cuello de botella) o por separación de una parte de la población que inicia una nueva población en otro lugar por migraciones o deriva continental (se conoce como efecto fundador).

4. **Evolución**: cambios a lo largo de las generaciones en las frecuencias fenotípicas, genotípicas y alélicas o génicas.

2. Especiación

La **especiación** es el proceso de aparición de nuevas especies.

***Especie**: conjunto de individuos que pueden reproducirse entre sí y tener descendencia fértil.

1. Una población se divide en dos subpoblaciones que presentan **aislamiento reproductivo** (no hay flujo genético entre ambas en mucho tiempo). Este aislamiento puede ser de dos tipos:
 - Geográfico: no viven en el mismo lugar → **Especiación alopátrica**.
 - Precigótico o etológico: viven en el mismo lugar, pero no se reproducen por motivos de comportamiento → **Especiación simpátrica**.
2. **Divergencia genética**: cada subpoblación acumula sus propias mutaciones y evolucionan de manera independiente hasta que llega un momento que sus diferencias genéticas no permiten la reproducción y/o tener descendencia fértil.

3. Endogamia

La **endogamia** es la reproducción entre individuos que están emparentados genéticamente, por ejemplo, miembros de la misma familia o grupos poblacionales muy reducidos o aislados. Esto aumenta el riesgo de heredar alelos recesivos perjudiciales que sean más frecuentes en estos grupos.

4. Pruebas de la evolución

Podemos encontrar diversas evidencias en la naturaleza que prueban la existencia del proceso evolutivo:

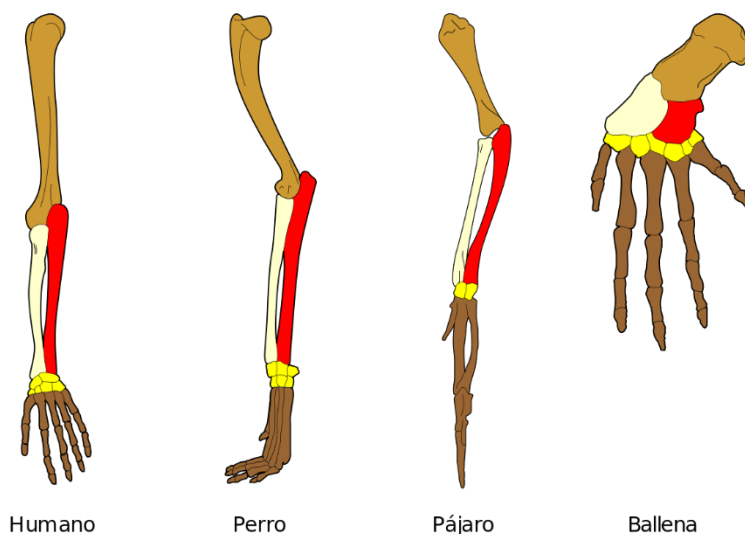
1. Pruebas anatómicas

Las pruebas anatómicas se basan en la anatomía comparada. Esto nos permite establecer analogías y homologías entre los órganos de diferentes especies. También nos permite el estudio de órganos vestigiales. Vamos a explicar todos estos tipos de órganos:

* **Órganos análogos.** Órganos con la misma función, pero con anatomía diferente.

Como ejemplo, tenemos las alas de las aves, insectos y mamíferos como el murciélago. Todas ellas surgen como adaptación al vuelo (tiene una misma finalidad) pero con diferentes estructuras y tejidos. Este fenómeno se conoce como **convergencia adaptativa**.

* **Órganos homólogos.** Órganos que, teniendo distinta función, presentan una anatomía similar. Estos órganos presentes en varias especies han sido heredados de un ancestro común y han ido evolucionando de manera diferente en cada una, a través de un proceso de **divergencia adaptativa** y evidencia una relación evolutiva. Un ejemplo clásico es el de las extremidades anteriores de los humanos, perros, aves y ballenas:



Se denominan órganos vestigiales a aquellos que han perdido su función a lo largo del tiempo, pero aún están presentes, o parcialmente presentes. Como ejemplos en humanos tenemos las “muelas del juicio”, el apéndice vermicular o el coxis.

2. Pruebas bioquímicas y citológicas

A nivel básico, todos los seres vivos comparten el mismo material genético (ADN):

El porcentaje de similitud de la secuencia de ADN entre especies es muy elevado, todos los seres vivos comparten el proceso básico de expresión de genes (transcripción y traducción), el código genético es universal para todos los seres vivos y todos los seres vivos poseen los mismos materiales de construcción (glúcidos, proteínas y lípidos).

Estas características compartidas sugieren que todos los seres vivos descienden de un ancestro común y que dicho ancestro tenía ADN como material genético, usaba el código genético y expresaba sus genes mediante transcripción y traducción. Además, la comparación de secuencias de genes o proteínas entre dos especies (denominadas secuencias homólogas u ortólogas) permite a los expertos relacionarlas entre sí evolutivamente. Por ejemplo, los humanos, las vacas, los pollos y los chimpancés tienen un gen que codifica para la hormona insulina, porque este gen ya estaba presente en su último ancestro común.

3. Pruebas paleontológicas

Las pruebas paleontológicas se basan en el estudio comparativo de fósiles. Podemos encontrar fósiles de especies que actualmente están extinguidas. Además, algunos de estos fósiles se tratan de formas intermedias, es decir, fósiles que presentan características ambiguas entre dos especies que hoy en día son muy diferentes, lo que indica que tuvieron un antecesor común. Todo esto lo podemos organizar en series filogenéticas o árboles filogenéticos que nos demuestran un proceso gradual de cambio en los seres vivos a lo largo del tiempo.

4. Pruebas biogeográficas

Las **pruebas biogeográficas** son evidentes en la actualidad, cuando observamos que **especies muy semejantes se encuentran separadas en regiones muy distantes**. Esto indica que varias poblaciones de una misma especie se aislaron por deriva continental. Ello provocó que se sometieran a la presión de ambientes diferentes y, por tanto, evolucionaron de forma distinta hasta la actualidad.

5. Pruebas embriológicas

Los embriones de las distintas especies de vertebrados pasan por etapas similares en las fases tempranas de su desarrollo. Estas semejanzas van desapareciendo a medida que se desarrolla el embrión, y es lo que se conoce como **ley biogenética**. Ello es debido a que el modo en el que sucede el desarrollo embrionario es heredado de un antecesor común.

5. Cuestiones de razonamiento

1. Conteste a las siguientes cuestiones:

a) Actualmente, en la zona euroasiática se puede diferenciar claramente la distribución de lobos por el color de su pelo, grises en el sur y blancos en el norte (zona ártica).

Explique por qué la frecuencia de los alelos que otorgan coloraciones claras ha aumentado en las poblaciones del norte.

b) El año pasado, la empresa Colossal Biosciences modificó genéticamente el genoma del lobo *Canis lupus* y obtuvo tres cachorros de lobo que tenían un aspecto similar al de los lobos gigantes de la especie *Aenocyon dirus*, ya extintos. La noticia afirmaba que habían recuperado la especie extinguida de lobo gigante. Según la definición biológica de especie, ¿cómo se podría demostrar que estos tres cachorros ya no son de *Canis lupus*, sino que son de una especie diferente?

a) Dentro de las poblaciones de lobos de la zona euroasiática existe variabilidad con respecto al gen o genes que controlan el color del pelo (gris y blanco). Estas variantes genéticas o alelos se produjeron por mutaciones al azar preadaptativas. Tener una coloración blanca resulta adaptativo en las zonas árticas porque otorga camuflaje frente a depredadores o para evitar ser vistos por sus presas. De esta manera tienen mayor probabilidad de supervivencia los lobos con pelo blanco y son los que transmiten sus genes a la descendencia con mayor frecuencia. Generación tras generación las poblaciones árticas han ido evolucionando porque va aumentando la frecuencia de los alelos que codifican coloraciones claras.

b) Se pueden hacer diversos cruzamientos con lobos normales de la especie *Canis lupus* para comprobar si es posible la reproducción y en el caso de que tengan descendencia, que sea fértil. En tal caso, se considerarán de la misma especie.

2) La comparación de las características entre el pulpo y otros organismos proporciona información sobre cuál ha sido su origen evolutivo. Por ejemplo, se ha visto que ciertas estructuras complejas del pulpo *Octopus insularis* (como los ojos tipo cámara) han evolucionado de forma convergente en grupos muy alejados como los cefalópodos y los vertebrados, mientras que otras características como la existencia de la tirosinasa (enzima responsable del cambio de color de la piel) ya estaban presentes en especies antepasadas comunes de cefalópodos y vertebrados. Responda a las siguientes preguntas, relacionadas con la evolución convergente.

a) ¿Qué es la convergencia evolutiva?

b) ¿Cómo se llaman los órganos que se forman siguiendo una evolución convergente? En el contexto de esta pregunta, ¿cuáles serían estos órganos?

a) La convergencia evolutiva es la selección natural de rasgos con la misma función, pero con origen diferente. Suele producirse en grupos que comparten ambientes similares. Por ejemplo, la forma del cuerpo de un delfín y un tiburón, ambos han evolucionado en ambientes acuáticos donde son adaptativas las mutaciones que permiten nadar mejor, como una forma de cuerpo hidrodinámica. Sin embargo, el delfín es un mamífero y procede de antepasados terrestres cuadrúpedos, y el tiburón es un pez cuyos antepasados ya eran acuáticos con formas corporales similares.

b) Órganos análogos. Por ejemplo, los ojos tipo cámara presentes en los pulpos (invertebrados moluscos cefalópodos) y vertebrados. No tienen el mismo origen, por lo que no es un rasgo presente en antepasados comunes, sino que en ambos grupos han aparecido de manera independiente (por mutaciones y selección natural).