

“DESARROLLO DE HABILIDADES DE ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA A TRAVÉS DEL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: UN ENFOQUE HACIA EL APRENDIZAJE CRÍTICO Y RESPONSABLE”

Estudiante: Natalia Avalos Cembrano - Profesora guía: Ruby Olivares Donoso
Mención: Didáctica de las Ciencias



Avalos, N. (2025). Desarrollo de habilidades de argumentación científica a través del uso de inteligencia artificial generativa: Un enfoque hacia el aprendizaje crítico y responsable [Tesis de magíster, Pontificia Universidad Católica de Chile]. Repositorio de Tesis UC. https://doi.org/10.7764/tesisUC/EDU/10514

PROBLEMA - DIAGNÓSTICO - OBJETIVO

La expansión de la inteligencia artificial generativa (IAG) en la enseñanza media ha impulsado un uso acrítico, donde los estudiantes aceptan sus respuestas sin validación ni justificación. En un colegio de alta exigencia académica, con amplio acceso a estas tecnologías, se constató además la ausencia de una postura común entre los docentes sobre su integración pedagógica. Esta falta de mediación limita el desarrollo de la argumentación científica. El diagnóstico mostró que los estudiantes desconocen la estructura de la argumentación científica (modelo de Toulmin) y no reconocen su relevancia en contextos académicos ni ciudadanos. El objetivo fue diseñar e implementar una propuesta didáctica que promoviera la construcción de argumentos científicos mediante un uso crítico, ético y reflexivo de la IAG en IVº medio, electivo de Biología Celular.

CONCEPTOS CLAVE

- Argumentación científica:** La argumentación constituye una habilidad central para la alfabetización científica, pues permite articular afirmaciones, datos y justificaciones en estructuras coherentes y críticas. El modelo de Toulmin (1958), adaptado al aula de ciencias por Erduran et al. (2004) y Jiménez-Aleixandre & Erduran (2007), aporta un marco que favorece aprendizajes significativos y el desarrollo de una ciudadanía crítica e informada.



Figura 1. Modelo de Argumentación de Toulmin. Elaboración propia basada en Chamizo (2008).

- Pensamiento crítico:** La argumentación se vincula al desarrollo del pensamiento crítico, entendido como la capacidad de cuestionar supuestos, evaluar evidencias y sostener decisiones informadas en contextos académicos y cotidianos (Osborne, 2010; Gómez Zaccarelli et al., 2024).
- Metacognición:** Favorece la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes planificar, monitorear y ajustar sus estrategias al construir argumentos científicos y al interactuar con la IAG (Zimmerman, 2000; Panadero & Alonso-Tapia, 2014).
- Inteligencia artificial generativa (IAG):** Herramienta emergente capaz de producir contenidos originales. En educación científica puede actuar como mediadora del aprendizaje, potenciando la construcción de argumentos, siempre que se use críticamente para evitar dependencia o sesgos (Heeg & Avraamidou, 2023; Luckin, 2023).

PROPIUESTA DE TRABAJO

Se diseñó e implementó una secuencia didáctica de cinco sesiones en el electivo de Biología Celular de IVº medio, orientada a fortalecer la argumentación científica mediante el uso crítico de la IAG.

- Diagnóstico inicial:** se aplicó una evaluación a 23 estudiantes, que evidenció bajo nivel en la construcción de argumentos (modelo de Toulmin) y un uso acrítico de la IAG en tareas académicas.
- Diseño:** la secuencia integró contenidos de biología celular con historia y filosofía de las ciencias, para situar la construcción de argumentos en contextos históricos y sociocientíficos. Se incorporaron progresivamente los elementos del modelo de Toulmin (afirmaciones, datos, garantías, respaldos, refutaciones y cualificadores modales).
- Implementación:** los estudiantes interactuaron con la IAG en dos modalidades: directa (producción de textos) e indirecta (análisis crítico de cartas ficticias generadas por la herramienta). El trabajo incluyó prompting estructurado (modelo ROCEF), discusión ética y reflexión metacognitiva sobre el uso de tecnologías emergentes.
- Evaluación:** se aplicaron pretest y postest, junto con rúbricas analíticas de argumentación, para medir la progresión en la calidad de los argumentos y el diseño de prompts. Además, cada sesión incluyó instancias de evaluación formativa (coevaluación, retroalimentación grupal y autoevaluación individual).

RESULTADOS OBTENIDOS

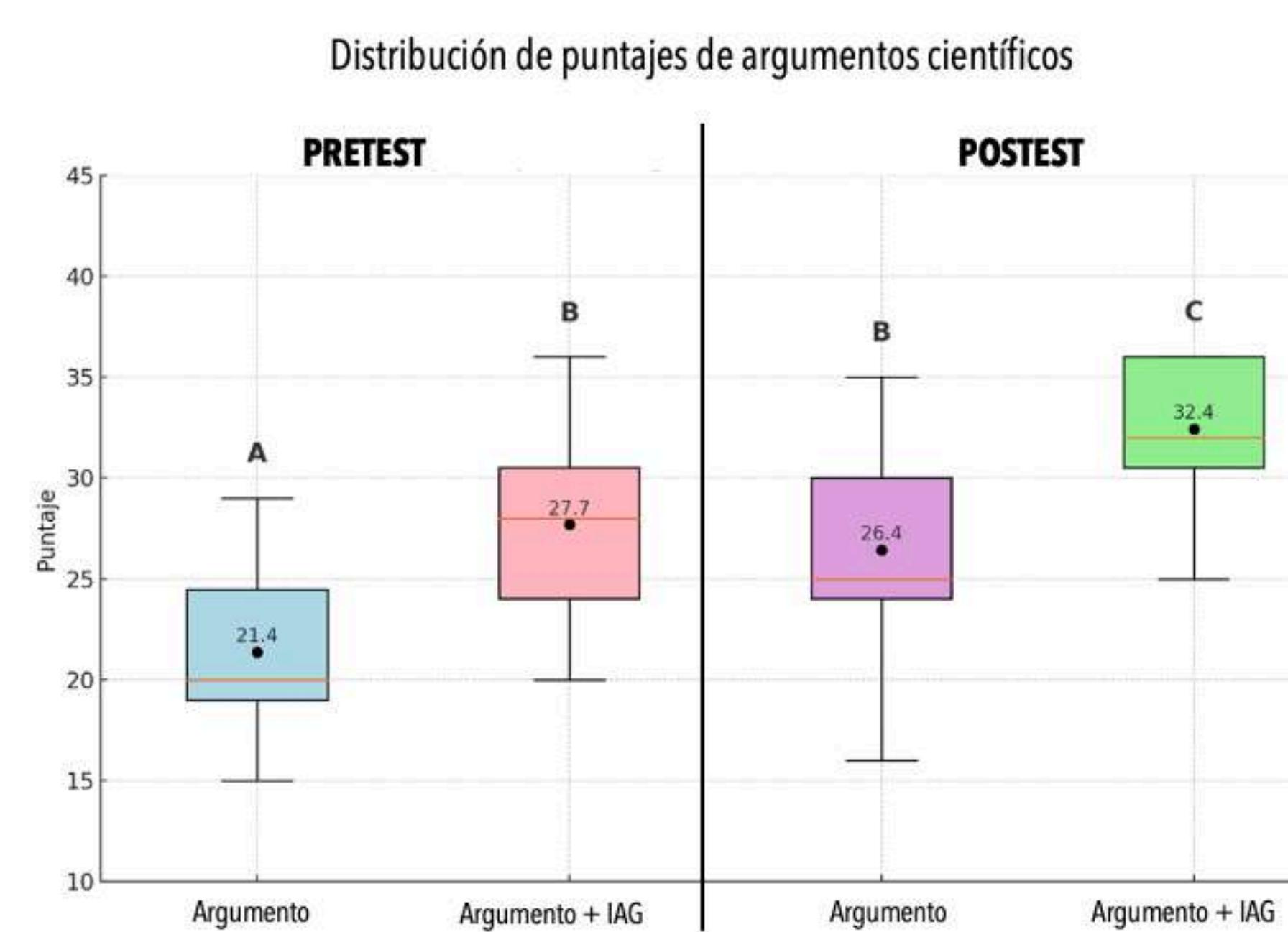


Figura 2. Distribución de puntajes de argumentos científicos: Pretest vs. Postest.
Gráfico de cajas que muestra los puntajes obtenidos por los estudiantes en los argumentos iniciales (AI) y finales (AF) en el pretest y postest. Las líneas en las cajas indican la mediana, los bigotes representan los valores mínimos y máximos dentro del rango esperado, y los puntos negros corresponden al promedio. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), determinadas mediante la prueba t de Student pareada y confirmadas con la prueba Tukey HSD.
Fuente: Elaboración propia.

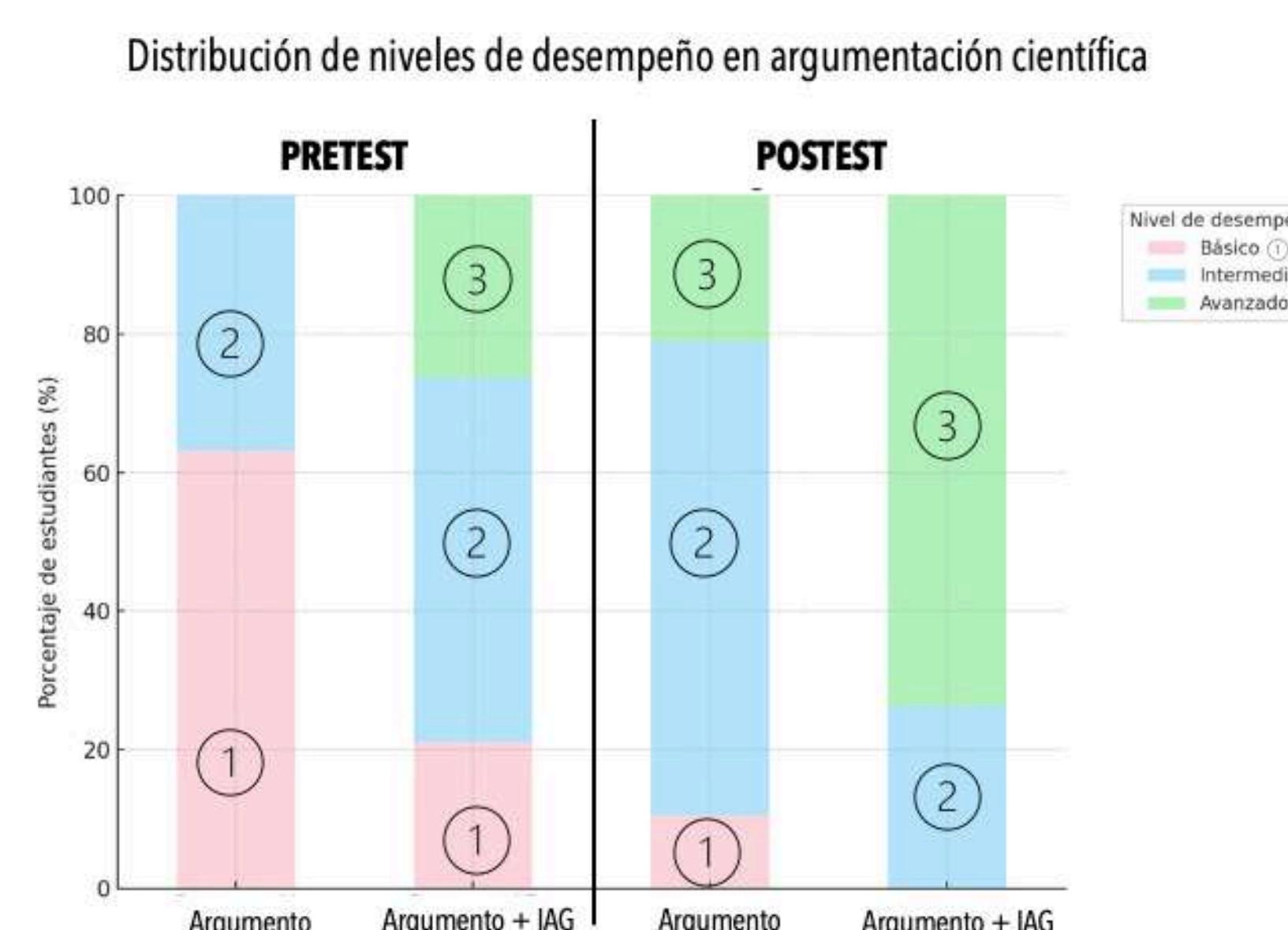


Figura 3. Distribución de niveles de desempeño en argumentación científica.
Gráfico de barras apiladas que representa el porcentaje de estudiantes en cada nivel de desempeño en los argumentos iniciales (AI) y finales (AF), en el pretest y postest.
Fuente: Elaboración propia.

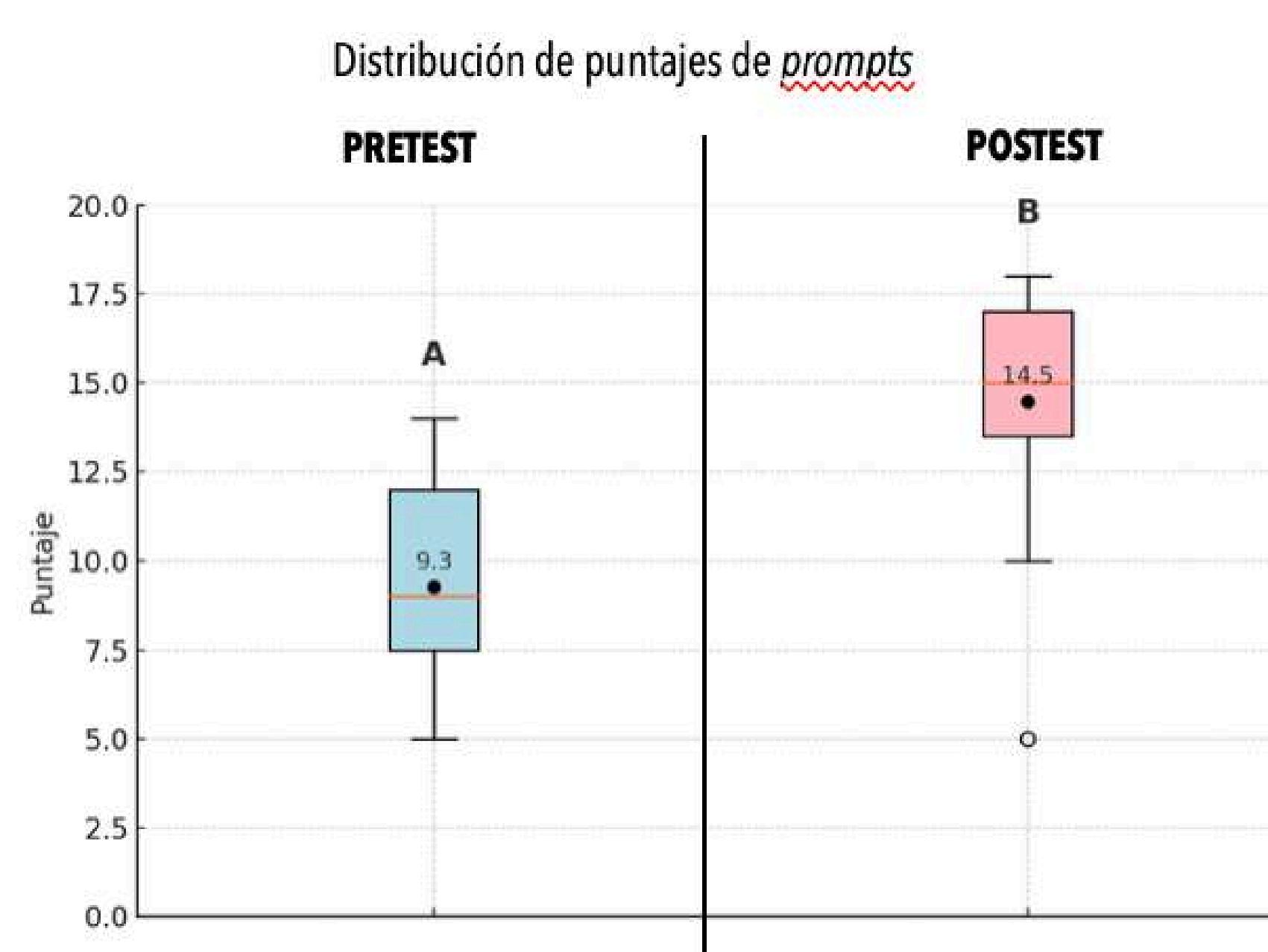


Figura 4. Distribución de puntajes de prompts: Pretest vs. Postest.
Gráfico de cajas que representa los puntajes obtenidos por los estudiantes en el diseño de prompts en el pretest y el postest. Las líneas en las cajas indican la mediana, los bigotes representan los valores mínimos y máximos dentro del rango esperado, y los puntos negros corresponden al promedio. Un círculo rojo indica un valor atípico, que se encuentra fuera del rango intercuartílico. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), determinadas mediante la prueba t de Student pareada.
Fuente: Elaboración propia.

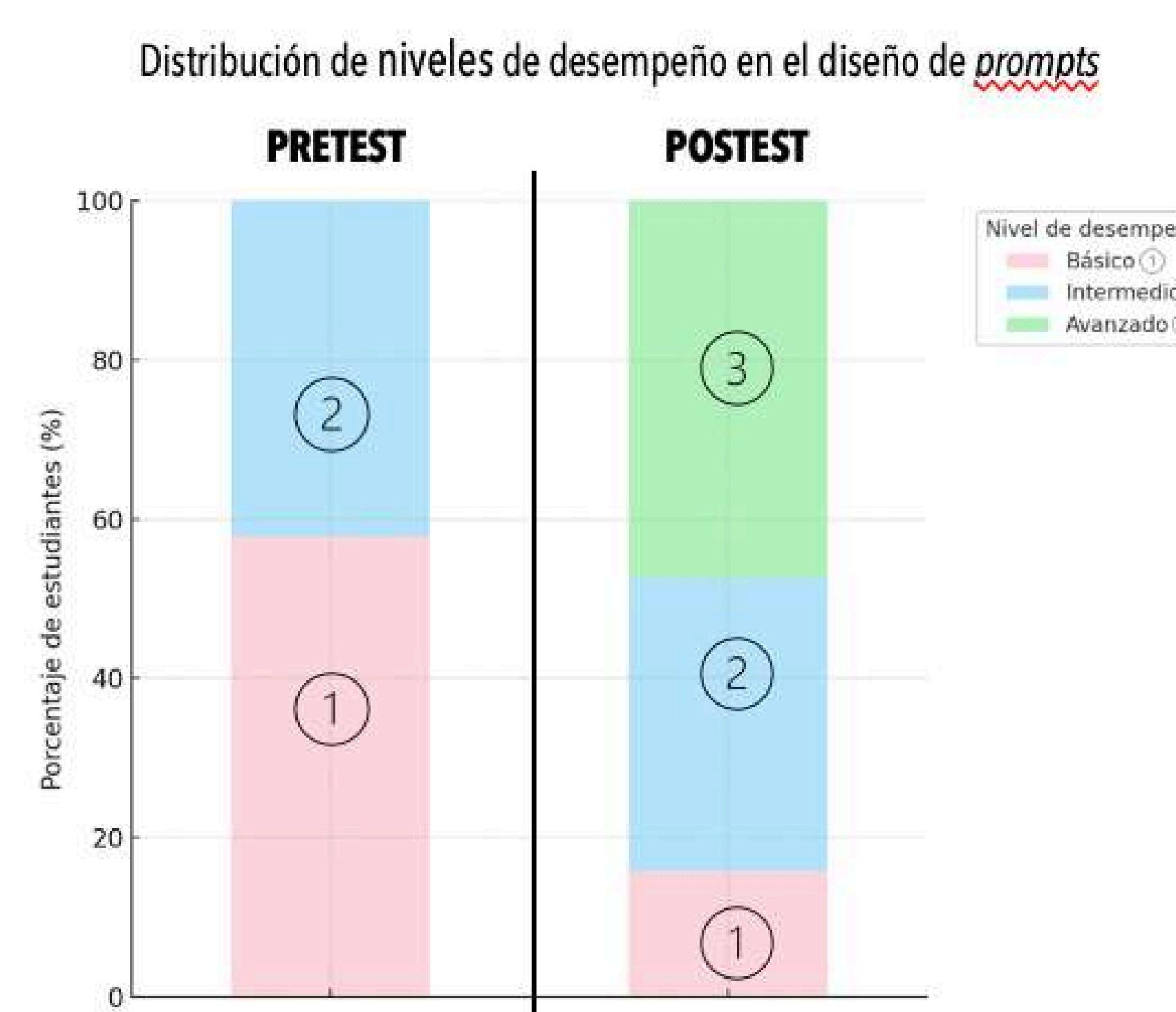


Figura 5. Distribución de niveles de desempeño en el diseño de prompts.
Gráfico de barras apiladas que muestra el porcentaje de estudiantes en cada nivel de desempeño en la elaboración de prompts en el pretest y postest.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis evidenció un progreso significativo en la calidad argumentativa y en el diseño de prompts tras la intervención.

- Mejoras cuantitativas:** los puntajes de los argumentos finales en el postest fueron significativamente superiores a los iniciales ($p < 0,05$), con un desplazamiento desde niveles básicos hacia intermedios y avanzados.
- Prompts:** se observó un aumento en la claridad, pertinencia y alineación de los prompts con los objetivos argumentativos, con diferencias estadísticamente significativas entre pretest y postest.
- Zona de desarrollo próximo:** los resultados sugieren que la IAG funcionó como un andamiaje, operando como zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1978), al facilitar la internalización progresiva de habilidades argumentativas que luego los estudiantes movilizaron de manera autónoma.
- Metacognición y pensamiento visible:** varios prompts evidenciaron planificación, monitoreo y autorregulación, convirtiéndose en huellas auténticas del pensamiento de los estudiantes y en expresión de su agencia.
- Percepciones estudiantiles:** los estudiantes pasaron de un uso instrumental de la IAG a una visión estratégica y crítica. Reconocieron sesgos, limitaciones y problemas éticos en su uso, valorándola como colaboradora en el proceso argumentativo, pero no como sustituto del pensamiento propio.
- Transferencia y consolidación:** identificaron la argumentación como relevante no solo en el ámbito académico (estructura de Toulmin, claridad, uso de evidencias), sino también en la vida cotidiana, aplicándola en conversaciones familiares, discusiones informadas y toma de decisiones personales

RECOMENDACIONES PARA LA ACCIÓN PROFESIONAL

Conclusiones: La enseñanza explícita de la argumentación científica, mediada por el uso intencionado de la IAG, se confirma como una estrategia pedagógica eficaz para promover pensamiento crítico, juicio informado y evaluación de evidencias. Los estudiantes pasaron de un uso instrumental de la IAG a un uso crítico, reflexivo y estratégico.

Propuesta de mejora: Reforzar la formación docente en el uso de la IAG como herramienta mediadora, evitando posturas extremas de prohibición o permisividad. Esto exige diseñar actividades con intencionalidad pedagógica, incorporando explícitamente el modelo de Toulmin y prácticas de prompting estructurado.

Proyecciones: Incorporar sostenidamente la argumentación científica en distintas asignaturas y niveles, expandiendo la experiencia a otros docentes y comunidades educativas. Este enfoque puede convertirse en un eje transversal que fortalezca la alfabetización científica y la ciudadanía crítica.

LIMITACIONES: La intervención se realizó con un grupo reducido de estudiantes en un contexto particular, por lo que futuras investigaciones debieran ampliar la muestra y explorar otros escenarios educativos para validar y enriquecer los hallazgos.

REFERENCIAS

- Chamizo, J. A. (2008). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 133-146. <https://doi.org/10.5656/ensenanzadeciencias.3764>
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in science education: An overview. En S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education* (pp. 3-27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0200-2_1
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/scie.2002>
- Gómez-Zaccarelli, F. S., Casado-Ventresca, N., & Arriagada-Jofre, V. P. (2024). Discusiones y argumentación en la enseñanza de las ciencias: Prácticas y desafíos. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 1-12. <https://doi.org/10.5656/ensenanzadeciencias.5958>
- Heeg, J., & Avraamidou, L. (2023). Artificial intelligence and science education: Potentials and challenges. *Journal of Science Education and Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10554-023-10090-2>
- Luckin, R. (2023). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. UCL Press.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn science: The role of collaborative critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Perkins, D., & Ritchie, B. (2003). Making thinking visible. Harvard Project Zero.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). Academic Press.