

Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Facultad de Ciencias Agrarias
Licenciatura en la enseñanza de las Ciencias Biológicas.



“Del pizarrón al prompt: La evaluación de la evolución en tiempos de Inteligencia Artificial”.

El rol de la inteligencia artificial (IA) en la evaluación de la enseñanza de las fuerzas evolutivas.

Savino, Micaela Selva

Tutora: Antonelli, Valeria

mes y año:

Abril 2026

Índice

Resumen	1
Introducción	4
Preguntas problema	9
Objetivos generales y específicos	10
Materiales y métodos	11
Referencias	24
Anexos	27

1.Resumen:

En el contexto de hiperconectividad actual, donde los sujetos tenemos en disponibilidad saberes y personas, la inteligencia artificial (IA) se ha incorporado progresivamente a las prácticas académicas de los estudiantes de nivel superior, transformando las formas de aprender y de evaluar. Su presencia desafía los modelos tradicionales de enseñanza, pero también ofrece la oportunidad de repensar las prácticas docentes desde una mirada reflexiva y crítica. Esta investigación analiza el impacto del uso de ChatGPT como recurso de estudio en la enseñanza y evaluación de las fuerzas evolutivas —selección natural, mutaciones, deriva genética, flujo génico y recombinación—, contenidos centrales y complejos dentro de la formación docente en Biología, donde persisten concepciones alternativas que dificultan la comprensión conceptual.

A partir de esta problemática, se busca indagar cómo el uso de esta herramienta puede influir en la comprensión conceptual, en los estudiantes del instituto superior de formación docente (ISFD) en Biología. El estudio adopta un diseño cuasi-experimental con preprueba - intervención - posprueba en un

mismo grupo, implementado con estudiantes del cuarto año del ISFD. La intervención incluyó un taller de estrategias de estudio con ChatGPT y un período de práctica autónoma.

El análisis fué comparando el desempeño antes y después de la experiencia, considerando los datos cuantitativos y como las percepciones cualitativas de los participantes. El propósito no fue automatizar la evaluación, sino explorar el potencial para fortalecer la metacognición, la evaluación formativa y la construcción reflexiva del conocimiento.

Palabras clave: ChatGPT; evaluación formativa; fuerzas evolutivas; hiperconectividad; inteligencia artificial; metacognición; profesorados de Biología.

1.1 Summary

In today's hyperconnected world, where knowledge and people are readily available, artificial intelligence (AI) has gradually been incorporated into the academic practices of higher education students, transforming the ways in which they learn and are assessed. Its presence challenges traditional teaching models, but also offers the opportunity to rethink teaching practices from a reflective and critical perspective. This research analyses the impact of using ChatGPT as a study resource in the teaching and assessment of evolutionary forces—natural selection, mutations, genetic drift, gene flow, and recombination—which are central and complex topics in biology teacher training, where alternative conceptions persist that hinder conceptual understanding.

Based on this issue, the aim is to investigate how the use of this tool can influence conceptual understanding in students at the Higher Institute of Teacher Training (ISFD) in Biology. The study adopts a quasi-experimental design with pre-test, intervention and post-test in the same group, implemented with fourth-year ISFD students. The intervention included a workshop on study strategies with ChatGPT and a period of independent practice.

The analysis compared performance before and after the experience, considering both quantitative data and the qualitative perceptions of the participants. The purpose was not to automate assessment, but to explore the potential for strengthening metacognition, formative assessment, and reflective knowledge construction.

Keywords: ChatGPT; formative assessment; evolutionary forces; hyperconnectivity; artificial intelligence; metacognition; biology teachers.

2. Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mi tutora, Valeria Antonelli, por su constante acompañamiento, su disposición para responder cada consulta. Su paciencia ante mis dudas y ansiedades. Su guía fue fundamental para poder sostener este trabajo y avanzar con seguridad en cada etapa.

A la coordinadora de mi carrera, Beatriz Gasdia, le agradezco sinceramente el apoyo brindado en un momento difícil, cuando pensé en abandonar, y por recordarme que siempre es posible continuar el camino académico con esfuerzo, dedicación y rodeado de buenas personas.

A Cynthia Riquelme, quien me apoyó en mi investigación, me prestó sus alumnos y siempre estuvo dispuesta a ayudarme.

A Cinthia Alegre, quien me animó a finalizar el profesorado a pesar de mi problema de salud, dándome un voto de confianza. En especial, por reencontrarme con ella en la licenciatura y recordarme, con su ejemplo, lo que significa ser una buena docente y una persona ejemplar.

A Carolina, mi amiga inseparable, compañera de la facultad, del trabajo y de la vida, que estuvo conmigo en todo momento y en todos los lugares posibles, compartiendo risas, desvelos y acompañándome siempre.

A mis amigos y hermanas, por bancarme en los días de cansancio, en mis cambios de humor y en mi sensibilidad. Gracias a Rebeca, Enzo, Antonella, Mariela, Giuliana y Laurens, por estar siempre presentes con su cariño y comprensión.

A Alicia, mi psicóloga, por acompañarme en cada etapa de mi crecimiento personal y también de mi desarrollo profesional. Gracias por ser una excelente persona y profesional, y por estar siempre allí con palabras y gestos que marcaron una diferencia.

A Fernando, el amor de mi vida, que me acompaña desde los 18 años. Gracias por caminar conmigo todos estos años, por ser mi compañero en los días difíciles y en los más simples y felices, por sostenerme cuando sentí que no podía más y celebrar cada pequeño logro como si fuera propio. Tu amor, tu paciencia (aunque digas que no tenés) y tu fe en mí me enseñaron que compartir la vida con alguien es construir juntos, paso a paso, incluso cuando el camino se vuelve empinado. Gracias por recordarme, con tu forma de querer, que no hay meta imposible cuando se tiene un hogar en alguien.

Y finalmente, a mi papá, Ángel. Desde el 2021 te extraño y me hacés falta. Sé, papi, que estarías orgulloso de mí en este momento, y que me

hubieras hecho un cinto o un par de zapatos para celebrarlo. Te amo y te extraño cada día. Este es NUESTRO logro.

3.Introducción

En el ámbito educativo actual, la creciente hiperconectividad —entendida como el acceso a redes, personas y saberes— ha transformado profundamente las formas de socializar y acceder al conocimiento (Quan-Haase & Wellman, 2002). Esta transformación también ha impactado en las prácticas pedagógicas, especialmente en lo que respecta a la evaluación (Pérez, 2015), ya que los saberes están disponibles de forma inmediata a un clic. En esta situación de transformación digital, es cada vez más frecuente que los estudiantes del ISFD en Biología recurran a herramientas de IA para resolver actividades de clase (Sublime & Renna, 2024).

Sin embargo, el sistema de evaluación se encuentra en un período de transición. Oscila entre los enfoques tradicionales y las demandas de las nuevas generaciones, nativas digitales, y aunque se han incorporado tecnologías como las TIC, estas no siempre se integran con los desarrollos más recientes ni con las nuevas formas de aprender que poseen los estudiantes hiperconectados. Esto plantea el desafío de revisar nuestras prácticas docentes y encontrar formas de evaluación más acordes a este escenario tecnológico (Pérez, 2015).

Existen diversos enfoques para evaluar el aprendizaje, entre los cuales se reconocen tres momentos de evaluación: la evaluación diagnóstica, que permite conocer el nivel inicial de los estudiantes antes de comenzar un proceso de enseñanza; la evaluación formativa, utilizada durante el proceso para monitorear el aprendizaje y brindar retroalimentación; y la evaluación

sumativa, que se realiza al finalizar una unidad o período, con el objetivo de determinar el logro de los objetivos establecidos (Domínguez, 2022). No obstante, en contextos educativos actuales resulta necesario integrar dimensiones autorreflexivas, como la metacognición, entendida como la capacidad de planificar, supervisar y evaluar los propios procesos cognitivos, identificando fortalezas y debilidades en las estrategias de aprendizaje. Asociada a ella, la autoevaluación permite que los estudiantes valoren sus producciones en función de criterios explícitos, lo que favorece un aprendizaje más consciente y reflexivo. Estas prácticas permiten fortalecer la autorregulación, lo que impacta directamente en la construcción de aprendizajes más autónomos y fundamentados, favoreciendo que los estudiantes se reconozcan como protagonistas de su propio aprendizaje (Rivas et al., 2022).

Estos procesos de autorreflexión se ven hoy atravesados por la irrupción de nuevas tecnologías. En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha configurado un escenario distinto en el que resulta necesario explorar cómo estas herramientas pueden integrarse a los procesos de enseñanza y evaluación, modificando la manera en que los estudiantes aprenden y los docentes acompañan ese aprendizaje. En términos conceptuales, la IA se define como la capacidad de los dispositivos para utilizar algoritmos, aprender de los datos y aplicar lo aprendido en la toma de decisiones, de forma similar a un ser humano, pero con mayor velocidad y sin necesidad de descanso (Rouhiainen, 2018).

En este contexto, es cada vez más común que los estudiantes recurran a ChatGPT para resolver ejercicios, guías de estudio, estudios de caso,

trabajos prácticos y rutas conceptuales (Steiman, 2008). Este fenómeno representa tanto oportunidades como desafíos: por un lado, facilita el acceso al conocimiento y promueve la participación activa del estudiantado; por otro, demanda nuevas estrategias docentes para garantizar aprendizajes significativos (López et al., 2023).

Frente a esta realidad, se vuelve urgente considerar nuevas formas de evaluación: ya no alcanza con comprobar si los estudiantes recuerdan un contenido, sino que es necesario indagar cómo lo procesan, lo aplican y lo resignifican. Estas habilidades resultan esenciales para una formación significativa en el contexto actual, donde las tecnologías digitales y la inteligencia artificial transforman los procesos de enseñanza y aprendizaje (Lara et al., 2019; López et al., 2023). En este marco, se eligió trabajar con las fuerzas evolutivas porque constituyen un contenido central y, al mismo tiempo, problemático en la enseñanza de la Biología. Las dificultades no se limitan a la selección natural, sino que atraviesan a cada una de las fuerzas evolutivas, lo que hace necesario detenerse en cada caso para entender dónde surgen los principales obstáculos de aprendizaje.

En el caso de la selección natural, diversos estudios muestran que los estudiantes suelen mantener concepciones alternativas que persisten incluso después de la enseñanza formal. Entre las más comunes aparecen las explicaciones teleológicas —como pensar que los organismos cambian “porque lo necesitan” o que se esfuerzan para adaptarse—, así como la confusión entre cambios individuales y poblacionales (González Galli, 2011; González Galli & Meinardi, 2014). Este tipo de ideas, de raíz lamarckista, dificulta comprender que la selección natural es un proceso poblacional y no individual.

En cuanto a las mutaciones, muchos alumnos tienden a verlas como fenómenos excepcionales o siempre asociados a enfermedades y alteraciones “monstruosas”, en lugar de comprenderlas como cambios aleatorios que generan variabilidad genética. Zhao y Schuchardt (2019) señalan que el estudiantado las describe como entidades estáticas, más que como procesos dinámicos del ADN, lo que impide reconocer su papel central en la evolución.

La deriva genética también suele confundirse con la selección natural. Los estudiantes tienden a otorgarle un carácter adaptativo que no le corresponde, o a reducirla simplemente a “azar” sin dimensionar sus efectos acumulativos sobre las frecuencias génicas. Además, persiste la idea de que solo actúa en poblaciones muy pequeñas, cuando en realidad puede afectar a cualquier población, aunque sea más notorio en aquellas con menor tamaño efectivo (Andrews et al., 2012).

En relación con el flujo génico, la dificultad principal está en que muchos alumnos piensan las poblaciones como estructuras fijas y cerradas, sin considerar que el ingreso o salida de individuos y gametos cambia las frecuencias génicas. Este obstáculo impide visualizar la importancia del flujo génico en la dinámica de la biodiversidad y en la conexión entre poblaciones (Méndez & Navarro, 2014).

Finalmente, la recombinación genética es trabajada en general de manera muy técnica, con explicaciones centradas en el nivel molecular que terminan llevando a un aprendizaje memorístico. Esto hace que se pierda de vista su función evolutiva, que es la generación de nuevas combinaciones alélicas que enriquecen la variabilidad genética de las poblaciones (Fontdevila, 2017).

Por este motivo, el estudio se centra en los estudiantes del ISFD en Biología del conurbano de la provincia de Buenos Aires, ubicado en la región 5. En 4° año, cursan el espacio curricular “Evolución”, lo que permite contar con una muestra variada con participantes más avanzados en el ISFD y que, además, tienen técnicas de estudio más afianzadas. Este recorte resulta pertinente porque exige no solo comprender procesos biológicos complejos, sino también desarrollar competencias de argumentación y pensamiento crítico, aspectos clave en la formación docente.

En este trabajo, se plantea como eje temático la enseñanza de las fuerzas evolutivas, un contenido clave dentro del área de Biología y presente en todos los niveles del sistema educativo. Comprender la evolución implica reconocer procesos complejos que han sido objeto de transformaciones históricas en su abordaje pedagógico (Méndez & Navarro, 2014). Entre las principales fuerzas evolutivas se encuentran la selección natural, que favorece la reproducción de organismos con características adaptativas; las mutaciones, que introducen cambios aleatorios en el material genético; la deriva genética, que implica alteraciones aleatorias en las frecuencias génicas de poblaciones pequeñas; el flujo génico, que refiere al intercambio de genes entre poblaciones; y la recombinación genética, que genera variabilidad al reorganizar genes durante la reproducción sexual (Fontdevila, 2017).

Este trabajo se enfocará en explorar cómo ChatGPT puede facilitar el aprendizaje y la evaluación de estos contenidos en estudiantes del segundo año del ISFD de Biología. Esta herramienta se ha elegido por su acceso gratuito, facilidad de uso y presencia extendida entre el estudiantado.

En este marco, y considerando la centralidad de las fuerzas evolutivas en la formación docente, cabe destacar que los aportes teóricos citados provienen de investigaciones desarrolladas en contextos internacionales, lo que permite abordar la problemática desde una perspectiva amplia y comparada.

Asimismo surge la necesidad de indagar cómo el uso de herramientas de inteligencia artificial, en particular ChatGPT, puede impactar en la enseñanza y evaluación de estos contenidos. A partir de esta problemática, se formulan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué nivel de habilidades de comprensión y análisis crítico sobre las fuerzas evolutivas y qué estrategias de estudio utilizan los estudiantes del 4° año del ISFD de Biología antes de incorporar ChatGPT como recurso?
- ¿Cómo incide la implementación de un taller de estrategias de estudio con ChatGPT en el desarrollo de procesos de metacognición y autoevaluación de los estudiantes?
- ¿Qué diferencias se observan en los procesos de argumentar y resolver situaciones, la argumentación científica y la resolución de problemas entre la preprueba y la posprueba?
- ¿De qué manera el uso de ChatGPT como recurso de estudio contribuye al desarrollo del pensamiento crítico y a la construcción reflexiva del conocimiento en los estudiantes?

En función de estas preguntas, se plantean los siguientes objetivos de investigación, que guiarán el desarrollo del estudio.

Objetivo General:

Analizar el impacto del uso de ChatGPT como recurso de estudio en el aprendizaje y la evaluación de las fuerzas evolutivas en estudiantes de 4° año del ISFD en Biología de Educación Secundaria en Biología.

Objetivos Específicos:

- Establecer el nivel de partida y las estrategias de estudio habituales de los estudiantes. (a través de una preprueba)
- Implementar un taller de estrategias de estudio con ChatGPT
- Evaluar la comprensión conceptual, la argumentación científica y la resolución de problemas a través de la posprueba equivalente a la preprueba.
- Analizar el impacto de ChatGPT como recurso de estudio en el desarrollo de competencias críticas, reflexivas y metacognitivas en los estudiantes.

El presente estudio se circunscribe a estudiantes de 4.º año del ISFD de Educación Secundaria en Biología del conurbano de la provincia de Buenos Aires, ubicado en la región 5, en el marco de los planes de estudio vigentes (Res. 3605/22 vigente para el ciclo lectivo 2026 y Res. 13259/99, vigente actualmente). El alcance incluye la implementación de una intervención breve —un taller de estrategias de estudio con ChatGPT— y la aplicación de un diseño cuasi-experimental de preprueba–posprueba en un mismo grupo.

Las limitaciones principales se relacionan con el tamaño de la muestra, restringida a una única institución, la ausencia de grupo control externo y el carácter acotado de la intervención, lo que limita la posibilidad de sacar conclusiones generalizables, por lo que los resultados deben analizarse considerando el contexto específico de esta cohorte.

3. Cuerpo del trabajo

3.1 Materiales y métodos

3.1.1 Diseño del estudio

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuasi-experimental, con un diseño de preprueba–posprueba aplicada a un mismo grupo, sin asignación aleatoria de los participantes. Este diseño permitió analizar los cambios en el desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención, en este caso, el uso de ChatGPT como recurso de estudio (Hernández Sampieri et al., 2014, cap. 17).

3.1.2 Población y contexto

La población del estudio estuvo conformada por estudiantes de cuarto año del ISFD de Educación Secundaria en Biología en la region 5 del conurbano Bonaerense, pertenecientes al diseño curricular aprobado por la Resolución 13259/99, modificada por la 3581/00, donde el espacio curricular *Evolución* se dicta en dicho año. En el plan de estudios vigente en 4° año a partir de 2027 (Resolución 3605/22, RAM 2025), la asignatura *Evolución* se mantiene con la misma denominación, aunque con menor carga horaria; por este motivo, se seleccionó la cohorte que conserva la estructura completa del espacio curricular.

La participación fue voluntaria y anónima, respetando los principios éticos fundamentales de confidencialidad, consentimiento informado y resguardo de los datos personales.

3.1.3 Instrumentos

El procedimiento constó de tres etapas. En primer lugar, se aplicó una preprueba consistente en una evaluación escrita sobre fuerzas evolutivas, acompañada de una encuesta diagnóstica destinada a indagar las estrategias de estudio empleadas por los estudiantes. Posteriormente, se llevó a cabo la intervención, que incluyó un taller de técnicas de estudio con ChatGPT, en el cual se mostró cómo utilizar la herramienta para elaborar resúmenes, practicar la oralidad, generar preguntas de repaso y recibir retroalimentación. Tras el taller, los estudiantes dispusieron de un período de estudio autónomo de una semana, durante el cual aplicaron las estrategias aprendidas con la IA. Finalmente, se administró una posprueba equivalente en contenidos, niveles cognitivos y criterios de corrección, junto con una encuesta final orientada a relevar la satisfacción y percepción de los estudiantes respecto al uso de ChatGPT como recurso de estudio.

Los instrumentos de evaluación fueron elaborados a partir de la bibliografía especializada en enseñanza de la evolución y en evaluación de aprendizajes complejos (González Galli, 2011; Andrewa et al, 2012; Méndez & Navarro, 2014; Fontdevila, 2017; Zhao & Schuchardt, 2019). La preprueba y la posprueba se diseñaron con el mismo formato, combinando ítems de opción múltiple, resolución de problemas y preguntas abiertas de argumentación, con el fin de relevar tanto la exactitud conceptual como la capacidad de aplicar los conocimientos a nuevas situaciones. La rúbrica analítica se construyó con cinco criterios —exactitud conceptual, argumentación científica, resolución de problemas, claridad y originalidad—, considerados centrales para valorar la

comprensión de los procesos evolutivos y el desarrollo de competencias críticas y reflexivas.

Aunque los instrumentos aún no han sido validados empíricamente, es decir que no se utilizaron en otras metodologías, su diseño buscó garantizar validez de contenido mediante el apoyo en fuentes teóricas actualizadas, y confiabilidad a través de descriptores claros y escalas precisas para la corrección. Para la recolección de datos se emplearon las producciones escritas de la preprueba y la posprueba, junto con la rúbrica analítica mencionada, aplicada en una escala de 0 a 3.

3.1.4 Análisis de datos

El análisis de datos fué de carácter cuantitativo. Los puntajes obtenidos en la pre y posprueba serán procesados mediante estadística inferencial, con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes tras la intervención con ChatGPT. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk para determinar si los datos presentan una distribución normal. En éste caso los datos no cumplen con los supuestos de normalidad, por lo tanto se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, adecuada para contrastar diferencias entre medidas apareadas cuando las distribuciones no son normales. Además, se calculará el tamaño del efecto, entendido como un indicador de la magnitud práctica de las diferencias observadas, a fin de valorar si las mejoras son pequeñas, moderadas o grandes en términos pedagógicos.

Todos los datos fueron analizados por la investigadora, con el apoyo técnico de ChatGPT en la organización y representación inicial de la información. Esta asistencia no sustituirá la interpretación académica, sino que

actuará como un recurso complementario para la sistematización de los resultados. En concordancia con los principios de beneficencia, autonomía y justicia (Floridi & Cowls, 2019), se garantizará un uso responsable y transparente de la IA, manteniendo el juicio crítico humano como elemento central del proceso investigativo.

Para garantizar la validez de la corrección, cada ítem de la preprueba y de la posprueba contó con una guía de respuestas esperadas, elaborada previamente por la investigadora a partir de la bibliografía de referencia. Esta guía sirvió como patrón de cotejo para aplicar la rúbrica analítica, de manera de evaluar no solo la exactitud conceptual de las respuestas, sino también la calidad de la argumentación y la claridad en la resolución de problemas. Además, un co - formador externo revisó el 20% de las evaluaciones, con el fin de estimar la consistencia en la aplicación de la rúbrica.

Los datos personales y las producciones de los estudiantes fueron anonimizados y almacenados en un dispositivo seguro, con acceso restringido únicamente a la investigadora principal.

4. Análisis y Resultados

Para alcanzar los objetivos planteados y mantener una investigación estrictamente objetiva y de tipo cuasi-experimental, se aplicaron criterios de exclusión con el fin de garantizar la homogeneidad del grupo analizado.

Criterios de exclusión:

- No haber contado previamente a la intervención, al menos una clase teórica o práctica sobre fuerzas evolutivas.
- No haber estudiado de forma habitual los contenidos antes de la preprueba.

- No haber tomado el taller de ChatGPT como herramienta de estudio.
- No haber completado tanto la preprueba como la posprueba.

4.1 Resultados preprueba

La preprueba tenía como objetivo principal establecer un nivel inicial de comprensión de los estudiantes sobre las fuerzas evolutivas, antes de la intervención del taller de utilización de ChatGPT como herramienta de estudio.

Los porcentajes obtenidos oscilaron entre el 56% y el 100%, con un promedio general del 84,3%, lo que indica que el grupo partía de un nivel de desempeño alto.

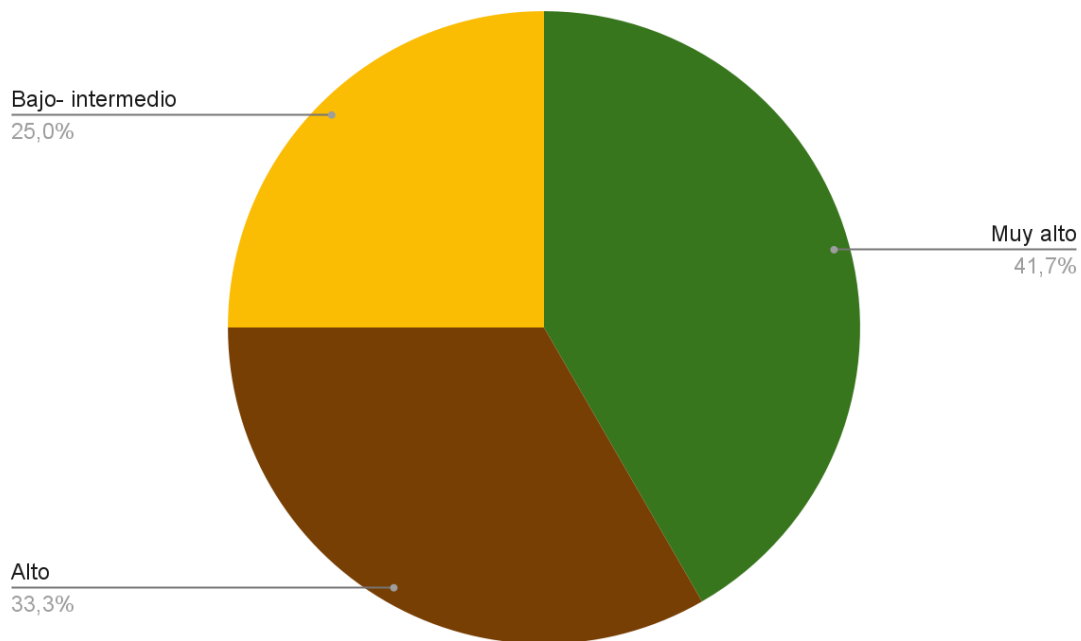
Si analizamos de forma general, la mayoría de los estudiantes alcanzó valores entre el 80 y 100%, ubicándose en niveles altos o muy altos, lo que sugiere que ya dominaban una buena parte de los conceptos clave antes del taller.

Las mayores dificultades se concentraron en la distinción entre el flujo génico y deriva genética, también en la aplicación de conceptos a situaciones problemáticas aunque las definiciones básicas y el reconocimiento de mecanismos se encontraban consolidados.

En los cierres narrativos, se observó que los estudiantes podían describir los procesos evolutivos, pero no siempre lograban integrarlos en explicaciones más amplias.

Al analizar la distribución de niveles, podemos observar que cinco estudiantes se ubicaron en el rango muy alto (mayor al 90% de la preprueba realizada según los parámetros esperados). Luego vemos que 4 estudiantes mostraron un desempeño alto (entre el 80% y 89% de la preprueba realizada según los parámetros esperados). Por último podemos contemplar que 3 estudiantes se ubicaron en el nivel intermedio - bajo (entre el 60% y el 79% de

la preprueba realizada según los parámetros esperados), lo que indica una menor profundidad argumentativa, pero sin desconocimiento de los contenidos.



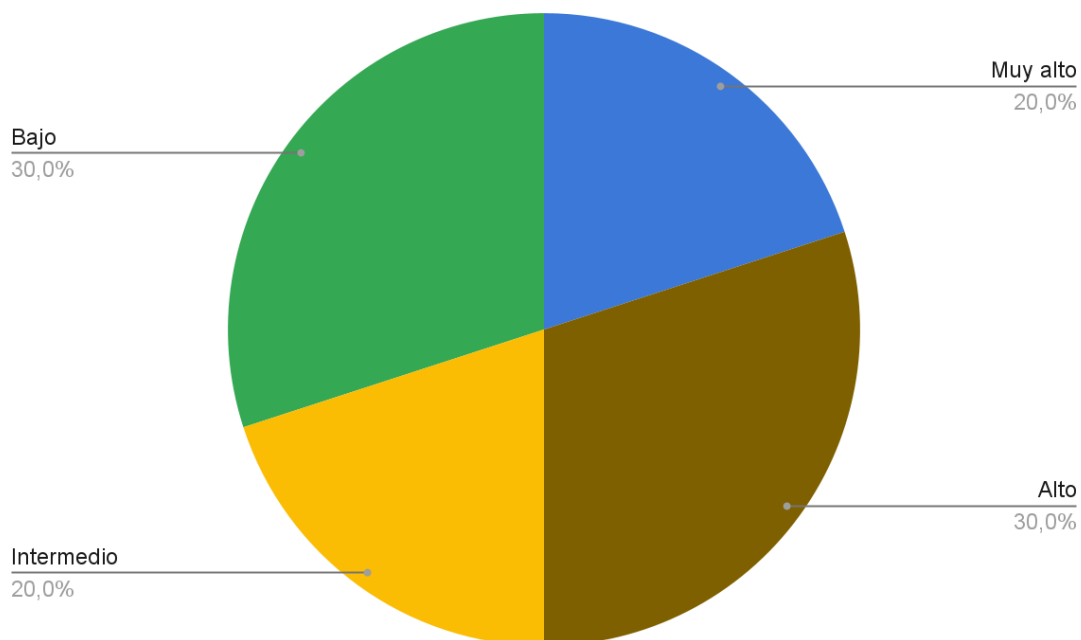
Este panorama inicial permite una lectura pedagógica donde el grupo tiene un buen dominio habilidades lingüísticas básicas (definir y reconocer definiciones), pero al subir el nivel de dificultad, frente a la argumentación científica, es necesario reforzar, ya que les ha costado difícil el explicar el cómo interactúan las fuerzas evolutivas para generar variabilidad genética. Justificando, de ésta manera, el taller de ChatGPT orientado a promover la reflexión, autoevaluación y reorganización conceptual.

En síntesis, la preprueba mostró que el grupo partía de un nivel alto de desempeño, pero con dificultades específicas en la diferenciación de las fuerzas evolutivas y en la argumentación. Estos resultados justifican la implementación del taller con ChatGPT, orientado a trabajar precisamente la reorganización conceptual y la explicación escrita.

4.2 Resultados posprueba y comparación de resultados

Al comparar ambas mediciones, se observa una disminución promedio de 11,6%, entre el promedio de la preprueba (84,3%) y la media de la posprueba (72,7%). Éste descenso, no se debe a una pérdida conceptual, sino al reflejo de otras variables no medibles numéricamente, como la superposición de exámenes, el cansancio académico debido a las fechas en las que ocurrió la posprueba (finales del mes de octubre de 2025), tal como lo manifestaron los estudiantes en entrevista informal.

Si nos ponemos a observar las tendencias de los estudiantes, 5 de ellos mantuvieron o mejoró su rendimiento en la posprueba, luego 7 estudiantes mostraron una leve disminución, aunque la mayoría conservó un nivel medio o alto en el desempeño.



Los niveles más altos, fueron en ambas ocasiones, por dos estudiantes, con su pseudónimos “la santísima” y “mamá mitocondria”, demostrando

consistencia conceptual. Los descensos más marcados, se dieron en quienes manifestaron sobrecarga académica.

Los resultados estadísticos fueron realizados por la prueba “T” pareada y wilcoxon, en ambas ocasiones coincidieron que las diferencias no son significativas a nivel estadístico, aunque Wilcoxon demostró un tamaño del efecto grande.

El tamaño del efecto grande obtenido en la prueba de Wilcoxon debe interpretarse con cautela, ya que la muestra es reducida, de 12 estudiantes, y la potencia de la estadística limitada, En este contexto, los resultados sugieren cambios consistentes en las respuestas, pero no permiten afirmar mejoras concluyentes a nivel cuantitativo.

Esto significa que el cambio no puede atribuirse al azar, sino a variaciones consistentes entre los estudiantes, especialmente en su manera de redactar y argumentar.

Para determinar el tipo de prueba estadística aplicable, se realizó en primer lugar la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk sobre las puntuaciones de la preprueba y la posprueba ($n = 10$). Los resultados indicaron que los datos no se distribuían normalmente ($p < 0,05$), por lo que se optó por utilizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras apareadas, en lugar de la prueba t de Student. Aunque los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad y, por lo tanto, la prueba principal fue la de Wilcoxon, también se calculó una prueba “T” pareada de modo exploratorio. En ambos casos no se encontraron las diferencias estadísticamente significativas entre la preprueba y posprueba (p mayor a 0,05)

El análisis de los rangos con la prueba de Wilcoxon mostró que la mediana de los puntajes de la posprueba fue ligeramente inferior a la de la preprueba ($Z = -1,68$; $p = 0,09$). Aunque la diferencia no resultó estadísticamente significativa ($p > 0,05$), el tamaño del efecto ($r = 0,38$) sugiere una mejora cualitativa moderada, especialmente en los indicadores de argumentación científica y aplicación conceptual. Esto implica que, si bien los puntajes globales no aumentaron, la calidad de las producciones evidencia avances cognitivos relevantes

4.2.1 Resultados comparativos preprueba y posprueba

Indicador	Preprueba	Posprueba	Diferencia
Media de puntajes	8,9	7,5	-1,4
Mediana	9,0	7,0	-2,0
Desviación estándar (DE)	1,02	1,15	—
N (muestra final)	10	10	—
Prueba de normalidad (Shapiro–Wilk)	$p = 0,021$	$p = 0,034$	<i>No normal</i>
Prueba T para muestras relacionadas	—	—	<i>No aplicable (datos no normales)</i>

Prueba de Wilcoxon	Z = -1,68	p = 0,09	No significativa ($p > 0,05$)
Tamaño del efecto (r)	—	—	0,38 (moderado)

Nota. Los datos muestran que los puntajes de la posprueba fueron levemente menores a los de la preprueba, aunque sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). El tamaño del efecto moderado ($r = 0,38$) sugiere que, si bien no se registró un incremento cuantitativo general, hubo progresos cualitativos observables en argumentación y uso del lenguaje científico.

Si nos apartamos de la estadística por un momento, podemos evidenciar que, en primer lugar las respuestas de la posprueba fueron más extensas y mejor estructuradas, en segundo lugar podemos señalar que hubo un mayor uso de lenguaje disciplinar y un intento consistente de justificar los procesos evolutivos. Por último, persisten errores conceptuales menores, confusión entre flujo génico y deriva, uso impreciso de la palabra “adaptación”, pero se nota un avance en la comprensión de relaciones causales.

Desde una perspectiva formativa (Méndez y Navarro, 2014), el proceso confirma que la evaluación no debe reducirse al puntaje, sino entenderse como un espacio de comprensión y mejora continua. Asimismo, en línea con lo planteado por Floridi y Cowls (2019), la incorporación de la IA demanda un uso ético y crítico que preserve la autonomía y el juicio docente.

En síntesis los resultados confirman que ChatGTP no generó un aumento cuantitativo inmediato, pero sí favoreció el desarrollo de habilidades tales como la argumentación científica, coherente con el enfoque de la investigación

5. Discusiones

Los resultados obtenidos permiten observar que la incorporación de ChatGPT como herramienta de apoyo no produjo un incremento estadísticamente significativo en los puntajes cuantitativos, aunque sí generó mejoras cualitativas en los procesos de comprensión, argumentación y reflexión metacognitiva. Este contraste entre la medición numérica y los avances interpretativos evidencia la necesidad de considerar la evaluación como un proceso formativo, tal como señalan Méndez y Navarro (2014), más allá del resultado en una prueba puntual.

El análisis estadístico realizado mediante la prueba de Wilcoxon mostró que la mediana de los puntajes en la posprueba fue ligeramente inferior a la de la preprueba ($Z = -1,68$; $p = 0,09$). Si bien la diferencia no fue significativa ($p > 0,05$), el tamaño del efecto moderado ($r = 0,38$) indica un cambio pedagógico observable en la calidad de las producciones, especialmente en la capacidad para explicar con lenguaje científico y relacionar las fuerzas evolutivas entre sí.

Estos hallazgos coinciden con lo planteado por González Galli (2011), quien sostiene que la comprensión de los procesos evolutivos exige revisar concepciones previas y construir nuevas explicaciones. Las respuestas de los estudiantes en la posprueba evidenciaron un pasaje de definiciones descriptivas a explicaciones más integradoras, lo que sugiere un avance conceptual aunque no siempre reflejado en los puntajes.

Desde la mirada de Fontdevila (2017), la enseñanza de la evolución requiere propiciar el análisis de los mecanismos que generan variabilidad genética. En línea con ello, los estudiantes lograron reconocer el papel de la

mutación, el flujo y la deriva genética en la diversidad poblacional, aunque aún presentan dificultades terminológicas y de precisión.

La experiencia también respalda la importancia de una mediación docente consciente en el uso de la inteligencia artificial. Floridi y Cowls (2019) advierten que el empleo de la IA debe regirse por principios éticos de autonomía, beneficencia y justicia. En este trabajo, el acompañamiento docente fue clave para que ChatGPT funcionara como mediador cognitivo y no como sustituto del pensamiento crítico, guiando la reflexión sobre el propio aprendizaje.

El descenso en los puntajes promedio puede vincularse con factores contextuales propios de la educación superior no universitaria: la coincidencia de exámenes, recuperatorios y cierres de cursadas que limitaron el tiempo de estudio. Estas condiciones, señaladas por los propios estudiantes durante la posprueba, afectaron el desempeño pero no impidieron la emergencia de aprendizajes más profundos y reflexivos.

En síntesis, los resultados confirman que la comprensión de las fuerzas evolutivas y la incorporación pedagógica de la IA no pueden evaluarse únicamente desde parámetros cuantitativos. El uso de ChatGPT, mediado por la docente, favoreció procesos de metacognición, autoevaluación y argumentación científica. Este estudio se suma a las perspectivas que conciben la evaluación como un espacio de mejora continua y al docente como mediador crítico de las nuevas tecnologías educativas.

6. Conclusión

El desarrollo de esta investigación me permitió reflexionar sobre una problemática que atraviesa hoy las aulas de la educación superior: el uso de la

inteligencia artificial como una herramienta de resolución rápida, muchas veces desvinculada del aprendizaje profundo. A partir de esta inquietud, surgió la necesidad de explorar si era posible integrar su uso pedagógicamente, no para reemplazar el esfuerzo cognitivo, sino para orientar a los estudiantes en un uso más consciente, reflexivo y formativo.

La experiencia mostró que, cuando se utiliza con acompañamiento docente y con objetivos claros, la inteligencia artificial puede favorecer la comprensión de conceptos complejos, como las fuerzas evolutivas, y contribuir al desarrollo de la argumentación científica. Si bien los resultados cuantitativos no reflejaron una mejora significativa en los puntajes, el análisis cualitativo evidenció un avance en la forma en que los estudiantes razonan, explican y relacionan los contenidos. Aprendieron a pensar con otra lógica, más conectiva y reflexiva, y eso ya representa un resultado valioso.

En el plano personal y profesional, esta investigación fue un desafío que me permitió crecer como docente en formación. Pude comprender que enseñar no es solo transmitir información, sino también crear condiciones para que el aprendizaje tenga sentido en contextos reales. Descubrí que los factores institucionales —como la superposición de exámenes, las materias anuales y cuatrimestrales, o los tiempos acotados— influyen profundamente en los resultados y deben ser considerados al interpretar cualquier proceso educativo.

Las limitaciones que surgieron, tanto metodológicas como contextuales, fueron parte del aprendizaje. La investigación se extendió más de lo previsto debido a imprevistos institucionales y de salud de la docente que prestó la cátedra, lo cual coincidió con semanas de alta exigencia académica para los

estudiantes. Esto impactó en los resultados, pero también mostró que en educación real los procesos rara vez son lineales o controlables.

Más allá de los números, pude observar una evolución en los estudiantes: comenzaron a utilizar un lenguaje más científico, a reconocer relaciones entre conceptos y a justificar sus respuestas con mayor solidez. Estos cambios, aunque no siempre mensurables, reflejan una transformación en la manera de aprender y pensar.

Esta experiencia también deja abierta la posibilidad de que otras personas continúen investigando sobre esta línea. Las bases metodológicas ya están construidas, y una futura investigación podría aplicarse en otro momento del calendario académico o incluir nuevas variables, como la motivación o el tiempo de dedicación al estudio, para contrastar y ampliar estos resultados.

Finalmente, creo que como docentes debemos aceptar que la inteligencia artificial ya forma parte del aula. Nuestro rol no es prohibirla, sino acompañar su uso y enseñarle a los estudiantes a aprovecharla como una herramienta que estimule la autonomía, el pensamiento crítico y la creatividad. La escuela y los ISFD deben ser lugares donde se aprenda no solo con tecnología, sino también sobre ella, para construir un aprendizaje que sea verdaderamente significativo y humano.

7. Referencias

Andrews, T. M., Price, R. M., Mead, L. S., McElhinny, T. L., Thanukos, A., Pérez, K. E., Herreid, C. F., Terry, D. R., & Lemons, P. P. (2012). *Biology undergraduates' misconceptions about genetic drift. CBE—Life Sciences Education*, 11(3), 248–259. <https://doi.org/10.1187/cbe.11-12-0107>

- Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.
(2025). *Régimen Académico Marco Jurisdiccional (RAM 2025)*. DGCyE.
- Domínguez-Rodríguez, Y. (2022). *Instrumentos y tipos de evaluación. Con-Ciencia Serrana*. Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco, 4(7), 37–39.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/8460>
- Fernández, I. (2002). *Visiones deformadas de la ciencia y su impacto en la enseñanza de la biología evolutiva*. Revista de Enseñanza de la Biología, 5(2), 45–60.
- Floridi, L., & Cowls, J. (2019). *Un marco unificado de cinco principios para la IA en la sociedad*. Harvard Data Science Review, 1(1).
<https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>
- Fontdevila, A. (2017). *Aportaciones de la genética y la genómica a la teoría evolutiva: ¿Necesitamos una nueva síntesis?*. Evolución, 12(1), 25–46.
<https://sesbe.org/wp-content/uploads/2016/01/eVOLUCION-121.pdf>
- González Galli, L. (2011). *Concepciones alternativas y evolución: un análisis en la formación docente*. Revista de Educación Biológica.
- González Galli, L., & Meinardi, E. (2014). *La enseñanza de la selección natural: dificultades y propuestas de abordaje*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 11(1), 24–41.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw Hill.

- Lara, S., Labrador, N., & Valero, B. (2019). *Modelos y épocas de la evaluación educativa*. Universidad de los Andes.
<https://www.redalyc.org/journal/356/35660262007/html/>
- López, H. L., Rivera Escalera, A., & Rossell Cruz García, C. (2023). *Personalización del aprendizaje con inteligencia artificial en la educación superior*. Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas (ReDTIS), 7(1), 123–128.
<https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.165.123-128>
- Méndez, M. A., & Navarro, J. B. (2014). *Introducción a la biología evolutiva*. European Society for Evolutionary Biology & Sociedad Chilena de Evolución.
- Pérez, T. (2015). *Redes sociales e hiperconectividad en futuros profesores de la generación digital*. Revista Educación y Vínculos, 2(2).
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-17162015000200010&sc_rpt=sci_arttext
- Quan-Haase, A., & Wellman, B. (2002). *How does the Internet affect social capital?* En M. Huysman & V. Wulf (Eds.), *IT and Social Capital* (pp. 1–20). University of Toronto.
https://www.researchgate.net/publication/2589082_How_does_the_Internet_Affect_Social_Capital
- Rivas, M., Domínguez, L., & Fernández, G. (2022). *Dimensiones autorreflexivas en la evaluación educativa*. Revista de Innovación y Práctica Docente.
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Editorial Planeta.
- Steiman, J. (2008). *Más didáctica (en la educación superior)*. UNSAM.

Sublime, J., & Renna, F. (2024). *Students and ChatGPT: How 395 teenagers and young adults use Large Language Models in their educational routines*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2412.17486>

Zhao, F., & Schuchardt, A. M. (2019). *Exploring students' descriptions of mutation*. CBE—Life Sciences Education, 18(2), ar21. <https://doi.org/10.1187/cbe.18-11-0225>

9. Anexos

Anexo I. rúbrica

Criterio	0 – Insuficiente	1 – Básico	2 – Adecuado	3 – Avanzado
Exactitud conceptual	Presenta errores graves o confusión en los conceptos de fuerzas evolutivas.	Define algunos conceptos de forma incompleta o con imprecisiones.	Explica los conceptos con relativa claridad, aunque con pequeños errores.	Explica correctamente los conceptos, usando terminología científica adecuada.
Argumentación científica	No fundamenta sus respuestas o	Intenta justificar, pero con argumentos	Presenta argumentos coherentes y fundamentados	Sustenta sus respuestas con argumentos

	lo hace con ideas sin relación científica.	débiles o poco pertinentes.	os en parte.	sólidos, ejemplos claros y base científica.
Resolución de problemas	No aplica los conceptos a la situación planteada.	Aplica los conceptos de manera parcial o con errores.	Aplica correctamente los conceptos en la mayoría de los casos.	Integra los conceptos de manera precisa, resolviendo el problema con originalidad.
Claridad y organización	La respuesta es confusa, desordenada o difícil de seguir.	Presenta cierta coherencia, pero con desorden o repeticiones.	Expone las ideas con orden y relativa claridad.	Expone con fluidez, orden y redacción clara y coherente.
Originalidad / Elaboración personal	Copia definiciones o ideas sin elaboración propia.	Incluye ideas propias muy limitadas.	Integra ideas propias con apoyo de los conceptos.	Construye respuestas originales, reflexivas y críticas.

Anexo II. Instrumento de evaluación (Preprueba)

Intervención – Evaluación Diagnóstica (Preprueba)

Esta instancia corresponde a la **preprueba** de la intervención realizada el día ____/____.

El instrumento posee una estructura y criterios de análisis que permitirán comparar los resultados con la posprueba a aplicarse dentro de diez días.

Cada prueba consta de diez ítems distribuidos en tres secciones: **definiciones de opción múltiple, resolución de problemas y argumentación científica.**

Los ítems fueron elaborados a partir de bibliografía especializada en la enseñanza de la evolución y contemplan las dimensiones de exactitud conceptual, argumentación científica, resolución de problemas, claridad y originalidad.

Para **resguardar la confidencialidad** de los participantes y garantizar la correspondencia entre ambas instancias de evaluación, **cada estudiante deberá utilizar un seudónimo personal, formado por las iniciales de su nombre y apellidos.** Este mismo código **se repetirá en la posprueba** para emparejar los resultados individuales sin registrar datos personales. Ejemplo: Micaela Selva Savino → M.S.S.

Pseudónimo del participante: _____

¿Se encuentra de acuerdo con participar de ésta investigación? favor de responder sí o no. _____

Instrumento de evaluación (Preprueba)

I. Definiciones (opción múltiple)

1- La selección natural se define como:

- a) El cambio en el material genético debido a mutaciones.
- b) La transmisión de genes al azar en poblaciones pequeñas.
- c) El proceso por el cual los organismos con características ventajosas sobreviven y dejan más descendencia.
- d) La combinación de genes durante la reproducción sexual.

Respuesta correcta: c) Los organismos con rasgos ventajosos sobreviven y dejan más descendencia, aumentando la frecuencia de esos rasgos en la población.

2- La deriva genética consiste en:

- a) El intercambio de genes entre poblaciones distintas.
- b) Una alteración aleatoria en las frecuencias génicas, especialmente en poblaciones pequeñas. Debiéndose a un cuello de botella o migraciones (reduciendo el tamaño de la población).
- c) El proceso que favorece la reproducción de organismos con características adaptativas.
- d) La reorganización de genes durante la reproducción sexual.

Respuesta correcta: b) Alteración aleatoria de las frecuencias génicas, sobre todo en poblaciones pequeñas. Debiéndose a un cuello de botella o migraciones (reduciendo el tamaño de la población).

3- ¿Qué fuerza evolutiva introduce variaciones aleatorias en el ADN de los organismos?

- a) Flujo génico
- b) Mutaciones
- c) Selección natural

d) Recombinación genética

Respuesta correcta: b) Mutaciones. Cambios azarosos en el ADN que generan variabilidad genética.

II. Aplicación (resolución de problemas)

4- En una isla, un grupo reducido de lagartos queda aislado del continente tras una tormenta. Con el tiempo, sus características genéticas empiezan a diferir notablemente de la población original.

Respuesta esperada: Deriva genética / efecto fundador. El aislamiento de una población pequeña produce cambios al azar en las frecuencias génicas.

5- Una población de plantas recibe polen transportado por el viento desde otra población cercana. Reduciendo la autopolinización e introduciendo nuevos genes, incrementando la diversidad de genes de esa población.

Respuesta esperada: Flujo génico. El ingreso de polen introduce nuevos alelos en la población, aumentando la variabilidad genética.

6- Un virus cambia su estructura genética de un año a otro (mayormente por extremos pegajosos que van quedando de otros hospedadores), obligando a renovar las vacunas periódicamente.

Respuesta esperada: Mutaciones. Explican la aparición de nuevas variantes virales que dificultan la inmunización permanente.

7- En una población de aves, los individuos con picos más largos logran acceder a más alimento y sobreviven mejor. comparado con otros que tienen los picos más cortos.

Respuesta esperada: Selección natural. Los rasgos adaptativos (picos largos) otorgan ventaja en supervivencia y reproducción.

III. Argumentación científica

8- Explique con sus palabras por qué la recombinación genética (crossing over) es considerada una fuente de variabilidad.

Respuesta esperada: En la reproducción sexual los genes se combinan al azar, generando nuevas combinaciones alélicas que enriquecen la diversidad genética de la población.

9- Analice cómo interactúan mutaciones y selección natural en el proceso evolutivo. (destacando el papel de las mutaciones como fuente de variabilidad y la selección natural como mecanismo que favorece ciertas variantes).

Respuesta esperada: Las mutaciones generan nuevas variantes genéticas; la selección natural actúa sobre ellas, favoreciendo las adaptativas y eliminando las desfavorables.

10- Compare cómo la influencia del flujo génico y la deriva genética afectan la variabilidad genética en poblaciones pequeñas, considerando que el flujo génico introduce nuevos alelos, mientras que la deriva genética los reduce) y argumente cuál de los dos procesos podría tener un impacto más fuerte en la variabilidad genética.

Respuesta esperada: El flujo génico introduce variabilidad al incorporar genes de otras poblaciones. La deriva genética reduce variabilidad al modificar frecuencias génicas al azar en poblaciones pequeñas. En este contexto, la deriva suele tener un impacto mayor, aunque el flujo génico puede contrarrestar la pérdida de diversidad.

Anexo III. Instrumento de evaluación (Posprueba)

Intervención – Evaluación final (Posprueba)

Esta instancia corresponde a la **posprueba** de la intervención realizada el día ____/____. aplicada diez días después de la preprueba diagnóstica y luego de una semana del taller destinado a “Chat GPT como herramienta de estudio”

El instrumento posee una estructura y criterios de análisis que permitirán comparar los resultados con la posprueba a aplicarse dentro de diez días.

Cada prueba consta de diez ítems distribuidos en tres secciones: **definiciones de opción múltiple, resolución de problemas y argumentación científica.**

Los ítems fueron elaborados a partir de bibliografía especializada en la enseñanza de la evolución y contemplan las dimensiones de exactitud conceptual, argumentación científica, resolución de problemas, claridad y originalidad.

Para **resguardar la confidencialidad** de los participantes y garantizar la correspondencia entre ambas instancias de evaluación, **cada estudiante deberá utilizar un seudónimo personal, formado por las iniciales de su nombre y apellidos.** Este mismo código **se repetirá en la posprueba** para emparejar los resultados individuales sin registrar datos personales. Ejemplo: Micaela Selva Savino → M.S.S.

Pseudónimo del participante: _____

¿Se encuentra de acuerdo con participar de ésta investigación? favor de responder sí o no. _____

I. Definiciones (opción múltiple)

1- La recombinación genética ocurre cuando:

- a) Los organismos cambian su ADN porque lo necesitan.
- b) Se producen errores aleatorios en la secuencia del ADN.
- c) Los genes se combinan durante la reproducción sexual, originando nuevas combinaciones alélicas.
- d) Los alelos se transmiten al azar en poblaciones pequeñas.

Respuesta correcta: c) La recombinación genera nuevas combinaciones de genes que aumentan la variabilidad genética.

2- El flujo génico ocurre cuando:

- a) Un grupo reducido de individuos se separa y forma una nueva población.
- b) Se intercambian genes entre poblaciones a través de la migración o movimiento de poblaciones .
- c) Se combinan genes durante la reproducción sexual.
- d) Ocurren cambios en las frecuencias génicas al azar.

Respuesta correcta: b) Intercambio de genes entre poblaciones por migración o movimiento de poblaciones.

3- ¿Qué fuerza evolutiva depende de la supervivencia diferencial de los individuos con rasgos adaptativos?

- a) Mutación
- b) Deriva genética

- c) Selección natural
- d) Recombinación genética

Respuesta correcta: c) Selección natural.

II. Aplicación (resolución de problemas)

4- En un lago, un pequeño grupo de peces queda separado del resto tras una sequía. Después de varias generaciones, sus características genéticas no coinciden con las del grupo original.

Respuesta esperada: Deriva genética / efecto fundador. Cambios al azar en una población reducida.

5- En una región, un grupo de aves migra a otra zona e intercambian genes con la población residente. Incrementando la variabilidad génica

Respuesta esperada: Flujo génico. El intercambio de genes entre poblaciones incrementa la diversidad genética.

6- Una bacteria desarrolla resistencia a un antibiótico tras una alteración en su ADN.

Respuesta esperada: Mutación. Cambios en el ADN que generan variantes resistentes y se heredan a la descendencia.

7- En un ambiente donde las semillas grandes son abundantes, los individuos de una especie de roedores con mandíbulas más fuertes tienen mayor supervivencia. En comparación con aquellos con mandíbulas más débiles.

Respuesta esperada: Selección natural. Rasgos adaptativos que favorecen la supervivencia y reproducción.

III. Argumentación científica

8- Explique por qué las mutaciones son consideradas la fuente última de variabilidad genética, aunque la mayoría sean neutras o perjudiciales. Generando la materia prima para que actúen otras fuerzas.

Respuesta esperada: Las mutaciones generan nuevas variantes genéticas que constituyen la base sobre la cual actúan otras fuerzas evolutivas. Aunque muchas no sean beneficiosas, son el origen de la diversidad biológica.

9- Analice cómo el flujo génico puede influir en la adaptación de una población. Considerando que la introducción de los alelos, puede ser ventajosa o no en concordancia con las presiones del ambiente.

Respuesta esperada: Puede introducir alelos ventajosos que mejoren la adaptación o alelos desfavorables que la dificulten. Su efecto depende de la intensidad del flujo y de la presión selectiva del ambiente.

10-Compare el papel de la deriva genética y la selección natural en poblaciones pequeñas, y explique por qué una puede predominar sobre la otra. (Teniendo en cuenta que en los grupos reducidos el azar puede influir más fuertemente en las frecuencias génicas que en las presiones adaptativas)

Respuesta esperada: En poblaciones pequeñas, la deriva genética puede tener un peso mayor por el azar, modificando las frecuencias génicas sin relación con la adaptación. La selección natural actúa de manera direccional, pero sus efectos pueden verse limitados por la influencia del azar.

Anexo IV. Tabla de equivalencia entre preprueba y posprueba.

Fuerza evolutiva	Tipo de ítem	Nivel cognitivo evaluado	Ítem en Preprueba	Ítem en Posprueba	Criterio de rúbrica asociado
Selección natural	Definición (MCQ)	Conocimiento conceptual	1	3	Exactitud conceptual
	Aplicación (problema)	Aplicación / Comprensión	7	7	Resolución de problemas / Argumentación
	Argumentación	Análisis / Reflexión	9 (junto a mutación)	10 (comparada con deriva)	Argumentación científica / Claridad
Deriva genética	Definición (MCQ)	Conocimiento conceptual	2	—	Exactitud conceptual
	Aplicación (problema)	Aplicación / Comprensión	4	4	Resolución de problemas

	Argumentación (comparativa)	Análisis / Evaluación	10 (vs flujo)	10 (vs selección)	Argumentación científica
Mutación	Definición (MCQ)	Conocimiento conceptual	3	—	Exactitud conceptual
	Aplicación (problema)	Aplicación	6	6	Resolución de problemas
	Argumentación	Análisis / Reflexión	9	8	Argumentación científica / Claridad
Flujo génico	Aplicación (problema)	Aplicación	5	5	Resolución de problemas
	Argumentación	Análisis / Evaluación	10 (comparada con deriva)	9	Argumentación científica / Claridad

Recombinación genética	Argumentación	Comprensión / Análisis	8	—	Claridad / Originalidad
	Definición (MCQ)	Conocimiento conceptual	—	1	Exactitud conceptual

Anexo VI. Fichas de resultados

Preprueba (General)

Estudiante	Puntaje total	Porcentaje	Nivel de desempeño
N.M.J	8/10	80 %	Alto
M.G	10/10	100 %	Muy alto
M.A.D.R	15/17	88 %	Alto
La Santísima	16/17	94 %	Muy alto
Mamá Mitochondria	16.5/17	97 %	Muy alto
L.L	11/17	65 %	Medio
C.G	9.5/17	56 %	Bajo–Medio
F.C	13/17	77 %	Alto
L.G.D	17/17	100 %	Muy alto
V.B	11/17	65 %	Medio
Díganme Licenciada	16.5/17	97 %	Muy alto
ME	14.5/17	83 %	Alto

Preprueba particulares

NMJ		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	Respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	3	4
Parte 3	2	3
Puntaje total	8 de 10 puntos posibles	
% total	80%	
Desempeño	ALTO	
Cierre narrativo	El estudiante demuestra una comprensión general sólida de los procesos evolutivos y de los mecanismos de variabilidad genética. Reconoce el papel de la reproducción sexual, la mutación y la selección natural, aunque aún necesita afinar la precisión conceptual en la distinción entre flujo génico y deriva genética. Nivel de desempeño: alto (80 %).	

MG		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	4	4
Parte 3	3	3
Puntaje total	10 de 10 puntos posibles	
% total	100%	
Desempeño	MUY ALTO	
Cierre narrativo	Evidencia comprensión conceptual completa de los mecanismos de variabilidad genética y de las fuerzas evolutivas. Argumenta con precisión y coherencia, aplicando correctamente los conceptos de mutación, selección natural, flujo génico y deriva genética. Utiliza ejemplos y terminología científica adecuados, sin errores conceptuales ni de interpretación.	

MADR		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas

Parte 1	2	3
Parte 2	4	4
Parte 3	3	3
Puntaje total	9 de 10 puntos posibles	
% total	88%	
Desempeño	ALTO	
Cierre narrativo	Demuestra comprensión conceptual sólida de los procesos evolutivos y la variabilidad genética. Explica correctamente los mecanismos de recombinación y la relación entre mutación y selección natural. Presenta una leve confusión terminológica en el uso del concepto <i>pool génico</i> , aunque conserva la coherencia conceptual general.	

LA SANTISIMA		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	3	4
Parte 3	3	3
Puntaje total	9 de 10 puntos posibles	
% total	95%	
Desempeño	MUY ALTO	
Cierre narrativo	Evidencia dominio conceptual de los mecanismos evolutivos y de las fuentes de variabilidad genética. Responde con claridad, precisión y lenguaje científico adecuado. En la resolución de problemas muestra comprensión general, aunque presenta leves dudas en la selección de opciones, lo que indica necesidad de reforzar la seguridad conceptual en la toma de decisiones.	

MAMÁ MITOCONDRIA

Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	4	4
Parte 3	3	3
Puntaje total	10 de 10 puntos posibles	
% total	97%	
Desempeño	MUY ALTO	
Cierre narrativo	Demuestra dominio conceptual y uso preciso del lenguaje científico. Explica con claridad la función de la recombinación, la relación entre mutación y selección natural, y la comparación entre flujo génico y deriva genética. Integra ejemplos, usa terminología adecuada y argumenta con profundidad. Solo se observa una pequeña imprecisión formal por duplicación de respuesta en una pregunta de opción múltiple	

LL		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	0	3
Parte 2	3	4
Parte 3	2	3
Puntaje total	5 de 7 puntos posibles	
% total	65%	
Desempeño	MEDIO	
Cierre narrativo	Reconoce los mecanismos generales de variabilidad genética y la relación entre mutación y selección natural. Sin embargo, presenta explicaciones incompletas y una confusión terminológica en el análisis del flujo y la deriva génica. Requiere reforzar la precisión conceptual y la interpretación de los procesos evolutivos en poblaciones pequeñas.	

VB		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	Respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	2	4
Parte 3	2	3
Puntaje total	7 de 10 puntos posibles	
% total	65%	
Desempeño	MEDIO	
Cierre narrativo	Demuestra comprensión general de los mecanismos de variabilidad genética y reconoce la interacción entre mutación y selección natural. Sin embargo, las explicaciones son parciales y no siempre precisan el rol de cada proceso. La ausencia de respuesta en la pregunta 10 reduce la evaluación global. Se recomienda reforzar la diferenciación de las fuerzas evolutivas y su impacto en la variabilidad poblacional.	

CG		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	3	4
Parte 3	2.5	3
Puntaje total	8.5 de 10 puntos posibles	
% total	56%	
Desempeño	BAJO	
Cierre narrativo	Muestra comprensión parcial de los conceptos evolutivos. Si bien identifica el flujo génico como fuente de variabilidad, las respuestas sobre mutación, selección y recombinación son incompletas o incorrectas. Requiere reforzar el manejo de terminología (como <i>pool génico</i>) y la comprensión de las relaciones entre las fuerzas evolutivas.	

FC		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	2	4
Parte 3	2	3
Puntaje total	7 de 10 respuestas posibles	
% total	77%	
Desempeño	ALTO	
Cierre narrativo	Demuestra comprensión conceptual de los mecanismos evolutivos, especialmente en la relación entre mutación y selección natural, que explica con un ejemplo científico correcto. Muestra algunas imprecisiones al definir la fuente de variabilidad y al comparar flujo y deriva génica. Requiere reforzar la distinción entre procesos que generan variabilidad y aquellos que modifican frecuencias génicas.	

LGD		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	4	4
Parte 3	3	3
Puntaje total	10 de 10 respuestas posibles	
% total	100%	
Desempeño	MUY ALTO	
Cierre narrativo	Evidencia dominio conceptual completo de los mecanismos de variabilidad genética y de las fuerzas evolutivas. Utiliza terminología científica precisa y demuestra comprensión profunda de la relación entre mutación, selección, flujo génico y deriva. La redacción es clara, coherente y ajustada al lenguaje disciplinar	

DIGANME LICENCIADA		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	3	4
Parte 3	3	3
Puntaje total	9 de 10 respuestas posibles	
% total	97%	
Desempeño	MUY ALTO	
Cierre narrativo	Evidencia dominio conceptual completo de los mecanismos de variabilidad genética y de las fuerzas evolutivas. Utiliza terminología científica precisa y demuestra comprensión profunda de la relación entre mutación, selección, flujo génico y deriva. La redacción es clara, coherente y ajustada al lenguaje disciplinar. Confunde flujo génico con variabilidad genética.	

ME		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	2	3
Parte 2	4	4
Parte 3	2	3
Puntaje total	8 de 10 puntos posibles	
% total	83%	
Desempeño	ALTO	
Cierre narrativo	Demostró una comprensión sólida de los conceptos de variabilidad y fuerzas evolutivas. Logró integrar adecuadamente los mecanismos de mutación y selección y reconocer la interacción entre flujo y deriva genética. Si bien en algunos ítems la explicación podría profundizar el fundamento de cómo se genera la variabilidad, las respuestas son coherentes, bien redactadas y reflejan un alto dominio del contenido.	

Posprueba General

Estudiante	Puntaje total	Porcentaje	Nivel de desempeño
N.M.J	9/16	56%	Bajo- intermedio
M.G	10/16	62%	Intermedio
M.A.D.R	10.5/16	65	Bajo
La Santísima	15.5/16	97	Muy alto
Mamá Mitochondria	12.5/16	97%	Muy alto
L.L	7/16	44%	Bajo
C.G	7/16	44%	Bajo
F.C	3/16	81%	Alto
L.G.D	10/16	65%	Intermedio
V.B	9/16	56%	Bajo - intermedio
Díganme Licenciada	14/16	88	Alto
ME	13.5/16	84	Alto

Posprueba particulares

NMJ		
Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	1	3
Parte 2	2	4
Parte 3	2	3
Puntaje total	5 de 10 respuestas posibles	
% total	56 %	
Desempeño	BAJO- INTERMEDIO	
Cierre narrativo	Mostró avances en la comprensión de los procesos evolutivos, especialmente al reconocer la influencia del flujo génico y la deriva en la variabilidad poblacional. Si bien la redacción mantiene cierta imprecisión conceptual, se evidencia un mayor dominio del lenguaje disciplinar y una mejor articulación entre mutación, selección natural y adaptación. El desempeño final se ubica en un nivel intermedio, con progresos en argumentación pero menor exactitud conceptual	

	frente a la instancia diagnóstica.
--	------------------------------------

Puntaje parcial	Cantidad de consignas	respuestas correctas
Parte 1	3	3
Parte 2	3	4
Parte 3	2.5	3
Puntaje total	9.5 de 10 puntos posibles	
% total	84	
Desempeño	ALTO	
Cierre narrativo	Mostró un desempeño sólido, demostrando una comprensión conceptual precisa sobre los mecanismos evolutivos y sus interacciones. Logró establecer relaciones entre mutación, flujo génico y deriva genética, integrando correctamente los conceptos de variabilidad y adaptación. Si bien algunas expresiones podrían afinarse en su rigor terminológico, el razonamiento es coherente y evidencia una mejora significativa respecto de la preprueba, especialmente en la claridad argumentativa y el manejo del vocabulario científico	