

Evolución, evidencias y comunicación científica

Ciencias Naturales | Biología | para estudiantes de media (15-17 años) | 8 semanas

Descripción del Curso

Este curso aborda cómo la ciencia construye explicaciones sobre el cambio de las poblaciones a través del tiempo. Su propósito es que las y los estudiantes analicen distintas evidencias de evolución, comprendan el mecanismo de selección natural y reconozcan los aportes fundamentales de Charles Darwin y Alfred Russel Wallace, en concordancia con el OA2 de Biología de 1.º medio en Chile.

Está dirigido a estudiantes de 15 a 17 años, organizadas en grupos de tres o cuatro integrantes, y se desarrolla durante ocho semanas. La secuencia de enseñanza y aprendizaje se concentra en las primeras seis semanas, con seis clases de 90 minutos. Las semanas 7 y 8 se destinan exclusivamente a recuperación, retroalimentación y consolidación, sin incorporar contenidos nuevos.

El curso utiliza indagación guiada, modelización, análisis de fuentes, argumentación basada en evidencias y evaluación formativa. Cada clase contempla una actividad central, trabajo colaborativo sin tecnología y registro individual en un portafolio. Al finalizar, las estudiantes podrán distinguir observaciones de inferencias, relacionar evidencias fósiles, anatómicas y genéticas con la evolución, explicar la selección natural sin confundirla con cambios individuales o progreso, revisar modelos explicativos y comunicar conclusiones científicas de manera fundamentada y crítica.

Objetivos Generales

- Analizar distintas evidencias de evolución, identificando qué se observa, qué se infiere y qué conclusiones pueden sostenerse con ellas.
- Construir y revisar modelos que expliquen el cambio de una población a través del tiempo, utilizando el caso de *Biston betularia* y otros ejemplos.
- Explicar el mecanismo de selección natural considerando variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial, sin atribuir cambios evolutivos a necesidades o decisiones individuales.
- Relacionar evidencias fósiles, anatómicas y genéticas con la existencia de ancestros comunes y con la historia evolutiva de las poblaciones.
- Comparar y comunicar críticamente explicaciones científicas y textos de divulgación, elaborando argumentos basados en evidencias y reconociendo sus alcances y limitaciones.

Competencias

- Analizar evidencias fósiles, anatómicas y genéticas para fundamentar que las poblaciones pueden cambiar a través del tiempo.
- Distinguir observaciones, inferencias, explicaciones y argumentos en situaciones relacionadas con la evolución.

- Construir, revisar y mejorar modelos explicativos sobre el cambio de las poblaciones mediante el uso de evidencias.
- Explicar la selección natural considerando variación heredable, diferencias en supervivencia y reproducción, y cambios en la frecuencia de rasgos poblacionales.
- Relacionar de manera básica los aportes de Darwin y Wallace con la explicación científica de la selección natural.
- Comparar críticamente un texto científico y una noticia de divulgación, evaluando evidencias, conclusiones y formas de comunicación.

Requerimientos

- Conocimientos previos básicos sobre características de los seres vivos, poblaciones, variación y reproducción.
- Comprensión inicial de lectura de textos informativos y capacidad para registrar observaciones y conclusiones breves.
- Disposición para participar en grupos de tres o cuatro integrantes, escuchar ideas, justificar respuestas y revisar explicaciones.
- Portafolio individual, cuaderno o carpeta para conservar modelos, registros de evidencias, respuestas y reflexiones.
- Guías impresas, imágenes y fichas de trabajo sobre *Biston betularia*, fósiles, huellas de Laetoli y estructuras anatómicas homólogas.
- Textos impresos breves: una fuente sobre los aportes de Darwin y Wallace, un paper adaptado y una noticia sobre capibaras de Renaico.
- Pizarra, plumones, hojas, lápices, tarjetas, láminas y materiales simples para representar modelos y organizar evidencias.
- Instrumentos de evaluación formativa: listas de cotejo, preguntas de salida, rúbricas breves y pautas de autoevaluación.

Unidades del Curso

Unidad 1: Preguntas iniciales y modelos sobre el cambio poblacional

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y expresar sus ideas previas sobre la evolución y el cambio poblacional, distinguiendo entre afirmaciones, preguntas y explicaciones científicas iniciales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar el caso de *Biston betularia* mediante la comparación de datos sobre coloración, ambiente y supervivencia, diferenciando las observaciones de las inferencias y conclusiones que pueden sostenerse.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de construir un modelo explicativo inicial sobre el cambio de una población a través del tiempo, incorporando variación entre individuos, condiciones ambientales y reproducción diferencial.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar explicaciones centradas en cambios individuales con explicaciones poblacionales, justificando cuál es más consistente con las evidencias del caso de *Biston betularia*.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar una respuesta inicial a la pregunta «¿Cómo sabemos que las poblaciones han cambiado a través del tiempo?», utilizando evidencias del caso analizado y reconociendo los alcances y limitaciones de su modelo.

Contenidos Temáticos

1. Ideas previas sobre evolución y cambio poblacional

- **Conceptos iniciales:** evolución, población, individuo, rasgo, variación, ambiente, supervivencia y reproducción.
- **Ideas frecuentes que se analizarán:** “los individuos evolucionan porque necesitan hacerlo”, “los organismos cambian durante su vida y transmiten esos cambios”, “la evolución siempre produce organismos mejores” y “la evolución ocurre porque los seres vivos se esfuerzan”.
- **Diferencia entre individuo y población:** un individuo puede crecer, desarrollarse o modificar algunas características durante su vida; una población puede cambiar en la frecuencia de sus rasgos a lo largo de varias generaciones.
- **Tipos de expresiones científicas iniciales:**
 - Afirmación: proposición que puede ser analizada o contrastada.
 - Pregunta investigable: interrogante que puede responderse mediante observaciones o datos.
 - Explicación inicial: propuesta que relaciona causas, condiciones y resultados.
 - Predicción: resultado esperado si una explicación es adecuada.
- **Pregunta guía de la unidad:** ¿Cómo sabemos que las poblaciones han cambiado a través del tiempo?

2. El caso de *Biston betularia*

- **Organismo de estudio:** la polilla moteada, *Biston betularia*, que presenta individuos con diferencias de coloración, principalmente formas claras y oscuras.
- **Variación dentro de la población:** no todos los individuos tienen exactamente la misma coloración.
- **Condiciones ambientales:** los troncos de los árboles pueden presentar superficies claras cubiertas de líquenes o superficies más oscuras debido a hollín y contaminación industrial.
- **Visibilidad y depredación:** las aves pueden detectar con mayor facilidad a las polillas que contrastan con el tronco, lo que puede afectar sus probabilidades de sobrevivir.
- **Reproducción diferencial:** si algunos individuos sobreviven y se reproducen más que otros, sus rasgos pueden hacerse más frecuentes en las siguientes generaciones.
- **Cambio temporal en la población:** una población puede pasar de tener mayor proporción de individuos claros a tener mayor proporción de individuos oscuros, o al contrario, si cambian las condiciones ambientales.
- **Alcances del caso:** permite analizar la relación entre variación, ambiente y supervivencia; no significa que el color sea el único rasgo que influye ni que todos los cambios poblacionales se expliquen de la misma manera.

3. Observaciones, datos, inferencias y conclusiones

- **Observación:** información registrada directamente, por ejemplo, “en este ambiente se observaron 70 polillas claras y 30 oscuras”.
- **Dato:** resultado de una medición, conteo, comparación o registro sistemático.
- **Inferencia:** interpretación razonable construida a partir de los datos, por ejemplo, “las polillas oscuras fueron menos visibles en los troncos oscuros”.
- **Conclusión:** respuesta general a una pregunta, respaldada por los datos y limitada por las condiciones del estudio.
- **Relación entre datos y explicaciones:** los datos no “hablan por sí solos”; deben ser interpretados considerando qué se observó, qué se comparó y qué factores podrían influir.
- **Limitaciones de la evidencia:** un experimento de simulación con recortes de polillas no reproduce todas las condiciones de un bosque; además, la visibilidad no es el único factor que puede afectar la supervivencia y la reproducción.

4. Modelos sobre el cambio poblacional

- **Qué es un modelo:** una representación simplificada de un fenómeno que permite organizar ideas, explicar relaciones y realizar predicciones.
- **Elementos mínimos del modelo:**
 - Una población con individuos que presentan variación.
 - Un rasgo heredable o potencialmente transmisible entre generaciones.
 - Una condición ambiental que modifica las probabilidades de supervivencia o reproducción.
 - Diferencias en supervivencia o reproducción entre individuos.
 - Cambio en la proporción de los rasgos en generaciones posteriores.
- **Secuencia explicativa:** variación entre individuos → ambiente que favorece o desfavorece ciertos rasgos → supervivencia y reproducción diferencial → cambio en la frecuencia de rasgos de la población.
- **Modelo centrado en cambios individuales:** explica que un organismo cambia porque necesita adaptarse, se esfuerza o modifica su cuerpo durante su vida y luego transmite directamente ese cambio.
- **Modelo poblacional:** explica que los individuos ya presentan variación; el ambiente influye en qué individuos sobreviven y se reproducen más, y la población cambia gradualmente a través de generaciones.
- **Predicciones del modelo poblacional:**
 - Si los troncos son oscuros, las polillas oscuras deberían ser relativamente menos visibles.
 - Si las polillas claras son menos detectadas en un ambiente claro, podrían dejar más descendencia en ese ambiente.
 - Si cambia el ambiente, también podría cambiar la proporción de coloraciones favorecidas.

5. Comunicación científica inicial

- **Respuesta argumentada:** debe incluir una afirmación, evidencias y una explicación que conecte ambas.

- **Uso de evidencias:** incorporar datos sobre coloración, ambiente, visibilidad, supervivencia o proporciones poblacionales.
- **Lenguaje de certeza:** diferenciar expresiones como “los datos muestran”, “los resultados sugieren” y “no se puede concluir directamente”.
- **Reconocimiento de límites:** indicar qué explica el modelo y qué aspectos no permite establecer por sí solo.
- **Pregunta de cierre:** ¿Cómo sabemos que las poblaciones han cambiado a través del tiempo? Porque podemos comparar datos de distintas generaciones o momentos, observar cambios en la proporción de rasgos y relacionarlos con condiciones ambientales y diferencias en supervivencia o reproducción.

Actividades

Actividad 1. “¿Qué pensamos sobre la evolución?”

Objetivo: identificar y expresar ideas previas sobre evolución y cambio poblacional, distinguiendo entre afirmaciones, preguntas y explicaciones científicas iniciales.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta la pregunta guía: *¿Cómo sabemos que las poblaciones han cambiado a través del tiempo?*
- Cada estudiante responde individualmente en una hoja:
 - ¿Qué significa para mí que una población evolucione?
 - ¿Quién cambia: el individuo, la población o ambos?
 - ¿Qué evidencias permitirían saber que ocurrió un cambio?
- El docente entrega tarjetas con enunciados, por ejemplo: “Las jirafas estiran el cuello y por eso sus crías nacen con el cuello más largo”; “En una población hay individuos diferentes”; “¿Qué ocurre si cambia el ambiente?”
- En parejas, las estudiantes clasifican las tarjetas como **afirmación, pregunta, explicación o predicción**.
- Cada pareja justifica una clasificación y propone una reformulación científica de uno de los enunciados.
- El curso construye un mural inicial con tres columnas: “Lo que creemos”, “Lo que necesitamos investigar” y “Evidencias que buscamos”.
- El docente no corrige todas las ideas en este momento; las registra para retomarlas al final de la unidad.

Organización: trabajo individual y en parejas; puesta en común grupal.

Producto esperado: hoja de ideas previas, clasificación de enunciados y mural de preguntas iniciales.

Duración estimada: 60 minutos.

Actividad 2. “Detectives de datos: el caso de *Biston betularia*”

Objetivo: analizar datos sobre coloración, ambiente y supervivencia, diferenciando observaciones, inferencias y conclusiones.

Materiales: fichas o imágenes de polillas claras y oscuras, dos fondos que representen troncos claros y oscuros, hojas de registro y calculadora.

Datos sugeridos para el análisis:

- Ambiente claro: 40 polillas claras y 10 oscuras; fueron detectadas por aves 8 claras y 7 oscuras.
- Ambiente oscuro: 10 polillas claras y 40 oscuras; fueron detectadas por aves 7 claras y 8 oscuras.
- Los datos son una simulación didáctica y deben presentarse como evidencia para analizar, no como una reproducción exacta de todas las condiciones naturales.

Descripción paso a paso:

- Los grupos observan las imágenes o fichas sin recibir inicialmente una explicación sobre el camuflaje.
- Registran únicamente lo que pueden observar: colores, fondos, cantidades y diferencias de visibilidad.
- Calculan el porcentaje de polillas detectadas en cada combinación de coloración y ambiente.
- Organizan los datos en una tabla y elaboran un gráfico de barras.
- Completan tres apartados:
 - **Observamos:** descripción directa de los datos.
 - **Inferimos:** interpretación que parece razonable a partir de los datos.
 - **Concluimos provisionalmente:** respuesta que puede sostenerse, indicando sus límites.
- Responden: ¿qué coloración parece ofrecer ventaja en cada ambiente?, ¿qué dato respalda la respuesta?, ¿qué factores no fueron evaluados?
- El docente guía una discusión sobre la diferencia entre “ser menos visible” y “sobrevivir y reproducirse más”. Se enfatiza que la simulación aporta evidencia sobre detección o visibilidad, pero no mide por sí sola todas las etapas de la reproducción.

Organización: grupos de 3 o 4 estudiantes.

Producto esperado: tabla de datos, gráfico y ficha de observaciones, inferencias y conclusiones.

Duración estimada: 90 minutos.

Actividad 3. “Construimos y revisamos un modelo poblacional”

Objetivo: construir un modelo explicativo inicial que incorpore variación entre individuos, condiciones ambientales y reproducción diferencial.

Materiales: tarjetas de polillas claras y oscuras, tarjetas de ambientes, flechas adhesivas, papelógrafo o herramienta digital para mapas conceptuales.

Descripción paso a paso:

- Cada grupo recibe tarjetas con los siguientes elementos: población, individuos claros, individuos oscuros, troncos claros, troncos oscuros, depredación, supervivencia, reproducción, descendencia y generaciones.
- Construyen una primera secuencia causal que responda a: ¿por qué podría cambiar la proporción de polillas claras y oscuras?
- El modelo debe incluir al menos las siguientes relaciones:
 - La población presenta individuos con diferentes coloraciones.

- El ambiente cambia la visibilidad relativa de las coloraciones.
- La visibilidad puede afectar la probabilidad de ser depredado.
- Los individuos que sobreviven pueden reproducirse y dejar descendencia.
- Después de varias generaciones, cambia la proporción de coloraciones.
- El docente presenta una tarjeta de cambio ambiental: “el tronco pasa de claro a oscuro” o “el ambiente se vuelve más claro”. Los grupos modifican su modelo y predicen qué ocurrirá en las generaciones siguientes.
- Cada grupo revisa su modelo con una lista de comprobación:
 - ¿Incluye variación previa entre individuos?
 - ¿Distingue individuos de población?
 - ¿Incluye varias generaciones?
 - ¿Explica diferencias en supervivencia o reproducción?
 - ¿Evita afirmar que un individuo cambia porque lo necesita?
- Los grupos presentan sus modelos y reciben una sugerencia de mejora de otro grupo.

Organización: grupos de 3 o 4 estudiantes.

Producto esperado: modelo causal inicial con flechas, explicación escrita de 150 a 200 palabras y una predicción ante un cambio ambiental.

Duración estimada: 90 minutos.

Actividad 4. “Dos explicaciones frente a la evidencia”

Objetivo: comparar una explicación centrada en cambios individuales con una explicación poblacional y justificar cuál es más consistente con la evidencia de *Biston betularia*.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta dos explicaciones:
- **Explicación A, centrada en el individuo:** “Cuando el ambiente se oscurece, cada polilla necesita oscurecerse para esconderse. Durante su vida cambia de color y transmite ese cambio a sus crías”.
- **Explicación B, centrada en la población:** “En la población ya existen polillas con distintas coloraciones. En un ambiente oscuro, las oscuras pueden ser menos visibles, sobrevivir más y reproducirse con mayor frecuencia. Después de varias generaciones, aumenta la proporción de polillas oscuras”.
- Los grupos completan una tabla comparativa con las categorías: unidad que cambia, momento del cambio, papel de la variación, papel del ambiente, supervivencia, reproducción y generaciones.
- Analizan los datos de la actividad 2 y marcan qué aspectos de cada explicación son respaldados, contradichos o no evaluados.
- Preparan un argumento breve usando la estructura:
 - **Afirmación:** la explicación más consistente es...
 - **Evidencia:** los datos muestran que...

- **Razonamiento:** esto respalda la explicación porque...
- **Límite:** no podemos concluir directamente que...
- Se realiza un intercambio de argumentos. No se evalúa quién habla más, sino la calidad de la relación entre afirmación y evidencia.

Organización: grupos de 4; exposición breve al curso.

Producto esperado: tabla comparativa y argumento escrito u oral respaldado por evidencias.

Duración estimada: 60 minutos.

Actividad 5. “Respuesta científica inicial a la pregunta guía”

Objetivo: comunicar una respuesta inicial a la pregunta guía utilizando evidencias y reconociendo los alcances y limitaciones del modelo.

Descripción paso a paso:

- Las estudiantes revisan sus respuestas de la actividad 1 y las comparan con el modelo construido y los datos analizados.
- Redactan una respuesta a la pregunta: *¿Cómo sabemos que las poblaciones han cambiado a través del tiempo?*
- La respuesta debe tener entre 250 y 350 palabras e incluir:
 - Una afirmación clara sobre el cambio poblacional.
 - Una explicación de la diferencia entre cambios individuales y cambios en poblaciones.
 - Al menos dos evidencias del caso de *Biston betularia*.
 - La relación entre variación, ambiente, supervivencia y reproducción diferencial.
 - Una predicción sobre qué podría ocurrir si cambiara nuevamente el ambiente.
 - Una limitación del modelo o de los datos analizados.
- En parejas, intercambian sus textos y revisan si contienen afirmación, evidencia, razonamiento y límite.
- Cada estudiante entrega una versión final y responde una reflexión:
 - ¿Qué idea inicial mantuve?
 - ¿Qué idea modifiqué?
 - ¿Qué evidencia produjo ese cambio?

Organización: trabajo individual con revisión en parejas.

Producto esperado: texto científico argumentado y reflexión metacognitiva.

Duración estimada: 60 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: ideas previas sobre evolución, comprensión inicial de población e individuo, capacidad para formular preguntas y explicaciones, y posibles concepciones alternativas.

Cómo se evalúa:

- Respuesta individual a la pregunta guía antes de iniciar el análisis del caso.
- Clasificación de enunciados como afirmaciones, preguntas, explicaciones o predicciones.
- Elaboración de un dibujo o esquema inicial sobre cómo cambia una población.
- Preguntas orales durante la puesta en común, sin calificación numérica.

Instrumento sugerido: ficha diagnóstica y registro de observación docente.

Indicadores:

- Distingue, aunque sea inicialmente, entre un individuo y una población.
- Formula al menos una pregunta relacionada con evidencias del cambio.
- Expresa una explicación inicial identificando posibles causas y consecuencias.
- Permite reconocer si atribuye el cambio evolutivo a necesidades o esfuerzos individuales.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: análisis de datos, diferenciación entre observación e inferencia, construcción progresiva del modelo y uso de evidencias para justificar afirmaciones.

Cómo se evalúa:

- Revisión de las tablas y gráficos de la actividad sobre *Biston betularia*.
- Preguntas de comprobación durante el trabajo grupal: “¿Qué dato respalda esa afirmación?”, “¿Eso fue observado o inferido?”, “¿Están describiendo un individuo o una población?”
- Retroalimentación entre pares sobre los modelos causales.
- Uso de tickets de salida, por ejemplo: “Una diferencia entre cambio individual y cambio poblacional es...” y “Una evidencia que todavía necesitaríamos es...”
- Revisión de borradores de la respuesta científica final.

Instrumentos sugeridos: lista de cotejo, guía de análisis de datos, rúbrica breve para modelos y preguntas de salida.

Lista de cotejo para el modelo:

- Incluye variación entre individuos.
- Relaciona el rasgo con una condición ambiental.
- Explica diferencias en visibilidad o depredación.
- Incluye supervivencia y reproducción diferencial.
- Representa el cambio a través de varias generaciones.
- Distingue el cambio en la proporción de rasgos de un cambio ocurrido en cada individuo.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: integración de los objetivos de la unidad mediante la comunicación de una respuesta argumentada a la pregunta guía.

Cómo se evalúa: texto individual acompañado por el modelo explicativo revisado y una breve reflexión sobre el cambio de las ideas iniciales.

Instrumento sugerido: rúbrica analítica de 4 niveles.

Criterios y ponderación sugerida:

- **Ideas previas y conceptos científicos, 20%:** distingue individuo, población, variación y generaciones.
- **Análisis de evidencias, 25%:** utiliza datos sobre coloración, ambiente y supervivencia; diferencia observaciones de inferencias.
- **Modelo explicativo, 25%:** incorpora variación, condiciones ambientales, supervivencia y reproducción diferencial.
- **Comparación de explicaciones, 15%:** justifica por qué la explicación poblacional es más consistente con los datos del caso.
- **Comunicación y limitaciones, 15%:** presenta una respuesta clara, organizada y reconoce qué no puede concluirse directamente.

Desempeño esperado: la estudiante explica que la evolución se evidencia cuando cambia la proporción de rasgos en una población a través de generaciones. Relaciona la variación existente con las condiciones ambientales y la reproducción diferencial, utiliza datos del caso de *Biston betularia* y evita explicar el cambio como una transformación intencional de cada individuo.

Retroalimentación final: el docente entrega comentarios sobre una fortaleza, un aspecto que requiere precisión y una pregunta para continuar investigando en la siguiente unidad.

Unidad 2: Fósiles, huellas y razonamiento basado en evidencias

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de distinguir observaciones de inferencias en fotografías, esquemas y descripciones de fósiles y huellas de Laetoli, clasificando correctamente al menos el 80 % de los enunciados.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar qué información sobre la anatomía, el desplazamiento y el ambiente del pasado puede obtenerse de fósiles y huellas, justificando sus interpretaciones con evidencias observables.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar fósiles y huellas de Laetoli como registros del pasado, identificando semejanzas, diferencias y el tipo de preguntas que cada evidencia permite responder.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar conclusiones sobre la locomoción y el contexto de los individuos que dejaron las huellas de Laetoli, diferenciando afirmaciones respaldadas por la evidencia de aquellas que exceden la información disponible.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar una explicación sobre lo que fósiles y huellas permiten inferir acerca de la historia evolutiva, utilizando la estructura observación-evidencia-inferencia y reconociendo al menos una limitación de sus conclusiones.

Contenidos Temáticos

1. La ciencia como reconstrucción del pasado

- El pasado no puede observarse directamente; se reconstruye a partir de evidencias conservadas en el presente.
- Diferencia entre **evidencia**, **observación**, **inferencia**, **explicación** y **limitación**.
- Importancia de separar lo que se observa directamente de lo que se interpreta.
- La evidencia científica permite responder algunas preguntas, pero no todas. Una conclusión debe ser proporcional a la información disponible.
- Estructura para argumentar:
 - **Observación:** dato directamente visible o descrito.
 - **Evidencia:** observación relevante que respalda una afirmación.
 - **Inferencia:** interpretación razonada basada en la evidencia.
 - **Limitación:** aspecto que la evidencia no permite conocer con seguridad.

2. Fósiles como registros del pasado

- Definición de fósil: resto, impresión, molde, huella o evidencia de actividad de un organismo del pasado que se ha conservado en materiales geológicos.
- Tipos de fósiles:
 - Restos corporales: huesos, dientes, conchas, troncos, semillas u otras partes duras.
 - Impresiones y moldes: marcas o formas dejadas por un organismo.
 - Fósiles de actividad o icnofósiles: huellas, madrigueras, marcas de alimentación y coprolitos.
 - Fósiles con conservación excepcional: organismos o partes conservados con gran detalle en ambientes particulares.
- Procesos generales de fosilización:
 - Muerte y depósito del organismo o de una parte de este.
 - Enterramiento rápido por sedimentos, ceniza u otros materiales.
 - Descomposición de las partes blandas.
 - Compactación, mineralización y transformación de los sedimentos.
 - Exposición posterior por erosión o excavación.
- Información que puede obtenerse de los fósiles:
 - Forma y tamaño de algunas estructuras anatómicas.
 - Rasgos que pueden compararse con organismos actuales o con otros fósiles.
 - Posibles adaptaciones relacionadas con alimentación, locomoción o ambiente.
 - Presencia de organismos en determinados lugares y momentos de la historia de la Tierra.
 - Cambios anatómicos a través del tiempo y posibles relaciones evolutivas.

- Limitaciones de los fósiles:
 - El registro fósil es incompleto y no todas las especies o individuos se conservan.
 - Las partes blandas suelen desaparecer.
 - Un fósil puede estar deformado, fragmentado o desplazado.
 - Un solo ejemplar no necesariamente representa a toda una especie.
 - La forma de una estructura no permite conocer con certeza todos los comportamientos del organismo.

3. Observación e inferencia en el estudio de fósiles

- Ejemplos de observaciones:
 - “El fósil presenta dientes de diferentes tamaños.”
 - “El hueso tiene una superficie curva y una cavidad en uno de sus extremos.”
 - “La estructura está incompleta.”
 - “La roca que contiene el fósil presenta varias capas visibles.”
- Ejemplos de inferencias:
 - “El organismo probablemente procesaba alimentos de distintas características.”
 - “La estructura pudo cumplir una función relacionada con el movimiento.”
 - “El organismo habitó un ambiente con determinadas condiciones.”
- Una inferencia debe:
 - Relacionarse con una o más observaciones.
 - Usar lenguaje de grado de certeza: “sugiere”, “es compatible con”, “probablemente”, “no permite afirmar con seguridad”.
 - Distinguir entre una explicación posible y una conclusión demostrada.

4. Las huellas como evidencias de actividad

- Las huellas son icnofósiles: conservan información sobre una acción realizada por un organismo, no necesariamente su cuerpo.
- Una huella puede registrar:
 - Forma aproximada del pie o de otra estructura que hizo contacto con el suelo.
 - Longitud y anchura de la huella.
 - Presencia de talón, arco, parte delantera del pie y dedos.
 - Dirección del desplazamiento.
 - Distancia entre huellas sucesivas.
 - Superposición o alineación de las pisadas.
 - Características del sustrato, como humedad, firmeza o deformación.

- Información que una huella puede aportar:
 - Anatomía funcional aproximada del pie.
 - Patrón de apoyo y desplazamiento.
 - Posible postura o forma de locomoción.
 - Dirección y recorrido relativo.
 - Condiciones del terreno en el momento en que se produjo.
- Limitaciones de las huellas:
 - No muestran directamente el esqueleto completo del individuo.
 - La huella puede deformarse por el tipo de suelo, la humedad o la erosión.
 - La identidad exacta del individuo que produjo la huella no suele conocerse.
 - El sexo, la edad y la velocidad solo pueden estimarse, y a veces con gran incertidumbre.
 - No se puede afirmar automáticamente qué pensaban, sentían o hacían los individuos.

5. Las huellas de Laetoli

- Las huellas de Laetoli se encuentran en Tanzania y tienen una antigüedad aproximada de 3,66 millones de años.
- Fueron conservadas en ceniza volcánica húmeda que posteriormente se endureció y quedó cubierta por nuevos materiales.
- Se identificaron rastros de homínidos, entre ellos una trayectoria principal asociada tradicionalmente con dos individuos y otras huellas cercanas.
- Características observables de los rastros:
 - Huellas organizadas en secuencias, no marcas aisladas.
 - Orientación general de las pisadas en una dirección.
 - Presencia de talón y zona anterior del pie.
 - Dedos orientados hacia adelante en varias huellas.
 - Patrón de apoyo compatible con una forma de locomoción bípeda.
 - Diferencias de tamaño y separación entre algunos rastros.
- Inferencias respaldadas por las huellas:
 - Los individuos que produjeron las huellas se desplazaban sobre dos extremidades inferiores, de acuerdo con la secuencia y la morfología de las pisadas.
 - El terreno era lo suficientemente blando como para registrar las pisadas, pero pudo endurecerse después y conservarlas.
 - Las huellas fueron producidas durante un mismo episodio o en momentos cercanos, según la relación entre las capas y los rastros.
 - Los individuos se desplazaban aproximadamente en la dirección indicada por la sucesión de huellas.

- Conclusiones que deben expresarse con cautela:
 - No puede determinarse con seguridad la identidad exacta de cada individuo.
 - No puede afirmarse con certeza que el grupo estuviera “caminando juntos” solo porque las huellas estén próximas.
 - No puede deducirse directamente que estuvieran huyendo, conversando, cazando o realizando una actividad específica.
 - La velocidad y la edad pueden estimarse a partir de modelos, pero no observarse directamente.
 - La presencia de ceniza volcánica no permite reconstruir por sí sola todo el clima o ecosistema de la región.

6. Anatomía, locomoción y ambiente

- Relación entre la anatomía y la función:
 - La forma de los huesos puede aportar información sobre articulaciones y movimientos posibles.
 - La forma del pie y la distribución de las huellas pueden aportar información sobre apoyo y desplazamiento.
 - Una característica anatómica debe interpretarse en conjunto con otras evidencias.
- Indicadores de locomoción bípeda en huellas:
 - Secuencia alternada de huellas correspondientes a los pies.
 - Orientación de los pies en la dirección del avance.
 - Registro de talón y parte delantera del pie.
 - Organización del paso que puede ser comparada con huellas humanas actuales.
- Indicadores ambientales:
 - Tipo de sedimento o ceniza que conserva la huella.
 - Grado de humedad y consistencia del sustrato.
 - Presencia de otras huellas, restos vegetales o fósiles asociados.
 - Relación entre capas geológicas y posición de los restos.
- Diferencia entre evidencia directa e interpretación ambiental:
 - Observar ceniza húmeda es una evidencia directa.
 - Inferir que existía un ambiente específico requiere integrar otras evidencias, como polen, restos animales, sedimentos y datos geológicos.

7. Comparación entre fósiles corporales y huellas de Laetoli

- Semejanzas:
 - Ambos son registros materiales del pasado.
 - Ambos requieren observación, comparación e inferencia.
 - Ambos pueden contribuir al estudio de la evolución y la locomoción.

- Ambos presentan limitaciones debido a la conservación incompleta.
- Diferencias:
 - Los fósiles corporales aportan información sobre partes del cuerpo; las huellas aportan información sobre una acción o desplazamiento.
 - Los huesos permiten estudiar estructuras internas o articulaciones; las huellas muestran principalmente el contacto con el suelo.
 - Una huella puede registrar una conducta puntual, mientras un fósil corporal puede conservar una estructura formada durante la vida.
 - Las huellas suelen preservar información sobre dirección y secuencia; los huesos no registran necesariamente un desplazamiento específico.
- Preguntas que pueden responderse:
 - **Fósiles corporales:** ¿qué características tenía el organismo?, ¿cómo eran sus dientes o huesos?, ¿con qué organismos puede compararse?
 - **Huellas:** ¿cómo apoyaba el pie?, ¿en qué dirección se desplazaba?, ¿cuántos rastros se conservan?, ¿cómo era el sustrato?
 - **Combinación de evidencias:** ¿la anatomía observada es compatible con el patrón de locomoción?, ¿qué interpretación se fortalece al usar distintos tipos de evidencia?

8. Razonamiento y comunicación científica

- Construcción de explicaciones mediante la secuencia:
 - “Observo que...”
 - “Esta evidencia sugiere que...”
 - “Por lo tanto, es razonable inferir que...”
 - “Sin embargo, no puedo concluir con seguridad que...”
- Evaluación de afirmaciones:
 - **Respaldada:** la afirmación se relaciona directamente con observaciones.
 - **Posible, pero incierta:** la afirmación es compatible con la evidencia, aunque requiere datos adicionales.
 - **No respaldada:** la afirmación incluye información que la evidencia no permite establecer.
- Uso de lenguaje científico preciso: “indica”, “sugiere”, “es compatible con”, “permite proponer”, “no permite determinar”.
- Reconocimiento de que una conclusión científica puede revisarse cuando aparecen nuevas evidencias o mejores métodos de análisis.

Actividades

1. ¿Observo o infiero?

Objetivo: Distinguir observaciones de inferencias en fotografías, esquemas y descripciones de fósiles y huellas de Laetoli. Contribuye principalmente al primer objetivo de la unidad.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta entre 12 y 16 enunciados relacionados con fósiles y huellas. Algunos deben ser observaciones y otros inferencias.
- Ejemplos de enunciados:
 - “Se observan cinco marcas alargadas en la parte anterior de la huella.”
 - “El individuo caminaba lentamente.”
 - “Las huellas están ubicadas en una capa de ceniza.”
 - “Los individuos pertenecían a la misma familia.”
 - “La huella presenta una zona posterior más ancha.”
 - “El suelo estaba húmedo cuando se produjo la huella.”
- De manera individual, cada estudiante clasifica los enunciados como **observación, inferencia o afirmación que excede la evidencia**.
- En parejas, comparan sus respuestas y deben justificar al menos cinco clasificaciones usando la pregunta: “¿Podría otra persona observar exactamente lo mismo?”
- El docente realiza una puesta en común y explica los casos discutibles.
- Como cierre, cada estudiante transforma una observación en una inferencia razonada y una inferencia excesiva en una afirmación científicamente más cuidadosa.

Organización: trabajo individual y luego en parejas.

Producto esperado: tabla clasificada y dos reformulaciones argumentadas.

Duración estimada: 45 minutos.

2. Laboratorio de huellas y sustratos

Objetivo: Analizar qué información puede obtenerse de una huella y reconocer cómo el sustrato modifica la evidencia. Contribuye al segundo y cuarto objetivo de la unidad.

Materiales: bandejas, arena o tierra húmeda, arcilla o plastilina, agua, regla, palitos, réplicas de pies o zapatos, hojas de registro y teléfonos o cámaras opcionales.

Descripción paso a paso:

- El docente prepara tres superficies: una seca y compacta, una húmeda y blanda, y otra muy saturada de agua.
- Los grupos realizan una misma pisada o presión en cada superficie utilizando una réplica de pie o un objeto con una forma conocida.
- Observan y registran:
 - Longitud y anchura de cada marca.
 - Profundidad aproximada.

- Claridad de los dedos y del talón.
- Deformaciones, bordes o pérdida de detalles.
- Comparan las marcas y responden:
 - ¿Qué características se conservaron en todas las superficies?
 - ¿Qué características cambiaron por efecto del sustrato?
 - ¿Qué observaciones serían confiables para inferir la forma general del pie?
 - ¿Qué conclusiones no podrían establecerse con una sola huella?
- El docente presenta una imagen o esquema simplificado de una huella de Laetoli. Los grupos identifican talón, parte anterior, dedos, dirección del desplazamiento y posibles zonas de apoyo.
- Cada grupo redacta una conclusión utilizando la estructura: “Observamos..., esto sugiere..., pero no permite determinar...”.

Organización: grupos de 3 o 4 estudiantes.

Producto esperado: hoja de datos, dibujo anotado y conclusión basada en observaciones.

Duración estimada: 60 minutos.

3. Estación de análisis de fósiles

Objetivo: Analizar la información anatómica que proporcionan distintos fósiles y distinguir entre datos observables e interpretaciones funcionales o evolutivas. Contribuye al segundo y quinto objetivo de la unidad.

Materiales: imágenes impresas o modelos de dientes, mandíbulas, huesos largos, pelvis, pies y fósiles fragmentarios; reglas; lupas; fichas de análisis.

Descripción paso a paso:

- El docente organiza estaciones con diferentes imágenes o modelos de fósiles.
- En cada estación, los estudiantes registran:
 - Qué estructuras se observan.
 - Qué partes están completas o ausentes.
 - Qué forma, tamaño, superficie o articulación se identifica.
 - Con qué estructura de un organismo actual podría compararse.
- Para cada fósil, escriben una inferencia posible y el dato que la respalda.
- También escriben una conclusión que no sería válida con la información disponible.
- Ejemplo:
 - **Observación:** “La pelvis es relativamente ancha y presenta una forma determinada.”
 - **Inferencia posible:** “La estructura puede estar relacionada con una forma particular de sostener el cuerpo durante la locomoción.”
 - **Conclusión excesiva:** “El individuo caminaba siempre erguido y se desplazaba a determinada velocidad.”
- Cada grupo selecciona una estación y presenta su análisis al curso.

- El resto de la clase identifica si la explicación presentada contiene observación, evidencia, inferencia y limitación.

Organización: grupos de 3 o 4 estudiantes, con rotación por estaciones.

Producto esperado: ficha de análisis de cada fósil y exposición breve de una interpretación.

Duración estimada: 70 minutos.

4. Comparación de registros: fósiles corporales y huellas de Laetoli

Objetivo: Comparar fósiles y huellas como registros del pasado, identificar las preguntas que cada evidencia permite responder y evaluar los límites de las conclusiones. Contribuye al tercer y cuarto objetivo de la unidad.

Descripción paso a paso:

- El docente entrega a cada grupo un conjunto de evidencias: una imagen de un fósil corporal, un esquema de una huella de Laetoli, información sobre la ceniza volcánica y una descripción breve del contexto geológico.
- Los estudiantes completan una tabla con las columnas:
 - Observación.
 - Tipo de evidencia.
 - Pregunta que permite responder.
 - Inferencia respaldada.
 - Limitación.
- Clasifican preguntas según la evidencia más adecuada:
 - ¿Qué forma tenía una estructura corporal?
 - ¿En qué dirección se desplazó un individuo?
 - ¿Qué características presentaba el sustrato?
 - ¿Qué rasgos anatómicos pueden relacionarse con la locomoción?
 - ¿Qué actividad exacta realizaban los individuos?
- El grupo construye un diagrama de Venn con semejanzas y diferencias entre fósiles corporales y huellas.
- Después, analiza cinco afirmaciones sobre Laetoli y las clasifica como:
 - Respaldada por la evidencia.
 - Posible, pero requiere evidencia adicional.
 - No respaldada o excesiva.
- Ejemplos de afirmaciones:
 - “Los individuos dejaron una secuencia de huellas sobre ceniza volcánica.”
 - “Las huellas son compatibles con locomoción bípeda.”
 - “Los individuos eran necesariamente adultos.”
 - “Los individuos caminaban juntos como una familia.”
 - “Las huellas permiten conocer con exactitud la personalidad de quienes las produjeron.”

- Cada grupo defiende una clasificación utilizando al menos dos observaciones.

Organización: grupos de 4 estudiantes y discusión plenaria.

Producto esperado: tabla comparativa, diagrama de Venn y clasificación argumentada de afirmaciones.

Duración estimada: 60 minutos.

5. Producto final: explicación científica sobre Laetoli

Objetivo: Comunicar una explicación sobre lo que fósiles y huellas permiten inferir acerca de la historia evolutiva, usando la estructura observación-evidencia-inferencia y reconociendo limitaciones. Contribuye a todos los objetivos, especialmente al quinto.

Descripción paso a paso:

- El docente plantea la pregunta orientadora: **“¿Qué pueden decirnos los fósiles y las huellas de Laetoli sobre la locomoción y la historia evolutiva de los homínidos?”**
- Cada estudiante elabora un texto de 400 a 600 palabras, una infografía o una presentación breve.
- El producto debe incluir:
 - Una descripción de al menos tres observaciones.
 - Dos evidencias concretas tomadas de fósiles o huellas.
 - Dos inferencias explicadas con razonamiento.
 - Una comparación entre fósiles corporales y huellas.
 - Una afirmación sobre la locomoción de los individuos de Laetoli.
 - Al menos una limitación de la conclusión.
 - Uso de lenguaje científico cuidadoso.
- Antes de entregar, los estudiantes revisan su trabajo con una lista de cotejo:
 - ¿Separé observaciones de inferencias?
 - ¿Indiqué qué evidencia respalda cada interpretación?
 - ¿Evité afirmar más de lo que muestran los datos?
 - ¿Reconocí una limitación?
 - ¿Usé expresiones como “sugiere” o “es compatible con” cuando corresponde?
- Los productos se intercambian entre parejas para recibir retroalimentación sobre claridad, respaldo y limitaciones.
- El estudiante realiza una versión final incorporando las sugerencias recibidas.

Organización: producción individual, revisión en parejas.

Producto esperado: explicación científica escrita, infografía o presentación argumentada.

Duración estimada: 90 minutos, incluyendo planificación, elaboración y revisión.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Propósito: identificar las ideas previas sobre fósiles, huellas, evolución, observaciones e inferencias.

Qué se evalúa:

- Comprensión inicial del concepto de fósil.
- Capacidad para diferenciar una descripción visible de una interpretación.
- Ideas previas sobre lo que una huella puede revelar.
- Posibles concepciones erróneas, como considerar que toda conclusión sobre el pasado es una observación directa.

Cómo se evalúa:

- Presentar una imagen de una huella y una imagen de un fósil.
- Solicitar tres observaciones y tres inferencias para cada imagen.
- Preguntar: “¿Qué podemos saber con seguridad a partir de una huella?” y “¿Qué información no podemos obtener directamente?”
- Aplicar una clasificación breve de seis enunciados.

Instrumento sugerido: cuestionario diagnóstico breve, sin calificación numérica, acompañado de una tabla de registro de respuestas. El docente utiliza los resultados para reforzar observación e inferencia antes de iniciar el análisis de evidencias.

Evaluación formativa

Propósito: monitorear el desarrollo progresivo de las habilidades de análisis, argumentación y comunicación científica.

Qué se evalúa:

- Clasificación correcta de observaciones e inferencias.
- Uso de evidencias observables para justificar interpretaciones.
- Reconocimiento de las limitaciones de fósiles y huellas.
- Comparación entre registros corporales e icnofósiles.
- Uso de lenguaje científico relacionado con el grado de certeza.

Cómo se evalúa:

- Revisión de las tablas de las actividades.
- Preguntas orales durante el trabajo grupal: “¿Qué observas exactamente?”, “¿Qué dato respalda esa afirmación?” y “¿Qué otra explicación sería posible?”
- Retroalimentación entre pares mediante la estructura “fortaleza, duda y sugerencia”.
- Ticket de salida al finalizar una clase:
 - Una observación sobre las huellas de Laetoli.
 - Una inferencia respaldada por esa observación.
 - Una limitación de dicha inferencia.

Instrumentos sugeridos: lista de cotejo, rúbrica breve de argumentación, preguntas de salida y registro anecdótico del docente.

Lista de cotejo formativa:

- Identifica datos observables sin agregar interpretaciones.
- Relaciona cada inferencia con una evidencia concreta.
- Utiliza expresiones de certeza apropiadas.
- Reconoce al menos una limitación.
- Participa escuchando y justificando sus ideas.

Evaluación sumativa

Propósito: determinar si el estudiante integra los aprendizajes de la unidad y puede construir una explicación científica basada en evidencias.

Componentes sugeridos:

- **Parte A: clasificación de enunciados, 20 %.** El estudiante clasifica 15 enunciados sobre fósiles y huellas como observación, inferencia o afirmación excesiva. Se espera un mínimo de 80 % de respuestas correctas.
- **Parte B: análisis de una evidencia, 25 %.** A partir de una imagen o esquema de una huella y un fósil, identifica observaciones, información posible, inferencias y limitaciones.
- **Parte C: comparación, 20 %.** Completa una tabla o texto comparativo sobre fósiles corporales y huellas de Laetoli, incluyendo semejanzas, diferencias y preguntas que cada evidencia permite responder.
- **Parte D: evaluación de afirmaciones, 15 %.** Analiza cuatro conclusiones sobre la locomoción y el contexto de Laetoli, indicando si están respaldadas, son posibles pero inciertas o exceden la evidencia.
- **Parte E: comunicación científica, 20 %.** Presenta el producto final con la estructura observación-evidencia-inferencia-limitación.

Rúbrica sugerida para el producto final:

- **4 - Excelente:** distingue con precisión observaciones e inferencias; usa varias evidencias relevantes; compara adecuadamente los registros; formula conclusiones cuidadosas y reconoce limitaciones específicas.
- **3 - Logrado:** distingue la mayoría de observaciones e inferencias; utiliza evidencias pertinentes; incluye una comparación y una limitación, aunque con poca profundidad.
- **2 - En desarrollo:** mezcla algunas observaciones con inferencias; presenta evidencias generales; formula conclusiones parcialmente justificadas o poco precisas.
- **1 - Inicial:** confunde observación e inferencia; no relaciona las afirmaciones con evidencias; presenta conclusiones excesivas o no reconoce limitaciones.

Criterios de logro de la unidad:

- Clasifica correctamente al menos el 80 % de los enunciados.
- Justifica interpretaciones usando observaciones concretas de fósiles o huellas.
- Compara ambos tipos de evidencia y reconoce las preguntas que permiten responder.

- Diferencia conclusiones respaldadas de afirmaciones que exceden la evidencia.
- Comunica una explicación coherente con al menos una limitación explícita.

Unidad 3: Estructuras homólogas y ancestro común

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y comparar estructuras homólogas en organismos de distintos grupos, utilizando tablas, esquemas o imágenes anatómicas y describiendo semejanzas y diferencias relevantes.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar patrones anatómicos compartidos para inferir la existencia de un ancestro común, diferenciando entre observaciones, inferencias y conclusiones.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar por qué las estructuras homólogas constituyen evidencia de evolución, relacionando su semejanza estructural con la descendencia con modificación y señalando los alcances de esta evidencia.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de construir un modelo o cladograma sencillo basado en estructuras homólogas, justificando la agrupación de organismos mediante evidencias anatómicas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar una explicación científica sobre ancestro común, utilizando vocabulario evolutivo adecuado, evidencias anatómicas y argumentos que distingan semejanzas homólogas de semejanzas análogas.

Contenidos Temáticos

1. Semejanzas y diferencias entre organismos

Se introducirá la comparación anatómica como una herramienta para identificar patrones compartidos entre organismos y formular explicaciones sobre su historia evolutiva.

- **Comparación anatómica:** análisis de características observables en el cuerpo de distintos organismos, como posición, forma, número y relación entre huesos o estructuras.
- **Semejanzas estructurales:** características que pueden indicar una relación de parentesco, aunque cumplan funciones diferentes.
- **Diferencias estructurales:** modificaciones asociadas con el ambiente, el modo de vida o la función de una estructura.
- **Importancia de comparar:** una sola semejanza no siempre es suficiente; es necesario analizar varios rasgos y su organización.
- **Vocabulario clave:** estructura, función, semejanza, diferencia, patrón anatómico, organismo y comparación.

2. Estructuras homólogas

Se estudiará el concepto de homología y su relación con la descendencia con modificación.

- **Definición:** las estructuras homólogas tienen un origen evolutivo común y conservan un patrón estructural semejante, aunque puedan desempeñar funciones diferentes.
- **Ejemplo principal:** extremidades anteriores de humanos, murciélagos, ballenas y gatos.
- **Patrón óseo compartido:** húmero, radio, cúbito, huesos de la muñeca, metacarpos y falanges.
- **Diferencias funcionales:**
 - En el ser humano, la extremidad permite manipular objetos.
 - En el murciélago, permite el vuelo.
 - En la ballena, participa en la propulsión y dirección en el agua.
 - En el gato, permite caminar, correr y saltar.
- **Semejanza profunda y diferencia superficial:** el plan anatómico general puede conservarse, mientras que el tamaño, la forma y la función se modifican.
- **Otros ejemplos:** extremidades anteriores de vertebrados, piezas bucales de insectos y estructuras internas de algunos órganos cuando existe evidencia de origen evolutivo común.

3. Homología y analogía

Se diferenciarán las estructuras homólogas de las análogas para evitar interpretar toda semejanza como evidencia de un ancestro común cercano.

- **Estructuras homólogas:** comparten origen evolutivo, aunque puedan tener funciones distintas.
- **Estructuras análogas:** cumplen funciones semejantes, pero tienen un origen evolutivo y un desarrollo estructural diferente.
- **Ejemplos de analogía:** alas de aves y alas de insectos; aletas de tiburón y extremidades modificadas de delfines.
- **Convergencia evolutiva:** proceso por el cual organismos de grupos diferentes desarrollan rasgos semejantes debido a presiones ambientales o funciones similares.
- **Divergencia evolutiva:** proceso por el cual organismos con un ancestro común desarrollan diferencias debido a distintos ambientes, formas de vida o presiones selectivas.
- **Pregunta orientadora:** ¿la semejanza observada se explica mejor por un origen común o por una función similar?

4. Ancestro común y descendencia con modificación

Se analizará cómo los patrones anatómicos compartidos permiten inferir que diferentes organismos descienden de antepasados comunes.

- **Ancestro común:** organismo o población ancestral de la que descienden dos o más grupos de organismos.
- **Descendencia con modificación:** las generaciones heredan características de sus antepasados, pero estas pueden modificarse a lo largo del tiempo.
- **Interpretación de una estructura homóloga:** un patrón anatómico compartido puede haber sido heredado de un ancestro común y modificado en diferentes linajes.

- **Importante:** los organismos actuales no necesariamente descienden directamente unos de otros; pueden compartir un ancestro común.
- **Inferencia científica:** el ancestro común no siempre se observa directamente; su existencia se infiere a partir de evidencias anatómicas y otras evidencias evolutivas.
- **Ejemplo de razonamiento:** si varios vertebrados comparten el mismo patrón básico de huesos en sus extremidades anteriores, se puede inferir que heredaron ese patrón de un antepasado común.

5. Observaciones, inferencias y conclusiones

Se desarrollará la capacidad de distinguir lo que se observa directamente de las explicaciones que se construyen a partir de esas observaciones.

- **Observación:** descripción directa de una característica, sin explicar su causa.
- **Ejemplo de observación:** “El brazo humano y el ala de murciélago presentan húmero, radio y cúbito”.
- **Inferencia:** interpretación razonada basada en una o varias observaciones.
- **Ejemplo de inferencia:** “Estas estructuras podrían haber heredado su patrón básico de un antepasado común”.
- **Conclusión:** respuesta general que integra la evidencia y la inferencia.
- **Ejemplo de conclusión:** “Las extremidades anteriores de estos vertebrados constituyen evidencia de evolución porque conservan un plan estructural común, aunque se hayan modificado para cumplir funciones diferentes”.
- **Lenguaje científico:** utilizar expresiones como “la evidencia sugiere”, “se puede inferir”, “es consistente con” y “el patrón observado indica”.

6. Estructuras homólogas como evidencia de evolución

Se explicará por qué la homología respalda la idea de evolución y cuáles son los alcances y limitaciones de esta evidencia.

- **Relación entre homología y evolución:** un patrón anatómico compartido en organismos diferentes es esperable si estos heredaron parte de su estructura de un ancestro común.
- **Modificación a lo largo del tiempo:** las estructuras pueden cambiar en forma, tamaño y función sin perder completamente su organización ancestral.
- **Evidencia comparativa:** la anatomía comparada permite reconstruir posibles relaciones de parentesco.
- **Alcance:** las estructuras homólogas apoyan la existencia de ancestros comunes y permiten comparar el grado de semejanza entre grupos.
- **Limitaciones:**
 - Una semejanza aislada no demuestra por sí sola un parentesco evolutivo.
 - Algunas semejanzas pueden originarse por evolución convergente.
 - La homología debe analizarse junto con evidencias fósiles, moleculares, embriológicas y biogeográficas.
 - Las estructuras homólogas no permiten conocer todos los detalles de la historia evolutiva de un organismo.

7. Análisis de matrices de características

Se enseñará a organizar información anatómica en tablas para comparar organismos y justificar agrupaciones.

- **Características observables:** presencia o ausencia de determinadas estructuras, número de elementos, posición relativa, forma o función.
- **Tabla comparativa:** organismos en las filas y características en las columnas.
- **Codificación sencilla:** utilizar “1” para presencia y “0” para ausencia, o descripciones breves como “presente”, “ausente”, “modificado” o “reducido”.
- **Interpretación:** los organismos que comparten más características homólogas pueden estar más estrechamente relacionados que aquellos que comparten menos.
- **Precaución:** no se debe agrupar únicamente por apariencia general o función; es necesario identificar el origen y la organización de las estructuras.

8. Cladogramas sencillos

Se construirá e interpretará un modelo visual de relaciones de parentesco basado en características homólogas.

- **Cladograma:** representación hipotética de relaciones de parentesco entre organismos o grupos.
- **Nodo:** punto que representa un ancestro común hipotético.
- **Ramas:** líneas que representan linajes evolutivos.
- **Carácter derivado compartido:** característica presente en un grupo y heredada de un ancestro común más reciente.
- **Grupo externo:** organismo utilizado como referencia para comparar características ancestrales y derivadas.
- **Interpretación correcta:** los organismos que comparten un nodo más reciente tienen un ancestro común más reciente entre sí.
- **Advertencia:** la posición izquierda, derecha, superior o inferior de un organismo en el cladograma no indica que sea más o menos evolucionado.

9. Comunicación científica sobre homología y ancestro común

Se desarrollará la capacidad de presentar una explicación científica clara, sustentada en evidencias anatómicas y vocabulario evolutivo.

- **Estructura sugerida para una explicación:**
 1. Presentar la afirmación o idea principal.
 2. Describir la evidencia anatómica observada.
 3. Explicar cómo la evidencia se relaciona con un ancestro común.
 4. Diferenciar homología de analogía si resulta pertinente.
 5. Indicar el alcance o una limitación de la explicación.
- **Vocabulario esperado:** evolución, ancestro común, homología, analogía, descendencia con modificación, convergencia, divergencia, evidencia, inferencia, carácter y cladograma.
- **Formato posible:** informe breve, exposición oral, póster científico, infografía o presentación digital.

- **Criterios de calidad:** precisión científica, uso de evidencias, coherencia entre evidencia y conclusión, claridad y diferenciación entre observación e inferencia.

Actividades

1. Detectives de estructuras: comparar extremidades anteriores

Objetivo: identificar y comparar estructuras homólogas en organismos de distintos grupos, describiendo semejanzas y diferencias relevantes.

Descripción paso a paso:

1. El docente presenta imágenes o esquemas de las extremidades anteriores de un humano, un murciélago, una ballena, un gato y un lagarto. También puede utilizar modelos óseos, láminas impresas o recursos digitales.
2. Los estudiantes observan las imágenes sin recibir inicialmente el nombre del concepto “homología”.
3. Cada estudiante registra en una tabla las estructuras que logra identificar: húmero, radio, cúbito, muñeca, metacarpos y falanges.
4. En parejas, comparan el número, la posición relativa, el tamaño y la forma de los huesos.
5. Completan una segunda columna indicando la función principal de cada extremidad.
6. Responden: ¿qué características se conservan?, ¿qué características cambian?, ¿por qué una misma estructura podría cumplir funciones diferentes?
7. El docente introduce y formaliza el concepto de estructura homóloga a partir de las observaciones realizadas.
8. Las parejas comparten una conclusión utilizando la estructura: “Observamos..., inferimos..., por lo tanto...”.

Organización: trabajo individual inicial y luego en parejas.

Producto esperado: tabla comparativa completada y una conclusión breve diferenciando observación, inferencia y conclusión.

Duración estimada: 60 minutos.

2. ¿Homólogas o análogas?

Objetivo: distinguir semejanzas homólogas de semejanzas análogas y justificar la clasificación utilizando criterios de origen, estructura y función.

Descripción paso a paso:

1. El docente prepara tarjetas con pares o grupos de estructuras: brazo humano y ala de murciélago; ala de ave y ala de mariposa; aleta de ballena y brazo humano; aleta de tiburón y aleta de delfín; pata de topo y pata de grillo topo.
2. En grupos de cuatro estudiantes, se entrega un conjunto de tarjetas con imágenes y una ficha de análisis.
3. Para cada caso, los estudiantes responden:
 - ¿Las estructuras tienen una organización interna semejante?
 - ¿Cumplen funciones iguales o diferentes?
 - ¿Qué hipótesis sobre su origen podría proponerse?

- ¿Se trata de homología, analogía o un caso que requiere más información?

4. Los grupos clasifican las tarjetas en dos categorías: “evidencia de origen común” y “semejanza funcional posiblemente convergente”.
5. Cada grupo elige un caso y prepara una explicación de un minuto.
6. Durante la puesta en común, el docente corrige la idea errónea de que “misma función” significa necesariamente “mismo origen”.
7. Los estudiantes completan individualmente un ticket de salida con un ejemplo de homología y uno de analogía, justificando cada respuesta.

Organización: grupos de cuatro y trabajo individual de cierre.

Producto esperado: clasificación argumentada de tarjetas y ticket de salida.

Duración estimada: 60 minutos.

3. Del patrón anatómico al ancestro común

Objetivo: analizar patrones anatómicos compartidos para formular inferencias sobre la existencia de un ancestro común, diferenciando observaciones, inferencias y conclusiones.

Descripción paso a paso:

1. El docente entrega a cada grupo una serie de imágenes simplificadas de extremidades anteriores de cinco vertebrados.
2. Los estudiantes completan una ficha dividida en tres secciones: “Lo que observo”, “Lo que infiero” y “Mi conclusión”.
3. En la sección de observaciones, deben describir únicamente características visibles, por ejemplo: “todos presentan un hueso proximal largo”.
4. En la sección de inferencias, formulan explicaciones como: “el patrón pudo heredarse de un ancestro común”.
5. En la sección de conclusión, relacionan el patrón con la evolución: “las semejanzas estructurales, junto con las modificaciones funcionales, apoyan la descendencia con modificación”.
6. El docente presenta una situación problemática: “Si una ballena no tiene una mano visible como la humana, ¿cómo puede compartir un patrón estructural con ella?”.
7. Los grupos elaboran un esquema que muestre una estructura ancestral hipotética y sus modificaciones en distintos linajes.
8. Se realiza una revisión entre grupos usando dos preguntas: ¿la conclusión se basa en las observaciones? y ¿se distingue claramente entre hecho e interpretación?

Organización: grupos de tres o cuatro estudiantes.

Producto esperado: ficha de observaciones, inferencias y conclusiones, además de un esquema de descendencia con modificación.

Duración estimada: 75 minutos.

4. Construcción de un cladograma anatómico

Objetivo: construir un cladograma sencillo basado en estructuras homólogas y justificar la agrupación de organismos mediante evidencias anatómicas.

Descripción paso a paso:

1. El docente entrega una matriz con cinco organismos vertebrados ficticios o reales y seis características anatómicas. Por ejemplo:
 - presencia de columna vertebral;
 - presencia de cuatro extremidades;
 - extremidad anterior con húmero, radio y cúbito;
 - dedos modificados en ala;
 - extremidad anterior modificada en aleta;
 - pulgar parcialmente oponible.
2. Los grupos identifican qué características son compartidas por varios organismos y cuáles aparecen en grupos más reducidos.
3. Ordenan las características desde las más generales hasta las más específicas.
4. Construyen un cladograma en papel, cartulina o una herramienta digital.
5. Colocan las características sobre las ramas o cerca de los nodos donde aparecen.
6. Escriben una justificación para cada agrupación: “Estos organismos se agrupan porque comparten...”.
7. Comparan su modelo con el de otro grupo y revisan si las agrupaciones están respaldadas por la matriz.
8. Cada grupo presenta el cladograma y responde qué organismos comparten el ancestro común más reciente según su modelo.

Organización: grupos de cuatro estudiantes.

Producto esperado: matriz analizada, cladograma rotulado y justificación escrita de las agrupaciones.

Duración estimada: 90 minutos.

5. Explicación científica: “¿Qué nos cuentan los huesos?”

Objetivo: comunicar una explicación científica sobre ancestro común utilizando vocabulario evolutivo, evidencias anatómicas y una distinción clara entre homología y analogía.

Descripción paso a paso:

1. Cada estudiante selecciona un conjunto de organismos y estructuras, por ejemplo, extremidades de vertebrados o alas de aves e insectos.
2. Elabora una afirmación central de una o dos oraciones.
3. Incluye al menos tres observaciones anatómicas concretas.
4. Relaciona esas observaciones con una inferencia sobre ancestro común y descendencia con modificación.

5. Explica si el caso corresponde a homología, analogía o una combinación de semejanzas que debe analizarse con más evidencia.
6. Incluye una limitación, por ejemplo: “La anatomía comparada apoya esta explicación, pero sería conveniente contrastarla con evidencia molecular o fósil”.
7. Presenta el trabajo como informe de una página, póster, infografía o exposición oral de tres minutos.
8. Los compañeros entregan retroalimentación utilizando los criterios “evidencia”, “razonamiento”, “vocabulario” y “claridad”.

Organización: trabajo individual o en parejas; presentación al grupo.

Producto esperado: explicación científica comunicada en formato escrito, visual u oral.

Duración estimada: 90 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Propósito: identificar las ideas previas de los estudiantes sobre semejanza, parentesco, evolución, homología y analogía.

Qué se evalúa:

- Comprensión inicial de la idea de ancestro común.
- Capacidad para describir semejanzas y diferencias anatómicas.
- Diferenciación inicial entre función y origen de una estructura.
- Ideas alternativas, como “los organismos cambian porque necesitan hacerlo” o “los organismos actuales descienden directamente unos de otros”.

Cómo se evalúa: cuestionario breve individual antes de iniciar la unidad. Se pueden utilizar imágenes de un brazo humano, un ala de murciélago, un ala de insecto, una aleta de ballena y una aleta de tiburón.

Preguntas sugeridas:

- ¿Qué semejanzas observas entre el brazo humano y el ala de murciélago?
- ¿Por qué un ala de ave y un ala de insecto pueden considerarse semejantes o diferentes?
- ¿Qué significa que dos organismos tengan un ancestro común?
- ¿Toda estructura que cumple la misma función tiene necesariamente el mismo origen?
- Clasifica cada afirmación como observación o explicación: “La ballena tiene huesos internos en sus aletas” y “La ballena heredó parte de ese patrón de un antepasado común”.

Instrumento sugerido: cuestionario diagnóstico sin calificación numérica y registro de ideas previas. El docente utiliza los resultados para ajustar ejemplos, vocabulario y nivel de apoyo.

Evaluación formativa

Propósito: monitorear el progreso durante la unidad y proporcionar retroalimentación oportuna.

Qué se evalúa:

- Identificación correcta de estructuras homólogas.
- Descripción de semejanzas y diferencias utilizando observaciones concretas.
- Distinción entre homología y analogía.
- Separación entre observación, inferencia y conclusión.
- Uso progresivo del vocabulario evolutivo.
- Interpretación de tablas, esquemas y matrices de características.
- Justificación de agrupaciones en un cladograma.

Cómo se evalúa:

- Revisión de las tablas comparativas elaboradas en la actividad “Detectives de estructuras”.
- Observación directa del trabajo grupal y registro de participación, argumentación y uso de evidencias.
- Revisión de las fichas de observación, inferencia y conclusión.
- Ticket de salida sobre homología y analogía.
- Retroalimentación entre pares en la construcción del cladograma.
- Preguntas orales durante las discusiones: “¿Qué observas?”, “¿Qué puedes inferir?”, “¿Qué evidencia respalda esa afirmación?”.

Instrumentos sugeridos:

- **Lista de cotejo para comparación anatómica:** identifica estructuras, registra semejanzas, registra diferencias, relaciona estructura y función y utiliza vocabulario adecuado.
- **Rúbrica breve de razonamiento científico:** diferencia observación e inferencia, utiliza evidencias y formula una conclusión coherente.
- **Guía de revisión del cladograma:** incluye nodos, ramas, características y justificaciones basadas en la matriz.

Evaluación sumativa

Propósito: valorar la integración de los aprendizajes de la unidad mediante un producto científico argumentado.

Tarea de desempeño: elaborar y presentar un cladograma sencillo acompañado de una explicación científica sobre la relación entre estructuras homólogas y ancestro común.

Requisitos del producto:

- Comparar al menos cuatro organismos de distintos grupos.
- Incluir una tabla, matriz o esquema con un mínimo de cuatro características anatómicas.
- Identificar cuáles características son homólogas y justificar la decisión.
- Construir un cladograma con al menos tres nodos o niveles de agrupación.
- Explicar qué organismos comparten un ancestro común más reciente en el modelo.
- Diferenciar al menos un ejemplo de estructura homóloga y uno de estructura análoga.
- Redactar una conclusión sobre por qué la homología constituye evidencia de evolución.

- Señalar al menos un alcance o limitación de la evidencia anatómica.

Presentación: exposición oral de tres a cinco minutos, acompañada de un póster, informe, infografía o presentación digital.

Instrumento sugerido: rúbrica analítica de 20 puntos:

- **Identificación y comparación anatómica: 4 puntos.** Reconoce estructuras homólogas y describe semejanzas y diferencias relevantes.
- **Razonamiento sobre ancestro común: 4 puntos.** Relaciona los patrones compartidos con la descendencia con modificación y diferencia observaciones de inferencias.
- **Construcción del cladograma: 4 puntos.** Organiza correctamente los organismos, incorpora características y representa nodos y ramas de manera comprensible.
- **Distinción entre homología y analogía: 3 puntos.** Utiliza origen evolutivo y función como criterios de comparación.
- **Uso de evidencias y vocabulario científico: 3 puntos.** Fundamenta las afirmaciones y emplea términos como ancestro común, homología, analogía, convergencia y descendencia con modificación.
- **Comunicación científica: 2 puntos.** Presenta una explicación clara, ordenada y comprensible, incluyendo una limitación de la evidencia.

Criterio de logro sugerido: alcanzar al menos 14 de 20 puntos y demostrar que las conclusiones se apoyan en características anatómicas observables, no únicamente en la apariencia externa o en la función.

Unidad 4: Selección natural y revisión del modelo

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de describir el caso de *Biston betularia*, identificando la variación observable en la población y los cambios en las condiciones ambientales que afectan su supervivencia.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar el mecanismo de selección natural en una población, relacionando variación heredable, presión ambiental y reproducción diferencial, sin atribuir los cambios evolutivos a necesidades o decisiones individuales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar datos del caso de *Biston betularia* para distinguir observaciones, inferencias y conclusiones respaldadas por la evidencia.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de revisar y mejorar un modelo inicial de cambio poblacional, incorporando explícitamente variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de argumentar cuál de dos explicaciones sobre el cambio de una población es más consistente con la selección natural, utilizando evidencias del caso de *Biston betularia* y señalando las limitaciones de dichas evidencias.

Contenidos Temáticos

1. Ideas iniciales sobre el cambio en las poblaciones

- Revisión de explicaciones frecuentes sobre la evolución: “los organismos cambian porque lo necesitan”, “se adaptan intencionalmente” o “los individuos cambian para sobrevivir”.
- Diferencia entre cambios que ocurren durante la vida de un individuo y cambios en la frecuencia de características dentro de una población a lo largo de varias generaciones.
- Concepto de población: conjunto de individuos de la misma especie que viven en un lugar y tiempo determinados y pueden reproducirse entre sí.
- Importancia de distinguir entre la variación observable en una población y la explicación científica de cómo esa variación puede cambiar en el tiempo.

2. El caso de *Biston betularia*

- Descripción general de la polilla del abedul, *Biston betularia*, especie que presenta formas de coloración clara y oscura.
- Variación observable: algunos individuos poseen alas más claras y otros alas más oscuras. Esta diferencia puede afectar su visibilidad sobre distintas superficies.
- Contexto histórico de la industrialización en Inglaterra: aumento del hollín, oscurecimiento de troncos y disminución de líquenes en ciertas zonas.
- Cambio de las condiciones ambientales: en áreas contaminadas, algunos troncos se volvieron más oscuros; en áreas menos contaminadas, los troncos tendieron a presentar superficies más claras y líquenes.
- Relación entre coloración y depredación por aves: las polillas más visibles pueden tener mayor probabilidad de ser detectadas y capturadas.
- Reversión parcial de las frecuencias de las formas de coloración en algunas zonas después de la reducción de la contaminación.
- Precauciones al interpretar el caso: el color del tronco no es la única variable que afecta la supervivencia; también pueden influir la posición de la polilla, la presencia de depredadores, el clima, la vegetación y el diseño del estudio.

3. Conceptos fundamentales de selección natural

- **Variación:** diferencias entre individuos de una misma población, como la coloración de las alas.
- **Heredabilidad:** posibilidad de que una característica o parte de sus diferencias se transmita de progenitores a descendientes. En el modelo escolar del caso, se considera que la coloración presenta una base heredable.
- **Presión ambiental:** condición del ambiente que influye en la supervivencia o reproducción de los individuos. En este caso, la depredación visual puede actuar como presión ambiental.
- **Supervivencia diferencial:** algunos individuos sobreviven más que otros debido a cómo sus características interactúan con el ambiente.
- **Reproducción diferencial:** los individuos que sobreviven y se reproducen dejan, en promedio, más descendientes con sus características.

- **Cambio en la población:** después de varias generaciones, puede aumentar la proporción de una variante y disminuir la de otra.
- **Adaptación:** característica heredable que, en un ambiente determinado, aumenta la probabilidad de supervivencia o reproducción de quienes la poseen. Una característica no es “mejor” en todos los ambientes.
- La selección natural actúa sobre las diferencias entre individuos, pero sus efectos se observan como cambios en la población a lo largo de generaciones.

4. Secuencia del mecanismo de selección natural

- En la población existe variación entre individuos.
- Parte de esa variación es heredable.
- El ambiente impone condiciones que afectan de manera diferente la supervivencia y la reproducción.
- Algunos individuos dejan más descendientes que otros.
- Las características asociadas con una mayor reproducción pueden volverse más frecuentes en generaciones posteriores.
- El proceso no implica intención, planificación ni decisión de los organismos.
- Los individuos no cambian su coloración porque “necesiten” adaptarse. La población cambia porque las variantes ya presentes tienen distinto éxito reproductivo en un ambiente específico.
- Si el ambiente cambia, la variante favorecida también puede cambiar.

5. Interpretación de evidencias y datos

- **Observación:** dato registrado directamente, por ejemplo, “se capturaron más polillas claras que oscuras en una superficie clara”.
- **Inferencia:** explicación razonable derivada de una o varias observaciones, por ejemplo, “las polillas oscuras pudieron ser más visibles para las aves”.
- **Conclusión:** afirmación que integra los datos y las inferencias, indicando el grado de respaldo que tiene.
- Lectura de tablas y gráficos sobre frecuencia de formas claras y oscuras, porcentaje de capturas y coloración de los troncos.
- Diferencia entre frecuencia absoluta y frecuencia relativa.
- Identificación de patrones, tendencias, comparaciones y posibles excepciones en los datos.
- Reconocimiento de que una correlación entre dos variables no demuestra por sí sola una relación causal.
- Importancia de considerar el tamaño de la muestra, la repetición del estudio, los controles, las condiciones experimentales y las variables no consideradas.

6. Revisión y mejora de modelos científicos

- Características de un modelo: representa un sistema, incluye elementos relevantes y propone relaciones entre ellos.
- Revisión del modelo inicial de cambio poblacional elaborado por los estudiantes.

- Incorporación explícita de los siguientes componentes: población, variación, herencia, ambiente, depredación, supervivencia diferencial, reproducción diferencial y cambio entre generaciones.
- Uso de flechas y conectores causales: “existe variación”, “es heredable”, “el ambiente favorece”, “sobreviven y se reproducen más”, “aumenta la frecuencia”.
- Distinción entre cambios individuales y cambios poblacionales.
- Incorporación de condiciones del modelo: la ventaja de una variante depende del ambiente y no es universal.
- Inclusión de limitaciones: un modelo simplifica la realidad y no representa todos los factores que intervienen en una población.

7. Comparación de explicaciones sobre el cambio evolutivo

- Explicación A: “Las polillas se volvieron oscuras porque necesitaban camuflarse en los troncos contaminados”.
- Explicación B: “Ya existían polillas con distintas coloraciones; en los troncos oscurecidos, algunas fueron menos detectadas, sobrevivieron y dejaron más descendientes. Con el paso de las generaciones, aumentó la frecuencia de la forma oscura”.
- Evaluación de cuál explicación incluye variación previa, herencia, presión ambiental y reproducción diferencial.
- Uso de evidencias para apoyar una explicación y señalar qué aspectos no pueden concluirse directamente.
- Construcción de argumentos mediante la estructura: afirmación, evidencia, razonamiento y limitación.

Actividades

1. ¿Qué cambió: el individuo o la población?

Objetivo: Identificar ideas iniciales sobre la evolución y distinguir cambios individuales de cambios poblacionales.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta tres afirmaciones: “las polillas se oscurecieron porque lo necesitaban”, “las polillas oscuras sobrevivieron y dejaron más descendientes” y “todas las polillas cambiaron de color durante su vida”.
- Cada estudiante clasifica las afirmaciones como posiblemente correctas, incorrectas o necesita más evidencia, y explica brevemente su decisión.
- En grupos de tres o cuatro, los estudiantes comparan sus respuestas y elaboran una explicación común.
- El docente recoge las ideas en la pizarra, sin corregirlas todavía, y señala qué preguntas deberán resolverse durante la unidad.
- Al finalizar la unidad, los estudiantes vuelven a sus respuestas iniciales y las revisan utilizando los conceptos aprendidos.

Organización: individual y grupos de tres o cuatro.

Producto esperado: tabla de ideas iniciales con justificación y una pregunta investigable sobre el caso.

Duración estimada: 35 minutos.

2. Reconstrucción del caso de *Biston betularia*

Objetivo: Describir la variación observable en la población y relacionarla con los cambios ambientales del caso.

Descripción paso a paso:

- El docente entrega imágenes o tarjetas que representen polillas claras y oscuras, troncos con líquenes, troncos oscurecidos por hollín y troncos posteriores a la disminución de la contaminación.
- Los grupos organizan las tarjetas en una secuencia temporal: antes de la industrialización, durante el aumento de la contaminación y después de la disminución de la contaminación.
- Para cada etapa, responden: ¿qué variación existe?, ¿cómo es el ambiente?, ¿qué individuos podrían ser más visibles?, ¿qué podría ocurrir con su supervivencia?
- El docente aclara que la secuencia debe referirse a cambios en la frecuencia de las formas en la población, no a que cada polilla cambie individualmente.
- Cada grupo presenta su secuencia y recibe preguntas de sus compañeros.

Organización: grupos de cuatro.

Producto esperado: línea de tiempo ilustrada con respuestas justificadas.

Duración estimada: 50 minutos.

3. Simulación de depredación y reproducción diferencial

Objetivo: Explicar cómo una presión ambiental puede producir cambios en la frecuencia de variantes a lo largo de varias generaciones.

Materiales: hojas o cartulinas claras y oscuras, recortes de polillas claras y oscuras, pinzas o palillos, vasos o sobres para representar generaciones y una tabla de registro.

Descripción paso a paso:

- Cada grupo prepara un “hábitat” claro y otro oscuro. Distribuye una cantidad inicial igual o conocida de polillas claras y oscuras sobre cada fondo.
- Un estudiante representa a un depredador y, durante un tiempo fijo, retira las polillas que detecta con mayor facilidad.
- El grupo registra cuántos individuos de cada forma sobrevivieron.
- Para simular la reproducción, cada sobreviviente produce un número acordado de descendientes de la misma forma. El docente debe explicar que esta representación simplifica la herencia y no reproduce todos los detalles genéticos.
- Se repite el procedimiento durante tres o cuatro generaciones, manteniendo el mismo ambiente.
- Los estudiantes calculan la frecuencia de cada forma en cada generación y elaboran un gráfico.
- Se repite, si es posible, una generación en la que se cambia el fondo ambiental. Los grupos comparan qué variante resulta favorecida antes y después del cambio.
- El grupo redacta una explicación utilizando las palabras variación, heredable, presión ambiental, supervivencia y reproducción diferencial.

Organización: grupos de cuatro o cinco.

Producto esperado: tabla de datos, gráfico de frecuencias y explicación causal de los resultados.

Duración estimada: 70 minutos.

4. Taller de observaciones, inferencias y conclusiones

Objetivo: Interpretar datos del caso y distinguir lo observado directamente de las explicaciones y conclusiones respaldadas por la evidencia.

Datos sugeridos para el trabajo:

- En una superficie clara se colocaron 40 polillas: 20 claras y 20 oscuras. Las aves capturaron 5 claras y 12 oscuras.
- En una superficie oscura se colocaron 40 polillas: 20 claras y 20 oscuras. Las aves capturaron 13 claras y 4 oscuras.
- En un sitio contaminado, los troncos presentaban menor cobertura de líquenes y una superficie más oscura que en un sitio poco contaminado.

Descripción paso a paso:

- Los estudiantes calculan el porcentaje de individuos capturados de cada forma en cada superficie.
- Clasifican tarjetas con afirmaciones en tres columnas: observación, inferencia o conclusión.
- Ejemplos: “se capturaron 12 polillas oscuras”, “las polillas oscuras fueron más visibles en el fondo claro” y “el contraste con el fondo pudo influir en la supervivencia”.
- Identifican qué afirmaciones están directamente apoyadas por los datos y cuáles requieren información adicional.
- Escriben una conclusión que incluya una evidencia y una limitación, por ejemplo, que el estudio permite relacionar contraste y captura, pero no demuestra por sí solo todos los factores que afectan la frecuencia de las polillas en la naturaleza.

Organización: parejas y puesta en común.

Producto esperado: hoja de análisis con cálculos, clasificación de afirmaciones y conclusión argumentada.

Duración estimada: 60 minutos.

5. Revisión del modelo inicial y debate de explicaciones

Objetivo: Revisar un modelo de cambio poblacional y argumentar cuál de dos explicaciones es más consistente con la selección natural.

Descripción paso a paso:

- Los estudiantes recuperan el modelo inicial elaborado en la actividad diagnóstica o construyen uno sencillo sobre el cambio de las polillas.
- Utilizan una lista de verificación para comprobar si el modelo incluye: variación observable, herencia, ambiente, presión de depredación, supervivencia diferencial, reproducción diferencial y cambio entre generaciones.
- Corrigen expresiones finalistas o intencionales, como “la polilla decidió cambiar” o “el ambiente hizo que todas se oscurecieran”.
- El docente presenta las dos explicaciones: una basada en necesidad y cambio individual, y otra basada en variación previa, herencia y reproducción diferencial.

- Cada grupo prepara un argumento con la estructura: afirmación, evidencia del caso, razonamiento y limitación.
- Se realiza un debate breve o una galería de modelos. Los estudiantes dejan comentarios indicando una fortaleza y una mejora necesaria en otro modelo.
- Como cierre, cada estudiante escribe una respuesta individual a la pregunta: “¿Por qué el cambio de frecuencia de las polillas no significa que cada individuo haya cambiado para adaptarse?”.

Organización: grupos de cuatro e individual.

Producto esperado: modelo revisado, argumento escrito y respuesta individual de cierre.

Duración estimada: 80 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Ideas previas sobre evolución, adaptación, herencia, cambios individuales y cambios en poblaciones.

Se identifica especialmente la presencia de explicaciones basadas en necesidad, intención o esfuerzo individual.

Cómo se evalúa:

- Cuestionario breve con preguntas de selección y respuesta abierta.
- Elaboración de un modelo inicial que explique por qué podría aumentar la frecuencia de polillas oscuras en una zona contaminada.
- Clasificación de afirmaciones como observaciones, inferencias o conclusiones.

Instrumento sugerido: cuestionario diagnóstico y lista de cotejo para el modelo inicial. Los resultados se utilizan para ajustar la explicación docente y no necesariamente se califican.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Comprensión progresiva del caso, uso adecuado del vocabulario, interpretación de datos, identificación de errores conceptuales y capacidad de revisar explicaciones.

Cómo se evalúa:

- Observación durante la reconstrucción del caso y la simulación.
- Revisión de tablas, cálculos y gráficos de frecuencias.
- Preguntas de comprobación: “¿qué cambia: el individuo o la frecuencia en la población?”, “¿dónde aparece la herencia?”, “¿qué evidencia indica reproducción diferencial?”.
- Retroalimentación entre pares sobre los modelos.
- Tickets de salida con una afirmación correcta y una explicación que corrija una idea finalista.

Instrumento sugerido: lista de cotejo y rúbrica breve. Indicadores:

- Describe correctamente la variación clara y oscura.
- Relaciona la visibilidad con las condiciones del fondo y la depredación.

- Explica la herencia como condición para el cambio entre generaciones.
- Distingue observaciones de inferencias.
- Evita atribuir intención o necesidad a los individuos.
- Usa los datos para justificar sus afirmaciones.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Integración de los cinco objetivos de la unidad mediante la descripción del caso, la explicación del mecanismo de selección natural, la interpretación de evidencia, la revisión de un modelo y la argumentación científica.

Cómo se evalúa: Tarea de desempeño individual con los siguientes componentes:

- Describir el caso de *Biston betularia*, incluyendo las formas de coloración y los cambios ambientales asociados con la contaminación.
- Interpretar una tabla o gráfico de captura y frecuencia de polillas.
- Clasificar tres afirmaciones como observación, inferencia o conclusión, justificando una de las clasificaciones.
- Presentar un modelo revisado que incluya variación heredable, presión ambiental, supervivencia y reproducción diferencial.
- Comparar las dos explicaciones sobre el cambio poblacional y defender cuál es más consistente con la selección natural.
- Señalar al menos una limitación de las evidencias del caso.

Instrumento sugerido: rúbrica analítica de 20 puntos:

- 4 puntos: descripción científica del caso y de las condiciones ambientales.
- 4 puntos: explicación correcta de variación heredable, presión ambiental y reproducción diferencial.
- 4 puntos: interpretación adecuada de datos y distinción entre observación, inferencia y conclusión.
- 4 puntos: modelo revisado, claro y causalmente coherente.
- 4 puntos: argumento basado en evidencia, con reconocimiento de limitaciones y ausencia de explicaciones intencionales.

Criterio de logro sugerido: alcanzar al menos 14 de 20 puntos y no obtener menos de 2 puntos en el criterio de explicación del mecanismo de selección natural.

Unidad 5: Integración de evidencias y construcción de argumentos

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de integrar evidencias fósiles, anatómicas y genéticas para sustentar la existencia de ancestros comunes, distinguiendo entre observaciones, inferencias y conclusiones respaldadas por dichas evidencias.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de construir un modelo que represente el cambio de una población a través del tiempo, incorporando variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial, sin

atribuir cambios evolutivos a decisiones o necesidades individuales.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de elaborar un argumento científico que responda la pregunta guía, articulando una afirmación con evidencias pertinentes y razonamientos que expliquen la relación entre ellas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar y revisar su modelo y argumento científico, identificando la coherencia, suficiencia y limitaciones de las evidencias utilizadas.

Contenidos Temáticos

1. Integración de evidencias sobre la evolución

Se analizarán y relacionarán evidencias fósiles, anatómicas y genéticas para sustentar la existencia de ancestros comunes. Se enfatizará que una explicación científica se fortalece cuando distintas líneas de evidencia son coherentes entre sí.

- **Evidencias fósiles:** registro de organismos del pasado, cambios en las formas corporales a través del tiempo, fósiles transicionales, distribución temporal y geográfica de los organismos.
- **Evidencias anatómicas:** estructuras homólogas, estructuras análogas y órganos vestigiales.
- **Evidencias genéticas y moleculares:** semejanzas y diferencias en secuencias de ADN o proteínas, código genético compartido y relaciones de parentesco inferidas a partir de datos moleculares.
- **Ancestro común:** significado científico, diferencia entre ancestro común y antepasado directo, y representación mediante árboles filogenéticos.
- **Convergencia y divergencia:** diferencias entre estructuras análogas originadas por presiones ambientales similares y estructuras homólogas derivadas de un origen evolutivo común.
- **Concordancia entre evidencias:** cómo los fósiles, la anatomía y la genética pueden apoyar una misma explicación.

2. Observaciones, inferencias y conclusiones

Se desarrollará la capacidad de distinguir lo que se observa directamente de las explicaciones que se construyen a partir de los datos y de las conclusiones que pueden sostenerse con suficiente respaldo.

- **Observaciones:** descripciones de datos sin añadir explicaciones, por ejemplo: “las especies A y B comparten una secuencia de ADN con un 92 % de similitud”.
- **Inferencias:** interpretaciones razonables derivadas de una o más observaciones, por ejemplo: “A y B podrían tener un ancestro común relativamente cercano”.
- **Conclusiones:** afirmaciones generales que responden una pregunta y se apoyan en varias evidencias.
- **Diferencia entre dato e interpretación:** identificación de expresiones que describen información y de aquellas que explican su significado.
- **Grado de respaldo:** reconocimiento de que una evidencia puede apoyar una conclusión sin demostrarla de manera aislada.

- **Limitaciones de las evidencias:** registro fósil incompleto, muestras pequeñas, datos genéticos limitados o posibles explicaciones alternativas.

3. Cambio de las poblaciones a través del tiempo

Se construirá un modelo que represente cómo cambia la frecuencia de ciertos rasgos en una población durante varias generaciones, considerando variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial.

- **Población:** conjunto de individuos de la misma especie que vive en un lugar y tiempo determinados.
- **Variación:** diferencias entre individuos de una población.
- **Variación heredable:** diferencias que pueden transmitirse a la descendencia.
- **Condiciones ambientales:** factores como disponibilidad de alimento, temperatura, depredadores, enfermedades o cambios en el hábitat.
- **Reproducción diferencial:** algunos individuos dejan más descendientes que otros debido a la relación entre sus rasgos y las condiciones ambientales.
- **Cambio en la población:** modificación de la proporción o frecuencia de rasgos heredables a lo largo de generaciones.
- **Selección natural:** proceso por el cual las condiciones ambientales favorecen indirectamente la reproducción de ciertos individuos, sin intención ni planificación.
- **Errores conceptuales que deben evitarse:** afirmar que los individuos cambian porque lo necesitan, que desarrollan rasgos por decisión propia o que los organismos evolucionan con un propósito predeterminado.
- **Escala temporal:** diferencia entre cambios que ocurren durante la vida de un individuo y cambios evolutivos observables en varias generaciones.

4. Construcción y análisis de modelos evolutivos

Se elaborará un modelo visual o físico que permita explicar la relación entre variación, ambiente, supervivencia, reproducción y cambio poblacional.

- **Elementos mínimos del modelo:** población inicial, variación heredable, condición ambiental, interacción entre rasgos y ambiente, reproducción diferencial y población posterior.
- **Representación temporal:** inclusión de al menos tres generaciones o momentos sucesivos.
- **Relaciones causales:** uso de flechas y conectores para mostrar cómo un factor influye en otro.
- **Proporciones poblacionales:** representación mediante cantidades, porcentajes, colores, símbolos o gráficos.
- **Predicciones:** explicación de qué podría ocurrir si las condiciones ambientales permanecen o cambian.
- **Revisión del modelo:** análisis de coherencia científica, elementos faltantes, simplificaciones y posibles explicaciones alternativas.

5. Argumentación científica mediante el modelo de afirmación, evidencia y razonamiento

Se construirá un argumento científico que responda la pregunta guía: **¿Cómo permiten las evidencias científicas explicar que las poblaciones cambian a través del tiempo y que distintas especies pueden compartir**

ancestros comunes?

- **Afirmación:** respuesta clara, directa y verificable a la pregunta guía.
- **Evidencia:** datos relevantes procedentes de fósiles, anatomía, genética, observaciones de poblaciones o del modelo construido.
- **Razonamiento:** explicación de por qué la evidencia respalda la afirmación y qué concepto científico conecta ambas.
- **Conectores científicos:** “esto sugiere que”, “se relaciona con”, “por lo tanto”, “debido a que”, “es consistente con”.
- **Selección de evidencias pertinentes:** diferenciación entre datos que responden la pregunta y datos interesantes pero poco relacionados.
- **Uso de varias evidencias:** integración de al menos una evidencia fósil, una anatómica y una genética.
- **Reconocimiento de límites:** indicación de qué aspectos no pueden concluirse con los datos disponibles.
- **Revisión del argumento:** comprobación de que la afirmación, las evidencias y el razonamiento están conectados y no presentan contradicciones.

6. Comunicación y revisión de explicaciones científicas

Se fortalecerá la comunicación oral y escrita de explicaciones científicas, utilizando lenguaje preciso y revisando las producciones a partir de criterios explícitos.

- **Lenguaje científico:** uso adecuado de población, variación heredable, ancestro común, selección natural, evidencia, inferencia y conclusión.
- **Coherencia:** correspondencia entre los datos, el modelo y la explicación.
- **Suficiencia:** cantidad y diversidad de evidencias necesarias para respaldar la afirmación.
- **Limitaciones:** identificación de incertidumbres, datos faltantes y alcances de la explicación.
- **Retroalimentación entre pares:** formulación de comentarios específicos, respetuosos y orientados a mejorar el trabajo.
- **Revisión final:** incorporación justificada de cambios al modelo y al argumento.

Actividades

1. Mosaico de evidencias: ¿qué nos dice cada línea de evidencia?

Objetivo: Integrar evidencias fósiles, anatómicas y genéticas para sustentar la existencia de ancestros comunes y distinguir entre observaciones, inferencias y conclusiones.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta la pregunta guía y explica que ninguna evidencia debe interpretarse de manera aislada.
- Se organizan grupos de cuatro estudiantes. Cada grupo recibe un conjunto de tarjetas o fichas con información sobre tres especies, por ejemplo, una especie actual, un fósil relacionado y otra especie actual.

- Las tarjetas incluyen imágenes de fósiles, diagramas de extremidades, datos de estructuras homólogas y una tabla sencilla con porcentajes de similitud genética.
- Cada grupo clasifica la información en tres columnas: **observación, inferencia y conclusión posible**.
- Los estudiantes elaboran una tabla con cuatro columnas: evidencia, observación, inferencia y relación con la hipótesis de ancestro común.
- El grupo construye un diagrama que conecte las tres líneas de evidencia. Debe señalar qué evidencia apoya directamente cada parte de la explicación.
- El docente solicita que los estudiantes diferencien entre “las especies son idénticas” y “las especies comparten características que pueden explicarse por un ancestro común”.
- Cada grupo presenta su explicación en dos minutos y recibe una pregunta de otro grupo.
- Como cierre, cada estudiante escribe una conclusión individual utilizando la estructura: “La evidencia más importante es..., porque...; sin embargo, esta evidencia no permite concluir que...”.

Organización: grupos de cuatro y trabajo individual de cierre.

Producto esperado: matriz de evidencias, diagrama de integración y conclusión escrita sobre ancestros comunes.

Duración estimada: 90 minutos.

2. Simulación de cambio poblacional: variación, ambiente y reproducción diferencial

Objetivo: Construir un modelo que represente el cambio de una población a través del tiempo incorporando variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta una población hipotética de escarabajos con dos variaciones heredables: color claro y color oscuro. Se aclara que los individuos no cambian de color durante su vida y que las diferencias pueden transmitirse a la descendencia.
- Se prepara un “ambiente” utilizando cartulinas claras y oscuras o imágenes de dos tipos de suelo. Los depredadores serán representados por estudiantes que, durante un tiempo limitado, recogerán escarabajos de papel.
- Cada grupo recibe una población inicial con igual número de escarabajos claros y oscuros.
- En la primera ronda, los estudiantes colocan los escarabajos sobre el ambiente y registran cuántos son capturados y cuántos sobreviven.
- Los sobrevivientes producen descendencia de acuerdo con una regla definida por el docente: cada sobreviviente genera dos descendientes del mismo tipo de color, incorporando ocasionalmente una tarjeta de variación para mostrar que la población puede presentar diversidad.
- Se repite la simulación durante tres o cuatro generaciones y se registra el número y porcentaje de cada tipo de escarabajo.
- A mitad de la actividad se cambia el ambiente, por ejemplo, de suelo claro a suelo oscuro, y los estudiantes predicen qué ocurrirá antes de ejecutar la siguiente ronda.
- Cada grupo construye un gráfico de barras o líneas con la frecuencia de cada rasgo en las distintas generaciones.

- Los estudiantes explican el cambio usando la secuencia: variación heredable → condición ambiental → supervivencia y reproducción diferencial → cambio en la proporción de rasgos.
- El docente solicita que los grupos revisen y corrijan afirmaciones como “los escarabajos se volvieron oscuros porque necesitaban camuflarse”. La formulación esperada es: “los escarabajos que ya presentaban color oscuro dejaron, en ese ambiente, una mayor proporción de descendientes”.

Organización: grupos de cuatro o cinco estudiantes.

Producto esperado: registro de datos, gráfico poblacional y modelo causal con una explicación escrita de los cambios observados.

Duración estimada: 90 minutos.

3. Taller de construcción de un argumento científico

Objetivo: Elaborar un argumento científico que responda la pregunta guía articulando una afirmación con evidencias pertinentes y razonamientos claros.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta un ejemplo breve de argumento sobre ancestros comunes y lo descompone en tres colores: afirmación, evidencia y razonamiento.
- Los estudiantes reciben un banco de datos con información fósil, anatómica, genética y poblacional. Algunos datos serán pertinentes y otros tendrán relación débil con la pregunta para que deban seleccionarlos.
- Individualmente, cada estudiante escribe una respuesta provisional a la pregunta guía en una sola oración.
- En parejas, comparan sus respuestas y seleccionan una afirmación que sea clara, específica y no exceda lo que permiten los datos.
- Cada pareja elige al menos tres evidencias: una fósil, una anatómica y una genética. Debe registrar el origen de cada dato y describirlo sin interpretarlo inicialmente.
- Las parejas completan una tabla con las columnas: **afirmación, evidencia, ¿qué muestra el dato?, razonamiento y limitación.**
- El docente guía la elaboración del razonamiento mediante preguntas: “¿Qué relación tiene este dato con la afirmación?”, “¿qué concepto evolutivo permite conectar ambos?” y “¿qué conclusión no sería válida a partir de este dato?”.
- Los estudiantes redactan un texto de dos o tres párrafos. El segundo párrafo debe explicar la relación entre las evidencias, no limitarse a enumerarlas.
- Se realiza una revisión entre pares usando una lista de cotejo.
- Cada estudiante revisa su argumento e identifica en negrita la afirmación, subraya las evidencias y encierra entre corchetes los razonamientos.

Organización: trabajo individual y en parejas.

Producto esperado: argumento científico escrito con afirmación, tres o más evidencias, razonamientos y una limitación explícita.

Duración estimada: 90 minutos.

4. Modelo final y conferencia de revisión científica

Objetivo: Evaluar y revisar el modelo y el argumento científico identificando su coherencia, suficiencia y limitaciones.

Descripción paso a paso:

- En grupos, los estudiantes seleccionan una situación evolutiva para representar, como cambios en el color de una población de insectos, resistencia bacteriana a antibióticos o variación en el tamaño del pico de aves ante cambios en el alimento.
- El docente entrega una guía de requisitos: población inicial, variación heredable, ambiente, interacción entre rasgos y ambiente, reproducción diferencial, al menos tres generaciones y cambio en la frecuencia de rasgos.
- Los grupos construyen un modelo visual, físico o digital. Deben incluir flechas causales y una leyenda que explique los símbolos utilizados.
- El modelo debe diferenciar claramente entre cambios en individuos durante su vida y cambios en la población a lo largo de generaciones.
- Cada grupo redacta un argumento científico que explique el modelo y lo conecta con las evidencias fósiles, anatómicas y genéticas trabajadas en la unidad.
- Se realiza una “conferencia científica”: cada grupo expone durante cinco minutos y otro grupo actúa como equipo revisor.
- El equipo revisor utiliza tres criterios: coherencia, suficiencia y limitaciones. Formula dos fortalezas, una pregunta y una sugerencia concreta de mejora.
- Los grupos revisan su modelo y su argumento. Deben registrar qué modificaron y por qué.
- Como cierre, cada estudiante responde: “¿Qué evidencia respalda mejor nuestra explicación?”, “¿qué parte del modelo es una simplificación?” y “¿qué información adicional sería útil?”.

Organización: grupos de tres o cuatro, con revisión entre grupos e intervención individual.

Producto esperado: modelo final, exposición oral, argumento científico revisado y ficha de reflexión sobre fortalezas y limitaciones.

Duración estimada: 135 minutos.

5. Actividad de consolidación: afirmaciones que debemos corregir

Objetivo: Revisar explicaciones evolutivas y corregir concepciones alternativas relacionadas con necesidad, intención, esfuerzo individual y propósito.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta afirmaciones como: “Las jirafas estiraron su cuello porque necesitaban alcanzar las hojas”, “los antibióticos hacen que las bacterias se vuelvan resistentes” o “los individuos evolucionan durante su vida para adaptarse”.
- En grupos, los estudiantes clasifican cada afirmación como adecuada, parcialmente adecuada o incorrecta.

- Para cada caso, escriben una versión corregida utilizando los conceptos de variación heredable, ambiente y reproducción diferencial.
- Los grupos deben agregar una evidencia o un dato hipotético que apoyaría su corrección.
- Se realiza una puesta en común y el docente destaca que la selección natural actúa sobre diferencias existentes en una población, mientras que el cambio evolutivo se observa en la población a través de generaciones.

Organización: grupos de tres o cuatro.

Producto esperado: tabla de corrección de afirmaciones y explicación breve de cada cambio.

Duración estimada: 45 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Momento: inicio de la unidad.

Qué se evalúa: conocimientos previos sobre evolución, ancestros comunes, evidencias científicas, selección natural, variación heredable y construcción de argumentos.

Cómo se evalúa:

- Se presenta una imagen de dos especies con estructuras semejantes y un breve conjunto de datos genéticos. Los estudiantes responden individualmente: “¿Qué observas?”, “¿qué puedes inferir?” y “¿qué conclusión sería razonable?”.
- Se incluye una pregunta de selección y justificación: “¿Cuál afirmación explica mejor cómo cambia una población?”
- Se solicita corregir una frase con concepción alternativa: “Los organismos desarrollan características porque las necesitan”.
- El docente organiza las respuestas en categorías: manejo conceptual, diferenciación entre observación e inferencia, interpretación de evidencias y argumentación.

Instrumento sugerido: cuestionario diagnóstico de seis a ocho preguntas y registro de ideas previas. No se asigna calificación; se utiliza para ajustar ejemplos, agrupamientos y apoyos.

Evaluación formativa

Momento: durante las actividades de análisis de evidencias, simulación, argumentación y elaboración del modelo.

Qué se evalúa: progreso en la integración de evidencias, comprensión del cambio poblacional, uso de vocabulario científico, conexión entre afirmaciones y datos, y capacidad de revisión.

Cómo se evalúa:

- Observación docente durante el trabajo grupal, utilizando una lista de cotejo.
- Revisión de la matriz de observaciones, inferencias y conclusiones.
- Análisis de los gráficos de la simulación y de las explicaciones causales.

- Preguntas de comprobación durante las exposiciones: “¿Dónde aparece la variación heredable?”, “¿qué cambió: el individuo o la población?”, “¿qué dato respalda esa afirmación?”.
- Retroalimentación entre pares sobre los borradores del argumento y del modelo.
- Autoevaluaciones breves al finalizar cada actividad mediante un semáforo: verde, lo comprendo; amarillo, necesito revisar; rojo, todavía no puedo explicarlo.

Instrumentos sugeridos:

- **Lista de cotejo del modelo:** incluye población inicial, variación heredable, ambiente, reproducción diferencial, cambio entre generaciones y ausencia de explicaciones intencionales.
- **Lista de cotejo del argumento:** presenta una afirmación clara, utiliza evidencias pertinentes, explica la relación entre datos y afirmación, reconoce una limitación y emplea vocabulario científico.
- **Preguntas de salida:** “¿Qué evidencia utilizaste hoy y qué permite inferir?”, “¿qué parte de tu explicación necesita mayor respaldo?”.

Evaluación sumativa

Momento: cierre de la unidad.

Qué se evalúa: integración de evidencias fósiles, anatómicas y genéticas; construcción de un modelo evolutivo; elaboración de un argumento científico; y revisión crítica de la explicación.

Producto final: portafolio compuesto por:

- Tabla que diferencie observaciones, inferencias y conclusiones.
- Modelo final del cambio de una población a través del tiempo.
- Argumento científico escrito que responda la pregunta guía.
- Presentación oral del modelo y del argumento.
- Reflexión individual sobre coherencia, suficiencia y limitaciones de las evidencias.

Rúbrica sugerida:

- **Integración de evidencias, 25 %:** relaciona correctamente evidencias fósiles, anatómicas y genéticas; diferencia observaciones de inferencias y conclusiones; evita presentar una evidencia aislada como prueba absoluta.
- **Modelo evolutivo, 25 %:** representa variación heredable, condiciones ambientales, reproducción diferencial y cambios en la población durante varias generaciones; no atribuye la evolución a decisiones o necesidades individuales.
- **Argumentación científica, 25 %:** presenta una afirmación clara, evidencias pertinentes y razonamientos que explican la relación entre ellas; responde directamente la pregunta guía.
- **Evaluación y revisión, 15 %:** identifica fortalezas, incoherencias, datos insuficientes, simplificaciones y limitaciones; incorpora mejoras justificadas.
- **Comunicación científica, 10 %:** utiliza lenguaje preciso, organiza la información, interpreta gráficos o esquemas y responde preguntas con base en evidencias.

Escala de desempeño sugerida:

- **4. Sobresaliente:** integra las evidencias de manera coherente, explica los mecanismos evolutivos con precisión y revisa críticamente las limitaciones.
- **3. Adecuado:** utiliza evidencias pertinentes y construye un modelo y argumento correctos, aunque presenta pequeños vacíos o simplificaciones.
- **2. En desarrollo:** reconoce algunos conceptos y evidencias, pero establece conexiones incompletas o mantiene explicaciones intencionales.
- **1. Inicial:** enumera datos sin relacionarlos, confunde observaciones e inferencias o no representa adecuadamente el cambio poblacional.

Retroalimentación final: además de la calificación, el docente entregará un comentario con una fortaleza, una dificultad prioritaria y una acción concreta para mejorar el razonamiento científico.

Unidad 6: Comunicación científica y análisis crítico de fuentes

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar el propósito, la audiencia y la estructura de un paper adaptado y una noticia sobre capibaras de Renaico, identificando semejanzas y diferencias mediante una tabla de análisis.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar las evidencias, métodos y fuentes utilizadas en ambos textos, distinguiendo entre observaciones, interpretaciones y conclusiones respaldadas por la información presentada.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar el lenguaje científico y divulgativo de los textos, reconociendo el uso de conceptos, afirmaciones, nivel de certeza y posibles exageraciones o ambigüedades.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar las principales limitaciones, omisiones o posibles sesgos de cada fuente, justificando sus apreciaciones con ejemplos extraídos de los textos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar una evaluación crítica fundamentada sobre la confiabilidad y el alcance de la información presentada, utilizando evidencias de ambas fuentes y diferenciando conclusiones sostenibles de aquellas que no pueden establecerse.

Contenidos Temáticos

1. Comunicación científica: propósitos, audiencias y contextos

Se analizará cómo el conocimiento científico puede comunicarse mediante distintos tipos de textos. Se distinguirá entre comunicar resultados a una comunidad especializada y divulgar información científica a un público general.

- **Comunicación científica especializada:** busca presentar investigaciones con precisión, transparencia y respaldo metodológico ante personas expertas o estudiantes avanzados.
- **Divulgación científica:** busca explicar conocimientos científicos de manera comprensible para una audiencia amplia, utilizando ejemplos, comparaciones y un lenguaje menos técnico.

- **Propósito del texto:** informar, explicar, reportar resultados, interpretar un fenómeno, llamar la atención del público o generar interés.
- **Audiencia:** comunidad científica, autoridades, medios de comunicación, comunidades locales, estudiantes o público general.
- **Contexto de producción:** quién produce el texto, cuándo se publica, dónde aparece y qué situación motiva su elaboración.
- **Preguntas orientadoras:**
 - ¿Quién escribió o produjo el texto?
 - ¿A quién está dirigido?
 - ¿Qué pretende lograr?
 - ¿Qué información selecciona y cuál deja fuera?

2. Comparación entre un paper adaptado y una noticia

Se reconocerán las características de un paper adaptado y de una noticia de divulgación sobre capibaras observadas en Renaico. Se enfatizará que ambos textos pueden referirse al mismo fenómeno, pero organizar y presentar la información de manera diferente.

- **Paper adaptado:** texto basado en una investigación científica, presentado con secciones como título, resumen, introducción, pregunta u objetivo, métodos, resultados, discusión, limitaciones y referencias.
- **Noticia científica:** texto periodístico que presenta un hecho o hallazgo de interés público mediante titular, bajada, introducción, desarrollo, declaraciones, imágenes y antecedentes.
- **Semejanzas posibles:**
 - Ambos pueden abordar la presencia, observación o registro de capibaras en Renaico.
 - Ambos pueden mencionar lugares, fechas, observaciones, especialistas o instituciones.
 - Ambos pueden intentar informar sobre un fenómeno de interés científico o ambiental.
- **Diferencias posibles:**
 - El paper suele explicar con mayor detalle cómo se obtuvieron los datos.
 - La noticia suele priorizar la claridad, la rapidez y el interés público.
 - El paper normalmente incluye referencias formales y una discusión de limitaciones.
 - La noticia puede utilizar un titular llamativo, citas breves o expresiones emocionales.
 - El paper distingue con mayor precisión entre datos, resultados e interpretaciones.
- **Tabla de comparación sugerida:**
 - Tipo de texto.
 - Autoría y fuente de publicación.
 - Propósito.
 - Audiencia.

- Estructura.
- Pregunta o tema central.
- Tipo de evidencias utilizadas.
- Lenguaje empleado.
- Conclusiones presentadas.
- Limitaciones u omisiones.
- Confiabilidad y alcance.

3. Evidencias, métodos y fuentes de información

Se analizará qué información permite sostener una afirmación científica y cómo se relaciona con los métodos utilizados para obtenerla.

- **Evidencia:** información que permite apoyar, cuestionar o evaluar una afirmación.
- **Observación:** descripción de algo registrado directamente o mediante instrumentos. Ejemplo: “Se observó un animal en un sector determinado”.
- **Dato:** registro específico que puede incluir fecha, lugar, número de individuos, fotografías, mediciones o testimonios.
- **Interpretación:** explicación propuesta a partir de las observaciones. Ejemplo: “La presencia podría relacionarse con la disponibilidad de agua o alimento”.
- **Conclusión:** respuesta general que se obtiene al relacionar los resultados con la pregunta de investigación.
- **Hipótesis:** explicación provisoria que puede ser puesta a prueba mediante observaciones o investigaciones.
- **Métodos:** procedimientos empleados para obtener y analizar información.
- **Fuentes:** artículos científicos, informes institucionales, registros de campo, fotografías, entrevistas, bases de datos, declaraciones de especialistas y documentos oficiales.
- **Preguntas para evaluar la evidencia:**
 - ¿Qué se observó exactamente?
 - ¿Cuándo, dónde y cómo se obtuvo el dato?
 - ¿La información proviene de una observación directa o de un testimonio?
 - ¿Se indica cuántos datos se analizaron?
 - ¿El método permite responder la pregunta planteada?
 - ¿Se distingue entre lo que se sabe y lo que se supone?
- **Relación entre evidencia y afirmación:** una conclusión es más sólida cuando la evidencia es pertinente, suficiente, verificable y obtenida mediante un procedimiento claro.

4. Diferencia entre observación, interpretación y conclusión

Se trabajará explícitamente la distinción entre afirmaciones que describen un registro, afirmaciones que proponen una explicación y afirmaciones que generalizan los resultados.

- **Observación:** responde a “¿qué se registró?”.
- **Interpretación:** responde a “¿qué podría significar lo observado?”.
- **Conclusión:** responde a “¿qué se puede afirmar considerando todas las evidencias disponibles?”.
- **Ejemplo de análisis:**
 - Observación: “Una cámara registró un capibara en un área cercana a un curso de agua”.
 - Interpretación: “El animal podría estar utilizando ese sector por la disponibilidad de agua”.
 - Conclusión sostenible: “El registro confirma que se observó al menos un capibara en ese lugar y momento”.
 - Conclusión no necesariamente sostenible: “La especie se estableció permanentemente en toda la región”.
- **Lenguaje que indica interpretación o incertidumbre:** podría, posiblemente, se presume, sería compatible con, sugiere, se estima.
- **Lenguaje que indica mayor certeza:** se observó, se registró, los datos muestran, se identificó, el análisis indica.
- **Advertencia:** una afirmación expresada con seguridad no necesariamente está mejor respaldada; es necesario revisar la evidencia.

5. Evaluación del lenguaje científico y divulgativo

Se examinará cómo las palabras utilizadas pueden aumentar, reducir o distorsionar la certeza de una afirmación.

- **Lenguaje técnico:** emplea conceptos específicos, definiciones y términos propios de una disciplina.
- **Lenguaje divulgativo:** explica conceptos mediante ejemplos, analogías y expresiones accesibles.
- **Lenguaje preciso:** indica cantidades, fechas, lugares, procedimientos y condiciones.
- **Lenguaje ambiguo:** utiliza expresiones que pueden interpretarse de varias maneras, como “muchos”, “recientemente”, “enorme impacto” o “en toda la zona”, sin definirlos.
- **Exageración:** presenta un resultado limitado como si fuera definitivo, universal o extraordinario.
- **Titulares y énfasis:** un titular puede destacar un aspecto llamativo y omitir condiciones importantes descritas en el cuerpo del texto.
- **Verbos y expresiones de certeza:**
 - Alta certeza: confirma, demuestra, establece.
 - Certeza intermedia: indica, muestra, respalda.
 - Certeza limitada: sugiere, podría explicar, es compatible con.
 - Ausencia de respaldo explícito: se cree, se dice, al parecer, aparentemente.
- **Preguntas orientadoras:**
 - ¿El nivel de certeza del lenguaje coincide con la evidencia?
 - ¿Hay palabras emocionales o sensacionalistas?
 - ¿Se explican los términos científicos importantes?
 - ¿Se diferencia entre “se observó” y “se demostró”?
 - ¿El titular representa adecuadamente el contenido completo?

6. Limitaciones, omisiones y sesgos

Se aprenderá a identificar aspectos que reducen el alcance de una conclusión o que pueden influir en la forma en que se presenta la información.

- **Limitación:** condición del estudio o del registro que impide generalizar completamente los resultados.
- **Omisión:** información relevante que no aparece o que se presenta de forma insuficiente.
- **Sesgo:** tendencia que puede favorecer una interpretación, fuente, explicación o perspectiva.
- **Posibles limitaciones del paper adaptado:**
 - Muestra pequeña o número reducido de observaciones.
 - Periodo de observación breve.
 - Estudio concentrado en un solo lugar.
 - Ausencia de comparación con otros sitios o periodos.
 - Dificultad para distinguir individuos o confirmar su origen.
 - Falta de información sobre variables ambientales o ecológicas.
- **Posibles limitaciones de la noticia:**
 - Selección de un caso llamativo.
 - Dependencia de una fotografía, un testimonio o una fuente única.
 - Falta de descripción del método.
 - Uso de un titular más amplio que la evidencia disponible.
 - Ausencia de opiniones diferentes o de antecedentes que permitan contextualizar.
 - Confusión entre la presencia ocasional de un animal y el establecimiento de una población.
- **Criterio de justificación:** cada crítica debe estar acompañada por una cita, dato o elemento concreto del texto.
- **Formulación responsable:** utilizar expresiones como “el texto no permite determinar...”, “la evidencia presentada es insuficiente para afirmar...” o “esta conclusión sería posible, pero requiere información adicional”.

7. Confiabilidad y alcance de la información

Se desarrollará una evaluación crítica que no reduzca las fuentes a “verdaderas” o “falsas”, sino que examine qué afirmaciones están respaldadas, cuáles son tentativas y qué información adicional sería necesaria.

- **Confiabilidad:** grado en que una fuente presenta información clara, verificable y coherente con las evidencias disponibles.
- **Alcance:** hasta dónde pueden aplicarse las conclusiones de acuerdo con el lugar, tiempo, muestra y método utilizados.
- **Preguntas para una evaluación global:**
 - ¿La fuente identifica a sus autores y su procedencia?
 - ¿Explica cómo se obtuvo la información?

- ¿Presenta evidencias suficientes?
- ¿Distingue hechos de interpretaciones?
- ¿Reconoce limitaciones?
- ¿Las conclusiones son proporcionales a los datos?
- ¿Qué afirmaciones pueden sostenerse y cuáles requieren más investigación?
- **Conclusión sostenible:** puede defenderse utilizando información explícita de uno o ambos textos.
- **Conclusión no sostenible:** excede la evidencia, generaliza demasiado o depende de información que no aparece.
- **Estructura para comunicar una evaluación:**
 1. Presentar una idea central sobre la confiabilidad o el alcance.
 2. Comparar el paper y la noticia.
 3. Incluir al menos dos evidencias concretas.
 4. Reconocer una limitación u omisión.
 5. Distinguir una conclusión sostenible de otra que no puede establecerse.
 6. Proponer qué información adicional sería necesaria.

8. Vocabulario clave

- Paper adaptado.
- Noticia científica.
- Fuente primaria y fuente secundaria.
- Audiencia.
- Propósito.
- Método.
- Evidencia.
- Observación.
- Interpretación.
- Conclusión.
- Hipótesis.
- Limitación.
- Omisión.
- Sesgo.
- Confiabilidad.
- Alcance.
- Certeza e incertidumbre.

Actividades

1. Actividad diagnóstica: “¿Qué tan confiable parece?”

Objetivo: identificar conocimientos previos sobre fuentes científicas, evidencia, lenguaje de certeza y diferencias entre observación y opinión.

Descripción paso a paso:

1. El docente presenta tres afirmaciones breves relacionadas con capibaras en Renaico. Por ejemplo: “Se observó un capibara en una fotografía”; “Los capibaras viven permanentemente en toda la región”; “La presencia podría relacionarse con la disponibilidad de agua”.
2. Cada estudiante clasifica las afirmaciones como observación, interpretación o conclusión.
3. Luego responde individualmente: “¿Cuál afirmación parece más segura y por qué?”
4. El curso comparte respuestas y el docente registra en la pizarra los criterios utilizados.
5. Se aclara que la actividad no busca calificar conocimientos, sino conocer las ideas iniciales.

Organización: individual y discusión plenaria.

Producto esperado: clasificación inicial de afirmaciones y respuesta breve argumentada.

Duración estimada: 20 a 25 minutos.

2. Actividad: “Radiografía de dos textos”

Objetivo: comparar el propósito, la audiencia y la estructura del paper adaptado y de la noticia sobre capibaras de Renaico.

Materiales: una copia del paper adaptado, una copia de la noticia, destacadores de dos colores y una tabla comparativa.

Descripción paso a paso:

1. El docente entrega ambos textos y explica que deben analizarse como fuentes diferentes, aunque traten el mismo tema.
2. En parejas, los estudiantes identifican autoría, fecha, medio de publicación, título, audiencia probable y propósito.
3. Con un color subrayan elementos que aparecen en ambos textos.
4. Con otro color subrayan elementos exclusivos de cada texto.
5. Completan la tabla siguiente:
 - ¿Quién produce el texto?
 - ¿A quién se dirige?
 - ¿Cuál es su propósito?
 - ¿Qué estructura utiliza?
 - ¿Qué información aparece primero?
 - ¿Qué conceptos se explican?
 - ¿Qué aspectos se omiten?

6. Las parejas redactan dos semejanzas y tres diferencias, cada una respaldada con un ejemplo textual.

7. El docente realiza una puesta en común y construye una tabla general con los aportes del curso.

Organización: parejas y plenaria.

Producto esperado: tabla de análisis comparativo y lista de semejanzas y diferencias justificadas.

Duración estimada: 60 minutos.

3. Actividad: “Del dato a la conclusión”

Objetivo: analizar las evidencias y métodos de ambos textos, distinguiendo observaciones, interpretaciones y conclusiones.

Descripción paso a paso:

1. En grupos de tres o cuatro, los estudiantes revisan ambos textos y seleccionan seis afirmaciones relevantes.
2. Copian cada afirmación en una ficha o tabla y completan las siguientes columnas:
 - Afirmación textual.
 - Tipo: observación, dato, interpretación o conclusión.
 - Evidencia que la respalda.
 - Método o fuente de información mencionada.
 - Nivel de certeza: alto, medio o bajo.
 - ¿Qué información adicional sería útil?
3. El grupo elige una afirmación que considere bien respaldada y otra que parezca exceder la evidencia.
4. Para la afirmación más débil, reescribe el enunciado utilizando un lenguaje más preciso. Por ejemplo, reemplaza “demuestra que existe una población estable” por “sugiere que podrían existir individuos presentes en el área, aunque se requiere más información para determinar si hay una población estable”.
5. Cada grupo presenta sus dos casos y explica sus decisiones.

Organización: grupos de tres o cuatro estudiantes.

Producto esperado: matriz de evidencias y reformulación de una afirmación exagerada o ambigua.

Duración estimada: 70 minutos.

4. Actividad: “Detectives del lenguaje científico”

Objetivo: evaluar conceptos, afirmaciones, niveles de certeza, exageraciones y ambigüedades presentes en el paper y la noticia.

Descripción paso a paso:

1. El docente entrega una guía con categorías: lenguaje técnico, lenguaje divulgativo, certeza, incertidumbre, emoción, exageración y ambigüedad.
2. En parejas, los estudiantes seleccionan al menos ocho expresiones de los textos.
3. Clasifican cada expresión y responden:

- ¿Qué significa?
- ¿Es comprensible para la audiencia?
- ¿Indica certeza o posibilidad?
- ¿Está respaldada por la evidencia?
- ¿Podría inducir a una interpretación exagerada?

4. Analizan especialmente el titular, la bajada y las primeras líneas de la noticia.

5. Redactan una versión alternativa del titular que sea atractiva, pero científicamente más precisa.

6. Comparan el titular original y el alternativo, explicando qué información se agregó, eliminó o modificó.

Organización: parejas.

Producto esperado: tabla de análisis del lenguaje y titular alternativo justificado.

Duración estimada: 50 minutos.

5. Actividad: “Lo que la fuente dice y lo que no puede decir”

Objetivo: identificar limitaciones, omisiones y posibles sesgos, justificándolos con ejemplos de los textos.

Descripción paso a paso:

1. El docente explica la diferencia entre limitación, omisión y sesgo mediante ejemplos sencillos.

2. Cada grupo revisa el paper adaptado y la noticia utilizando una lista de preguntas:

- ¿Se informa el número de observaciones?
- ¿Se indica cuánto duró el registro?
- ¿Se explica cómo se identificó al animal?
- ¿Se presentan fuentes diferentes?
- ¿Se incluye alguna explicación alternativa?
- ¿Se reconoce lo que aún no se sabe?
- ¿El título o el texto generaliza más de lo que permiten los datos?

3. Completan una tabla con cuatro columnas: fuente, limitación u omisión, evidencia textual y efecto sobre la interpretación.

4. Eligen una conclusión del texto y determinan si es sostenible, parcialmente sostenible o no establecida por la información presentada.

5. Escriben qué datos adicionales serían necesarios para fortalecer la conclusión.

6. Se realiza una discusión tipo panel en la que cada grupo defiende una evaluación.

Organización: grupos de cuatro o cinco estudiantes.

Producto esperado: matriz de limitaciones y evaluación del alcance de una conclusión.

Duración estimada: 60 minutos.

6. Actividad sumativa: “Informe de evaluación crítica”

Objetivo: comunicar una evaluación crítica fundamentada sobre la confiabilidad y el alcance de la información presentada en ambas fuentes.

Descripción paso a paso:

1. Cada estudiante redacta un informe individual de entre 500 y 700 palabras, o realiza una presentación oral de cuatro a cinco minutos, según la modalidad definida por el docente.
2. El informe debe incluir:
 - Identificación de los dos textos.
 - Comparación de propósito, audiencia y estructura.
 - Análisis de al menos dos evidencias y de los métodos o fuentes utilizados.
 - Diferenciación entre una observación, una interpretación y una conclusión.
 - Análisis de dos expresiones relacionadas con certeza, ambigüedad o exageración.
 - Una limitación, omisión o posible sesgo de cada fuente.
 - Una conclusión sostenible respaldada por ambos textos o por uno de ellos.
 - Una afirmación que no puede establecerse con la información disponible.
 - Dos preguntas que deberían investigarse posteriormente.
3. El estudiante debe utilizar citas breves o referencias claras al contenido de los textos.
4. Antes de entregar, completa una lista de revisión:
 - ¿Comparé ambas fuentes y no solo resumí una?
 - ¿Usé evidencias concretas?
 - ¿Diferencié datos de interpretaciones?
 - ¿Explicué los límites de las conclusiones?
 - ¿Utilicé un lenguaje claro y respetuoso?

Organización: individual; puede realizarse revisión entre pares antes de la entrega.

Producto esperado: informe escrito o presentación oral de evaluación crítica.

Duración estimada: 90 minutos de elaboración y 30 minutos de presentaciones o retroalimentación.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: conocimientos previos sobre ciencia, fuentes de información, evidencia, observación, opinión, certeza y confiabilidad.

Cómo se evalúa: mediante la actividad “¿Qué tan confiable parece?”, en la que el estudiante clasifica afirmaciones y justifica cuál considera más segura.

Instrumento sugerido: cuestionario breve de cinco preguntas y pauta de observación docente.

- Reconoce una afirmación basada en una observación.

- Distingue una interpretación de un dato directo.
- Identifica que una afirmación puede ser plausible, pero no estar suficientemente respaldada.
- Explica inicialmente qué entiende por fuente confiable.

Esta evaluación no requiere calificación. Sus resultados pueden utilizarse para formar parejas o grupos y para reforzar conceptos específicos.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: avance en la comparación de textos, análisis de evidencias, interpretación del lenguaje y reconocimiento de limitaciones.

Cómo se evalúa: mediante la revisión progresiva de los productos de las actividades y preguntas de retroalimentación durante el trabajo grupal.

Instrumentos sugeridos: listas de cotejo, matrices de análisis, preguntas de salida y coevaluación.

• **Lista de cotejo para la tabla comparativa:**

- Identifica el propósito de cada texto.
- Reconoce la audiencia probable.
- Describe la estructura de ambos textos.
- Incluye semejanzas y diferencias.
- Justifica las respuestas con elementos textuales.

• **Lista de cotejo para la matriz de evidencias:**

- Clasifica adecuadamente observación, interpretación y conclusión.
- Relaciona la afirmación con una evidencia.
- Identifica el método o la fuente mencionada.
- Reconoce información faltante.
- Evalúa el nivel de certeza de manera razonable.

• **Preguntas de salida:**

- ¿Cuál es una diferencia importante entre el paper y la noticia?
- ¿Qué afirmación del texto está mejor respaldada?
- ¿Qué información adicional necesitarías para confiar más en una conclusión?

- **Retroalimentación docente:** debe señalar el logro, el aspecto que requiere mejora y una acción concreta para avanzar. Por ejemplo: “Identificaste correctamente la observación; ahora explica qué evidencia permite pasar de esa observación a la conclusión”.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: capacidad de comunicar una evaluación crítica fundamentada sobre el paper adaptado y la noticia, considerando propósito, audiencia, estructura, evidencias, métodos, lenguaje, limitaciones, confiabilidad y alcance.

Cómo se evalúa: mediante el informe escrito o la presentación oral de la actividad “Informe de evaluación crítica”.

Instrumento sugerido: rúbrica analítica de 20 puntos.

• **Comparación de propósito, audiencia y estructura: 4 puntos.**

- 4: compara claramente ambos textos, identifica semejanzas y diferencias y las justifica con ejemplos.
- 3: compara ambos textos, aunque con alguna explicación incompleta.
- 2: describe los textos, pero establece pocas relaciones entre ellos.
- 1: presenta información aislada o confunde sus características.
- 0: no aborda este aspecto.

• **Análisis de evidencias, métodos y fuentes: 4 puntos.**

- 4: relaciona afirmaciones, evidencias y métodos; distingue observaciones, interpretaciones y conclusiones.
- 3: identifica evidencias y métodos, con una distinción generalmente adecuada.
- 2: menciona evidencias, pero no explica bien su relación con las conclusiones.
- 1: resume información sin analizarla.
- 0: no utiliza evidencias.

• **Análisis del lenguaje científico y divulgativo: 4 puntos.**

- 4: identifica conceptos, niveles de certeza, ambigüedades o exageraciones y explica sus efectos.
- 3: reconoce varios elementos del lenguaje y los interpreta adecuadamente.
- 2: identifica algunos términos, pero con poca explicación.
- 1: menciona el lenguaje sin relacionarlo con la confiabilidad.
- 0: no analiza el lenguaje.

• **Limitaciones, omisiones y sesgos: 4 puntos.**

- 4: identifica limitaciones de ambas fuentes y las justifica con ejemplos concretos.
- 3: identifica limitaciones de ambas fuentes, aunque alguna justificación es general.
- 2: identifica una limitación o presenta explicaciones poco fundamentadas.
- 1: formula críticas sin vincularlas con los textos.
- 0: no reconoce limitaciones.

• **Evaluación crítica y comunicación: 4 puntos.**

- 4: comunica una conclusión clara, diferencia lo sostenible de lo no establecido y utiliza evidencias de ambas fuentes.
- 3: presenta una evaluación fundamentada, aunque con alguna conclusión poco desarrollada.
- 2: expresa una opinión con respaldo parcial.
- 1: resume o valora las fuentes sin argumentar.
- 0: no presenta una evaluación comprensible.

Criterios transversales: claridad, organización, uso de vocabulario científico, respeto por las fuentes, precisión al citar información y diferenciación entre certeza e incertidumbre.

Retroalimentación final: el docente indicará una fortaleza, un aspecto que debe mejorar y una recomendación para evaluar futuras noticias o textos científicos.

Unidad 7: Recuperación y consolidación de aprendizajes

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar en su portafolio evidencias de aprendizaje relacionadas con fósiles, anatomía, genética y selección natural, clasificando sus logros, dificultades y aspectos por mejorar con base en criterios de evaluación.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de reconstruir explicaciones sobre la evolución de una población, como *Biston betularia*, diferenciando variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial, sin atribuir cambios evolutivos a decisiones o necesidades individuales.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar evidencias evolutivas, distinguiendo explícitamente lo que se observa, lo que se infiere y las conclusiones que pueden sostenerse, considerando los alcances y limitaciones de cada evidencia.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de revisar y mejorar una explicación o argumento científico elaborado previamente, incorporando retroalimentación docente y justificando sus cambios mediante evidencias y conceptos trabajados en las unidades anteriores.

Contenidos Temáticos

1. Revisión del portafolio y reconocimiento de aprendizajes

Se revisarán producciones realizadas en las unidades anteriores para identificar qué aprendizajes están consolidados, cuáles presentan dificultades y qué aspectos requieren mejora.

- **Organización del portafolio:** selección y ordenamiento de actividades, evaluaciones, modelos, explicaciones y argumentos relacionados con la evolución.
- **Evidencias de aprendizaje:** identificación de trabajos que demuestran comprensión de fósiles, anatomía comparada, genética y selección natural.
- **Criterios de evaluación:** uso de criterios como precisión conceptual, uso de evidencias, relación entre evidencia y conclusión, claridad de la explicación y ausencia de errores conceptuales.
- **Clasificación del desempeño:** logros alcanzados, dificultades persistentes y aspectos concretos por mejorar.
- **Metacognición:** reflexión sobre qué se aprendió, qué resultó difícil, qué estrategias ayudaron y qué se necesita volver a estudiar.

2. Recuperación de conceptos esenciales sobre evolución

Se recuperarán conceptos ya trabajados, relacionándolos entre sí para construir explicaciones científicas coherentes.

- **Fósiles:** restos o evidencias de organismos del pasado que permiten estudiar cambios en la historia de la vida, considerando que el registro fósil es incompleto.
- **Anatomía comparada:** comparación de estructuras corporales para reconocer semejanzas y diferencias entre organismos.
- **Estructuras homólogas:** estructuras con un origen evolutivo común que pueden cumplir funciones diferentes.
- **Genética y variación:** diferencias entre individuos de una población y papel de la herencia en la transmisión de algunas características.
- **Selección natural:** proceso en el que las condiciones ambientales favorecen la supervivencia y reproducción de algunos individuos debido a características heredables.
- **Población:** grupo de individuos de una misma especie que vive en una zona determinada y puede reproducirse.
- **Cambio evolutivo:** modificación de las características heredables de una población a lo largo de generaciones.

3. Reconstrucción de una explicación sobre *Biston betularia*

Se revisará el caso de la polilla del abedul para reconstruir una explicación de evolución por selección natural, diferenciando las condiciones iniciales, la variación heredable y los cambios en la frecuencia de características en la población.

- **Variación inicial:** en la población existían polillas con diferencias de coloración, por ejemplo, formas claras y oscuras.
- **Herencia:** parte de esas diferencias podía transmitirse a la descendencia.
- **Condiciones ambientales:** el color de los troncos y la presencia de contaminación influían en la posibilidad de que las polillas fueran detectadas por las aves.
- **Depredación diferencial:** las aves capturaban con mayor frecuencia a las polillas que contrastaban con el ambiente.
- **Reproducción diferencial:** las polillas que sobrevivían tenían más oportunidades de reproducirse y transmitir sus características.
- **Cambio poblacional:** después de varias generaciones, aumentaba la proporción de la forma más favorecida en esas condiciones.
- **Errores que deben evitarse:** afirmar que una polilla cambió de color porque lo necesitaba, decidió adaptarse o quiso esconderse; decir que el ambiente produjo intencionalmente una característica en cada individuo; confundir adaptación individual con cambio evolutivo de la población.

4. Análisis de evidencias evolutivas: observar, inferir y concluir

Se fortalecerá la capacidad de analizar una evidencia separando los datos directamente observables de las interpretaciones y de las conclusiones que pueden sostenerse.

- **Lo que se observa:** datos, patrones, imágenes, registros, mediciones o comparaciones presentes directamente en la evidencia.

- **Lo que se infiere:** explicación razonable construida a partir de lo observado y de conocimientos científicos previos.
- **Lo que se puede concluir:** afirmación respaldada por la evidencia, expresada sin exagerar lo que los datos permiten afirmar.
- **Fósiles:** permiten observar restos, huellas o cambios en organismos de distintas épocas; permiten inferir transformaciones y relaciones temporales, pero no muestran por sí solos todos los pasos de una historia evolutiva.
- **Anatomía comparada:** permite observar semejanzas y diferencias estructurales; permite inferir posibles relaciones evolutivas, considerando que una semejanza funcional no siempre implica un origen común.
- **Genética:** permite comparar características o secuencias heredables; permite inferir grados de parentesco o similitud biológica, según la información disponible.
- **Selección natural:** permite analizar diferencias de supervivencia y reproducción asociadas a características; permite inferir cambios en la población cuando esas características son heredables.
- **Alcances y limitaciones:** toda evidencia aporta información específica y tiene límites relacionados con su conservación, cantidad, calidad, representatividad o interpretación.

5. Revisión y mejora de explicaciones y argumentos científicos

Se revisará una producción previa para mejorarla mediante retroalimentación, conceptos científicos y evidencias trabajadas en las unidades anteriores.

- **Claridad de la afirmación:** expresar con precisión qué se sostiene.
- **Uso de evidencias:** incorporar datos o ejemplos pertinentes sobre fósiles, anatomía, genética o selección natural.
- **Razonamiento:** explicar cómo la evidencia apoya la afirmación.
- **Precisión conceptual:** diferenciar variación, herencia, ambiente, supervivencia, reproducción y cambio poblacional.
- **Corrección de errores:** eliminar explicaciones basadas en intención, necesidad o esfuerzo individual como causas de la evolución.
- **Justificación de cambios:** indicar qué se modificó, por qué se modificó y qué evidencia o concepto respalda la modificación.

Actividades

1. Auditoría del portafolio: “¿Qué demuestra mi trabajo?”

Objetivo: Identificar en el portafolio evidencias de aprendizaje relacionadas con fósiles, anatomía, genética y selección natural, clasificando logros, dificultades y aspectos por mejorar.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta los criterios de revisión: comprensión conceptual, uso de evidencias, razonamiento científico, claridad y corrección de errores.
- Cada estudiante reúne su portafolio y selecciona al menos una producción relacionada con cada tema: fósiles, anatomía, genética y selección natural.

- Completa una tabla con las columnas: “producción revisada”, “qué logro demuestra”, “qué dificultad presenta”, “qué debo mejorar” y “evidencia del portafolio que lo demuestra”.
- Compara una de sus respuestas con los criterios de evaluación y marca cada criterio como “logrado”, “en proceso” o “requiere apoyo”.
- En parejas, los estudiantes comparten una fortaleza y una dificultad, sin calificar el trabajo de su compañero.
- Cada estudiante establece dos metas concretas de recuperación, por ejemplo: “explicar mejor el papel de la herencia” o “separar observaciones de inferencias”.
- El docente recoge las tablas para identificar necesidades comunes y organizar apoyos.

Organización: trabajo individual y revisión en parejas.

Producto esperado: matriz de revisión del portafolio con logros, dificultades, aspectos por mejorar y dos metas personales.

Duración estimada: 60 minutos.

2. Rompecabezas de evidencias: “Observo, infiero y concluyo”

Objetivo: Analizar evidencias evolutivas distinguiendo lo observado, lo inferido, las conclusiones posibles y las limitaciones de cada evidencia.

Descripción paso a paso:

- El docente organiza grupos y entrega a cada uno una evidencia breve: una secuencia de fósiles, una comparación anatómica, una comparación genética o un registro de cambios en una población.
- Cada grupo completa una ficha con cuatro apartados: “observamos”, “inferimos”, “podemos concluir” y “no podemos afirmar con esta evidencia”.
- El grupo subraya en la fuente los datos que corresponden directamente a observaciones.
- Formula una inferencia y la conecta con la observación mediante la expresión: “A partir de..., inferimos que...”.
- Redacta una conclusión prudente, evitando afirmaciones más amplias que los datos.
- Identifica al menos una limitación de la evidencia.
- Los grupos rotan sus fichas o presentan sus resultados. Los demás estudiantes señalan si alguna inferencia no está suficientemente respaldada.
- El docente realiza una síntesis y corrige confusiones entre dato, interpretación y conclusión.

Organización: grupos de 3 o 4 estudiantes.

Producto esperado: ficha de análisis de una evidencia evolutiva y exposición breve del razonamiento.

Duración estimada: 75 minutos.

3. Reconstrucción del caso *Biston betularia*

Objetivo: Reconstruir una explicación sobre la evolución de una población diferenciando variación heredable, ambiente, supervivencia y reproducción diferencial.

Descripción paso a paso:

- El docente presenta tarjetas desordenadas con los elementos del caso: variación de color, herencia, coloración de los troncos, depredación por aves, supervivencia, reproducción y cambio en la proporción de polillas.
- Los grupos ordenan las tarjetas como una cadena causal.
- Identifican qué elementos corresponden a individuos y cuáles corresponden a la población.
- Completan un organizador con las preguntas: “¿Qué variación existía?”, “¿Era heredable?”, “¿Qué condición ambiental estaba presente?”, “¿Qué individuos sobrevivían y se reproducían más?” y “¿Qué cambió después de varias generaciones?”.
- Escriben una explicación de entre 150 y 200 palabras.
- Revisan la explicación con una lista de control: ¿menciona variación?, ¿indica que es heredable?, ¿relaciona el ambiente con la supervivencia?, ¿explica la reproducción diferencial?, ¿describe un cambio en la población?, ¿evita atribuir intención a las polillas?
- Intercambian sus textos con otro grupo y entregan una sugerencia de mejora basada en la lista de control.

Organización: grupos de 3 o 4 estudiantes, con revisión entre grupos.

Producto esperado: diagrama causal y explicación escrita revisada sobre *Biston betularia*.

Duración estimada: 75 minutos.

4. Taller de reescritura científica: “Antes y después”

Objetivo: Revisar y mejorar una explicación o argumento científico elaborado previamente, incorporando retroalimentación y justificando los cambios realizados.

Descripción paso a paso:

- Cada estudiante selecciona una explicación o argumento de su portafolio que presente dificultades o que pueda ser mejorado.
- Subraya con distintos colores la afirmación principal, las evidencias utilizadas y el razonamiento que conecta ambas.
- Aplica una lista de revisión: precisión conceptual, pertinencia de la evidencia, relación entre evidencia y conclusión, claridad, consideración de limitaciones y ausencia de explicaciones teleológicas.
- Recibe retroalimentación de un compañero o del docente mediante dos preguntas: “¿Qué está bien respaldado?” y “¿Qué necesita mayor explicación o evidencia?”.
- Reescribe la producción incorporando los cambios necesarios.
- Completa una justificación de cambios con las frases: “Cambié...”, “Lo cambié porque...” y “La evidencia o concepto que respalda este cambio es...”.
- Entrega la versión inicial, la versión mejorada y la justificación.

Organización: trabajo individual con retroalimentación en parejas y acompañamiento docente.

Producto esperado: explicación o argumento científico mejorado, acompañado de una justificación de los cambios.

Duración estimada: 90 minutos.

5. Ticket de salida: “Lo que ahora puedo explicar”

Objetivo: Verificar individualmente la consolidación de los aprendizajes esenciales y detectar necesidades de apoyo antes del cierre de la unidad.

Descripción paso a paso:

- Cada estudiante responde tres preguntas breves: una sobre el análisis de una evidencia, otra sobre *Biston betularia* y otra sobre un cambio realizado en su explicación.
- Indica qué concepto aún necesita practicar.
- El docente revisa las respuestas y entrega una retroalimentación breve o una recomendación de estudio.

Organización: individual.

Producto esperado: ticket de salida con respuestas y compromiso de mejora.

Duración estimada: 15 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Propósito: Identificar los aprendizajes previos que requieren recuperación y las dificultades conceptuales más frecuentes.

- **Qué se evalúa:** reconocimiento de evidencias evolutivas, comprensión inicial de selección natural, diferencia entre individuo y población, y capacidad para distinguir observación e inferencia.
- **Cómo se evalúa:** mediante un cuestionario breve de recuperación y una explicación inicial sobre el caso de *Biston betularia*.
- **Preguntas sugeridas:** “¿Qué información puede aportar un fósil?”, “¿Qué diferencia existe entre una variación heredable y una característica adquirida durante la vida?”, “¿Por qué puede cambiar la proporción de ciertos individuos en una población?” y “¿Cuál de estas afirmaciones es una observación y cuál es una inferencia?”.
- **Instrumento sugerido:** cuestionario diagnóstico y lista de cotejo docente.
- **Uso de los resultados:** organizar apoyos diferenciados, seleccionar producciones del portafolio para revisar y formar grupos de trabajo heterogéneos.

Evaluación formativa

Propósito: Acompañar el proceso de recuperación y proporcionar retroalimentación oportuna para mejorar las explicaciones y argumentos.

- **Qué se evalúa:** clasificación de logros y dificultades en el portafolio, análisis de evidencias, uso de conceptos, construcción de relaciones causales y capacidad de revisar una producción.
- **Cómo se evalúa:** observación durante las actividades, revisión de organizadores, preguntas de andamiaje, coevaluación y retroalimentación escrita o oral.

- **Indicadores de progreso:** identifica datos observables sin mezclarlos con explicaciones; formula inferencias coherentes; reconoce limitaciones; explica selección natural sin atribuir intención a los organismos; justifica cambios realizados en su texto.
- **Instrumentos sugeridos:** lista de cotejo, rúbrica breve de análisis de evidencias, guía de revisión entre pares y registro anecdótico docente.
- **Retroalimentación:** debe señalar un logro específico, una dificultad concreta y una acción posible de mejora, por ejemplo: “La evidencia está bien identificada; ahora explica cómo se relaciona con el cambio en la población”.

Evaluación sumativa

Propósito: Valorar la consolidación de los aprendizajes esenciales al finalizar la unidad.

- **Qué se evalúa:** análisis de una evidencia evolutiva, reconstrucción de una explicación sobre *Biston betularia*, revisión de una producción previa y reflexión sobre el propio aprendizaje.
- **Cómo se evalúa:** mediante un producto integrado compuesto por cuatro partes.
- **Parte 1: análisis de evidencia:** el estudiante recibe una evidencia nueva, pero relacionada con contenidos ya trabajados, y completa los apartados “observo”, “infiero”, “concluyo” y “limitaciones”.
- **Parte 2: explicación evolutiva:** redacta una explicación de la evolución de una población, incorporando variación heredable, condiciones ambientales, supervivencia y reproducción diferencial.
- **Parte 3: revisión de producción:** entrega una versión inicial, una versión mejorada y una justificación de los cambios.
- **Parte 4: reflexión:** identifica un aprendizaje consolidado, una dificultad que persiste y una estrategia que utilizará para seguir mejorando.
- **Instrumento sugerido:** rúbrica analítica.

Rúbrica sumativa sugerida

- **Identificación de aprendizajes del portafolio:** reconoce evidencias pertinentes y clasifica con claridad logros, dificultades y aspectos por mejorar.
- **Explicación de selección natural:** relaciona variación heredable, ambiente, supervivencia, reproducción diferencial y cambio en la población.
- **Análisis de evidencias:** distingue observaciones, inferencias y conclusiones, e identifica alcances y limitaciones.
- **Revisión científica:** incorpora retroalimentación, mejora la precisión de la explicación y justifica los cambios con evidencias o conceptos.
- **Comunicación:** presenta ideas ordenadas, utiliza vocabulario científico adecuado y evita afirmaciones basadas en necesidades o decisiones individuales de los organismos.

Se puede utilizar una escala de cuatro niveles: **4: logrado de manera destacada**, **3: logrado**, **2: en proceso** y **1: requiere apoyo**. La evaluación debe considerar principalmente la calidad del razonamiento y la mejora respecto de la producción inicial, no solo la respuesta final.

Unidad 8: Recuperación, retroalimentación y cierre

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar modelos y argumentos sobre evolución trabajados en las unidades 4 a 6, distinguiendo evidencias, inferencias y conclusiones respaldadas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de revisar y mejorar una explicación o modelo sobre selección natural, incorporando retroalimentación y verificando la presencia de variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comparar explicaciones científicas y textos de divulgación sobre evolución, evaluando la calidad de sus evidencias, argumentos, alcances y limitaciones.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de comunicar sus conclusiones sobre los aprendizajes revisados mediante una respuesta oral o escrita clara, utilizando vocabulario científico y justificando sus afirmaciones con evidencias.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar su propio progreso en relación con los objetivos del curso, identificando logros, dificultades y acciones concretas para mejorar su desempeño.

Contenidos Temáticos

1. Recuperación de aprendizajes fundamentales de las unidades 4 a 6

- Revisión de conceptos centrales: evolución biológica, variación, herencia, adaptación, selección natural, población, ambiente y reproducción diferencial.
- Distinción entre cambios en individuos y cambios en poblaciones a lo largo de generaciones.
- Relación entre variación heredable, condiciones ambientales y diferencias en supervivencia o reproducción.
- Identificación de aprendizajes logrados, conceptos parcialmente comprendidos y dificultades persistentes.
- Revisión de errores frecuentes, por ejemplo: “los organismos cambian porque lo necesitan”, “los individuos evolucionan durante su vida” o “la adaptación aparece con un propósito consciente”.

2. Análisis de modelos y argumentos sobre evolución

- Reconocimiento de las partes de un modelo: elementos, relaciones, procesos y predicciones.
- Análisis de modelos sobre selección natural, incluyendo:
 - Variación entre individuos de una población.
 - Posible componente heredable de las variaciones.
 - Condiciones ambientales que afectan la supervivencia o reproducción.
 - Reproducción diferencial.
 - Cambio en la frecuencia de características en la población a través de generaciones.
- Diferenciación entre observaciones o datos, evidencias, inferencias y conclusiones.
- Evaluación de si una conclusión está respaldada por los datos presentados.
- Identificación de afirmaciones que exceden el alcance de la evidencia.

- Reconocimiento de variables relevantes, posibles explicaciones alternativas y limitaciones de un modelo.

3. Revisión y mejora de una explicación sobre selección natural

- Revisión de explicaciones escritas, esquemas, diagramas o modelos elaborados anteriormente.
- Verificación de la presencia de los componentes esenciales de la selección natural:
 - Una población presenta variación.
 - Parte de esa variación puede heredarse.
 - El ambiente genera condiciones que favorecen algunas características frente a otras.
 - Los individuos con ciertas características dejan, en promedio, más descendencia.
 - La proporción de esas características puede aumentar en la población durante generaciones.
- Corrección de explicaciones teleológicas o intencionales, como “la especie desarrolló una característica para sobrevivir”.
- Incorporación de evidencias específicas para respaldar una explicación.
- Uso de conectores científicos: “porque”, “por lo tanto”, “debido a”, “en estas condiciones”, “a lo largo de generaciones” y “la evidencia sugiere”.
- Aplicación de retroalimentación de pares y del docente para mejorar precisión, claridad y coherencia.

4. Comparación entre explicaciones científicas y textos de divulgación

- Diferencias entre una explicación científica escolar, un texto científico y un texto de divulgación.
- Identificación de la afirmación principal, las evidencias utilizadas y la conclusión de cada texto.
- Análisis de la calidad de las evidencias:
 - Relevancia para la afirmación.
 - Suficiencia para respaldar la conclusión.
 - Claridad sobre el origen de los datos.
 - Coherencia entre datos y explicación.
- Evaluación del lenguaje empleado: precisión, uso de metáforas, simplificaciones y posibles ambigüedades.
- Comparación de alcances y limitaciones de cada explicación.
- Identificación de afirmaciones que corresponden a evidencia, interpretación, opinión o especulación.

5. Comunicación científica de conclusiones

- Organización de una respuesta científica en tres partes:
 - Afirmación o conclusión.
 - Evidencia que la respalda.
 - Explicación de cómo la evidencia sustenta la conclusión.
- Redacción de respuestas claras, precisas y centradas en la pregunta.

- Uso adecuado de vocabulario científico: población, variación heredable, ambiente, selección natural, reproducción diferencial, evidencia, inferencia, modelo y limitación.
- Comunicación oral de conclusiones mediante una exposición breve, argumentada y comprensible.
- Revisión de la claridad, coherencia, precisión conceptual y respaldo de las afirmaciones.

6. Reflexión sobre el progreso y acciones de mejora

- Autoevaluación del nivel de logro en relación con los objetivos del curso.
- Identificación de fortalezas y dificultades conceptuales, procedimentales y comunicativas.
- Análisis de evidencias del propio aprendizaje: trabajos corregidos, respuestas, modelos, actividades y evaluaciones.
- Formulación de acciones concretas de mejora, por ejemplo:
 - Revisar la diferencia entre variación individual y cambio poblacional.
 - Practicar la identificación de evidencia e inferencia.
 - Reescribir explicaciones incorporando los componentes de la selección natural.
 - Usar una estructura de afirmación, evidencia y razonamiento.
 - Solicitar retroalimentación antes de entregar una respuesta final.

Actividades

Actividad 1: Mapa de recuperación y semáforo de aprendizajes

Objetivo: Identificar los aprendizajes consolidados y las dificultades relacionadas con los modelos, evidencias y argumentos sobre evolución trabajados en las unidades 4 a 6.

Materiales: Cuaderno o ficha de trabajo, tarjetas con conceptos, lápices de tres colores y una pauta de autoevaluación.

Descripción paso a paso:

1. El docente presenta entre 12 y 15 conceptos de las unidades anteriores: evolución, población, variación, herencia, adaptación, selección natural, ambiente, reproducción diferencial, evidencia, inferencia, modelo y conclusión.
2. De manera individual, cada estudiante organiza los conceptos en un mapa conceptual, utilizando flechas y conectores. Debe incluir al menos una relación entre variación heredable, ambiente y reproducción diferencial.
3. El estudiante marca cada concepto con un código de colores:
 - Verde: puedo explicarlo y usarlo en un ejemplo.
 - Amarillo: lo comprendo parcialmente o confundo algunos aspectos.
 - Rojo: necesito revisarlo o no puedo explicarlo todavía.
4. En parejas, comparan sus mapas e identifican dos relaciones coincidentes y una relación que deba revisarse.
5. El docente realiza una puesta en común y aclara los errores más frecuentes sin introducir contenidos nuevos.
6. Cada estudiante escribe dos metas para la unidad: una conceptual y otra relacionada con la comunicación científica.

Organización: Trabajo individual, seguido de trabajo en parejas y discusión grupal.

Producto esperado: Mapa conceptual corregido, código de semáforo y dos metas personales de aprendizaje.

Duración estimada: 60 minutos.

Actividad 2: Detectives de evidencias, inferencias y conclusiones

Objetivo: Analizar argumentos sobre evolución distinguiendo datos u observaciones, evidencias, inferencias y conclusiones respaldadas.

Materiales: Fichas con argumentos breves, tabla de análisis y marcadores.

Descripción paso a paso:

1. El docente entrega a cada grupo un conjunto de argumentos relacionados con evolución. Por ejemplo: “En una población de insectos, algunos individuos sobreviven después de la aplicación de un insecticida y otros no. En generaciones posteriores aumenta la proporción de individuos resistentes”.
2. Cada grupo subraya con distintos colores:
 - Datos u observaciones.
 - Evidencias que pueden respaldar una explicación.
 - Inferencias realizadas a partir de los datos.
 - Conclusiones del argumento.
3. Completan una tabla con las siguientes preguntas:
 - ¿Cuál es la afirmación principal?
 - ¿Qué evidencia se presenta?
 - ¿Qué inferencia conecta la evidencia con la conclusión?
 - ¿La conclusión está suficientemente respaldada? ¿Por qué?
 - ¿Qué información adicional sería útil?
4. El grupo identifica si el argumento contiene algún error, como confundir adaptación con intención o afirmar que una característica aparece porque el organismo la necesita.
5. Cada grupo reformula una conclusión débil para hacerla más precisa y ajustada a la evidencia.
6. Los grupos presentan un caso al curso y reciben preguntas de sus compañeros.

Organización: Grupos de tres o cuatro estudiantes.

Producto esperado: Tabla de análisis completada y una conclusión revisada, respaldada por la evidencia disponible.

Duración estimada: 75 minutos.

Actividad 3: Taller de revisión de un modelo de selección natural

Objetivo: Revisar y mejorar una explicación o modelo sobre selección natural incorporando retroalimentación y verificando la presencia de variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial.

Materiales: Modelo o explicación elaborada previamente por cada estudiante, pauta de revisión, lápices de colores y hoja para la versión final.

Descripción paso a paso:

1. Cada estudiante recupera una explicación, dibujo, esquema o modelo previamente elaborado sobre un caso de selección natural.
2. Aplica individualmente la siguiente lista de verificación:
 - ¿Se identifica una población y una variación entre sus individuos?
 - ¿Se explica si la variación es heredable?
 - ¿Se describe una condición ambiental relevante?
 - ¿Se explica que algunos individuos sobreviven o se reproducen más que otros?
 - ¿Se indica que el cambio ocurre en la población a través de generaciones?
 - ¿La explicación evita afirmar que los individuos cambian porque lo necesitan?
 - ¿Se incorporan evidencias concretas?
3. En parejas, los estudiantes intercambian sus trabajos y entregan retroalimentación usando la estructura “fortaleza, pregunta y sugerencia de mejora”.
4. Cada estudiante selecciona al menos dos aspectos que debe corregir o ampliar.
5. Elabora una segunda versión del modelo o explicación. Puede utilizar texto, diagrama de flujo, tabla o una combinación de formatos.
6. Escribe una breve justificación de los cambios realizados, indicando qué retroalimentación incorporó.
7. El docente revisa algunos ejemplos y realiza retroalimentación final enfocada en precisión científica y claridad.

Organización: Trabajo individual y revisión en parejas.

Producto esperado: Versión inicial, pauta de revisión, retroalimentación de un compañero, modelo mejorado y explicación de los cambios.

Duración estimada: 90 minutos.

Actividad 4: Comparación crítica de un texto científico y uno de divulgación

Objetivo: Comparar explicaciones científicas y textos de divulgación sobre evolución, evaluando sus evidencias, argumentos, alcances y limitaciones.

Materiales: Dos textos breves sobre un mismo fenómeno evolutivo, tabla comparativa y pauta de análisis.

Descripción paso a paso:

1. El docente entrega dos textos sobre un mismo tema de evolución: uno con estructura de explicación científica y otro de divulgación para público general.
2. Los estudiantes leen ambos textos y anotan la afirmación principal de cada uno.
3. Completan una tabla con las siguientes categorías:
 - Pregunta o fenómeno abordado.
 - Conceptos científicos utilizados.
 - Evidencias presentadas.

- Relación entre evidencia y conclusión.
 - Nivel de precisión del lenguaje.
 - Alcance de la explicación.
 - Limitaciones o información que falta.
 - Posibles simplificaciones o metáforas.
4. En grupos, determinan qué texto resulta más útil para explicar el fenómeno a un estudiante de su edad y cuál ofrece mayor detalle científico. Deben justificar ambas decisiones.
 5. Redactan una conclusión comparativa utilizando al menos dos evidencias tomadas de los textos.
 6. Comparten sus conclusiones y revisan si las afirmaciones están efectivamente respaldadas.

Organización: Lectura individual y discusión en grupos de cuatro.

Producto esperado: Tabla comparativa y párrafo argumentado sobre las fortalezas y limitaciones de ambos textos.

Duración estimada: 75 minutos.

Actividad 5: Respuesta científica final y conferencia de cierre

Objetivo: Comunicar conclusiones sobre los aprendizajes revisados mediante una respuesta oral o escrita clara, utilizando vocabulario científico y justificando las afirmaciones con evidencias.

Materiales: Pregunta de cierre, pauta de planificación, rúbrica y, si corresponde, dispositivo para grabar una presentación breve.

Descripción paso a paso:

1. El docente plantea una pregunta integradora, por ejemplo: “¿Cómo permiten las evidencias y los modelos explicar que una característica aumente en una población a lo largo de varias generaciones?”.
2. Cada estudiante planifica su respuesta utilizando la estructura:
 - Afirmación principal.
 - Dos evidencias relevantes.
 - Explicación de la relación entre las evidencias y la afirmación.
 - Una limitación o condición del modelo utilizado.
3. El estudiante elige una modalidad:
 - Respuesta escrita de aproximadamente 300 a 400 palabras.
 - Exposición oral de tres a cinco minutos con apoyo visual sencillo.
4. Antes de entregar o presentar, revisa el uso de los conceptos variación heredable, ambiente, selección natural, reproducción diferencial, evidencia y población.
5. Los compañeros realizan una pregunta o entregan una observación sobre la claridad y el respaldo de la conclusión.
6. El estudiante completa una autoevaluación final y establece una acción concreta para continuar mejorando.

Organización: Preparación individual, retroalimentación en parejas y presentación individual.

Producto esperado: Respuesta científica oral o escrita, pauta de planificación, retroalimentación recibida y autoevaluación final.

Duración estimada: 90 minutos.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Propósito: Reconocer el nivel de dominio inicial de los aprendizajes de las unidades 4 a 6 y organizar las instancias de recuperación.

Qué se evalúa:

- Comprensión de los componentes de la selección natural.
- Diferenciación entre individuos y poblaciones.
- Capacidad para reconocer evidencias, inferencias y conclusiones.
- Uso inicial del vocabulario científico.
- Capacidad para identificar dificultades propias.

Cómo se evalúa: Se aplica al inicio una actividad breve de recuperación que incluya:

- Una pregunta de selección natural basada en un caso.
- Una clasificación de enunciados como evidencia, inferencia o conclusión.
- La revisión de un argumento con un error conceptual.
- Una escala de autoevaluación desde “lo puedo explicar” hasta “necesito apoyo”.

Instrumento sugerido: Cuestionario diagnóstico breve y ficha de autoevaluación. No requiere calificación; sus resultados se utilizan para formar parejas o grupos de apoyo y seleccionar los aspectos que deben reforzarse.

Evaluación formativa

Propósito: Acompañar el progreso durante la recuperación, proporcionar retroalimentación oportuna y permitir que los estudiantes mejoren sus modelos y argumentos antes de la evaluación final.

Qué se evalúa:

- Organización de relaciones entre los conceptos de las unidades 4 a 6.
- Distinción entre datos, evidencias, inferencias y conclusiones.
- Coherencia entre una afirmación y la evidencia que la respalda.
- Inclusión de variación heredable, condiciones ambientales y reproducción diferencial en los modelos.
- Capacidad de revisar el propio trabajo e incorporar sugerencias.
- Calidad de la participación en discusiones y revisión entre pares.

Cómo se evalúa:

- Observación directa durante las actividades grupales.

- Preguntas de andamiaje realizadas por el docente.
- Revisión del mapa conceptual y de la tabla de análisis de argumentos.
- Retroalimentación entre pares mediante la estructura “fortaleza, pregunta y sugerencia”.
- Comparación entre la primera y la segunda versión del modelo de selección natural.
- Tickets de salida con preguntas como: “¿Qué concepto comprendí mejor hoy?” y “¿Qué aspecto aún debo revisar?”.

Instrumentos sugeridos:

- Lista de cotejo para modelos de selección natural.
- Escala de apreciación para análisis de argumentos.
- Rúbrica breve de retroalimentación entre pares.
- Registro de observación del docente.
- Portafolio de recuperación con evidencias del proceso.

Evaluación sumativa

Propósito: Valorar la integración de los aprendizajes de las unidades 4 a 6 y la capacidad de comunicarlos con respaldo científico.

Producto final: Una respuesta científica escrita o una presentación oral que responda una pregunta integradora sobre evolución, acompañada de un modelo revisado y una reflexión personal sobre el progreso.

Qué se evalúa:

- **Análisis de modelos y argumentos:** distingue evidencia, inferencia y conclusión, y reconoce si el argumento está respaldado.
- **Explicación de selección natural:** integra variación, heredabilidad, condiciones ambientales, reproducción diferencial y cambio poblacional a través de generaciones.
- **Comparación de fuentes:** evalúa evidencias, argumentos, alcances y limitaciones de una explicación científica y de un texto de divulgación.
- **Comunicación científica:** presenta una afirmación clara, utiliza vocabulario apropiado y justifica sus conclusiones con evidencias.
- **Revisión y mejora:** demuestra que incorporó retroalimentación y puede explicar los cambios realizados.
- **Metacognición:** identifica logros, dificultades y acciones concretas para mejorar.

Instrumento sugerido: Rúbrica analítica de cuatro niveles.

- **Nivel 4, logrado de manera destacada:** analiza con precisión, integra todos los componentes de la selección natural, utiliza evidencias pertinentes y comunica una conclusión clara y bien justificada.
- **Nivel 3, logrado:** explica adecuadamente el fenómeno, aunque presenta pequeñas imprecisiones o desarrolla de manera limitada algún componente.
- **Nivel 2, parcialmente logrado:** reconoce algunos conceptos, pero confunde relaciones entre evidencia, inferencia y conclusión o deja componentes importantes sin explicar.

- **Nivel 1, inicial:** presenta una explicación incompleta, con errores conceptuales importantes y escaso respaldo en evidencias.

Instancia de recuperación: Los estudiantes que no alcancen los criterios mínimos pueden realizar una nueva versión del modelo, responder una guía de análisis de evidencias y presentar oralmente la explicación al docente o a un grupo pequeño. La recuperación debe centrarse en los objetivos no logrados y considerar la retroalimentación recibida.