

Chess Educational Platform Based on Artificial Intelligence for Strengthening Cognitive Abilities in Vulnerable Educational Contexts

Patricia Uceda, Dr.¹; Reinerio Vásquez, Mg.¹; Bryan Arcangel¹; Alessandro Arribasplata¹; Kevin Cruzado¹
Eduardo Guevara¹; Andrea Mori¹; Manuel Torrel, Mg.¹

¹ Universidad Privada del Norte, Perú, patricia.uced@upn.edu.pe, reinerio.vasquez@upn.pe, N00342238@upn.pe, N00314712@upn.pe, N00284027@upn.pe, N00331031@upn.pe, N00321329@upn.pe, manuel.torrel@upn.pe

Abstract– *This research addressed the limitations in the development of cognitive and academic skills among students from vulnerable educational backgrounds. The objective was to evaluate the effect of an AI-based chess learning platform. A quantitative, applied, and pre-experimental design was used, with pretests and posttests administered to a sample of 30 students. The instrument demonstrated adequate reliability (Cronbach's alpha > 0.70). The results showed improvements in all dimensions, confirmed by the student's t-test ($p < 0.05$), leading to the conclusion that the platform improved cognitive and academic abilities.*

Keywords– *Artificial intelligence, educational chess, cognitive skills, vulnerable education, adaptive learning.*

Plataforma Educativa de Ajedrez Basada en Inteligencia Artificial para el Fortalecimiento de Capacidades Cognitivas en Contextos Educativos Vulnerables

Patricia Uceda, Dr.¹; Reinerio Vásquez, Mg.¹; Bryan Arcangel¹; Alessandro Arribasplata¹; Kevin Cruzado¹; Eduardo Guevara¹; Andrea Mori¹; Manuel Torrel, Mg.¹

¹ Universidad Privada del Norte, Perú, patricia.uced@upn.edu.pe, reinerio.vasquez@upn.pe, N00342238@upn.pe, N00314712@upn.pe, N00284027@upn.pe, N00331031@upn.pe, N00321329@upn.pe, manuel.torrel@upn.pe

Resumen– La investigación abordó las limitaciones en el desarrollo de habilidades cognitivas y académicas en estudiantes de contextos educativos vulnerables. El objetivo fue evaluar el efecto de una plataforma educativa de ajedrez basada en inteligencia artificial. Se utilizó un enfoque cuantitativo, aplicado y diseño preexperimental, con Pretest y Posttest en una muestra de 30 estudiantes. El instrumento presentó fiabilidad adecuada (Alfa de Cronbach > 0,70). Los resultados mostraron mejoras en todas sus dimensiones, confirmadas por la prueba t de Student ($p < 0,05$), concluyendo que la plataforma mejoró las capacidades cognitivas y académicas.

Palabras clave– inteligencia artificial, ajedrez educativo, habilidades cognitivas, educación vulnerable, aprendizaje adaptativo.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que enfrentan los sistemas educativos en todo el mundo, especialmente en entornos vulnerables, es el acceso equitativo a una educación de alta calidad. Más de 244 millones de niños y jóvenes en edad escolar no están matriculados en el sistema educativo, y millones de estudiantes que asisten lo hacen en instituciones con recursos educativos inadecuados, lo que limita su desarrollo académico y cognitivo [1]. Esta realidad ha impulsado la búsqueda de métodos de enseñanza creativos que potencien las capacidades cognitivas y fomenten el aprendizaje significativo desde una edad temprana.

El problema presenta características similares en el contexto peruano. El Ministerio de Educación informó que más del 60% del alumnado de primaria tiene dificultades en matemáticas y más del 40% no alcanza los niveles deseados de comprensión lectora [2], lo que indica limitaciones estructurales en el acceso a recursos educativos de alta calidad. Estas restricciones están directamente relacionadas con el uso limitado de tecnologías educativas por parte del sistema educativo público y su escasa integración de enfoques pedagógicos innovadores.

En la región de Cajamarca, esta situación es mucho peor. Según el Censo Educativo del Ministerio de Educación [2], un gran número de instituciones educativas locales carecen de la

tecnología y los recursos didácticos necesarios para apoyar el aprendizaje activo, lo que dificulta el desarrollo del pensamiento crítico, la concentración y la toma de decisiones. Como resultado, Cajamarca presenta una de las tasas de rendimiento académico más bajas del país; menos del 30% de los estudiantes en matemáticas y menos del 37% en comprensión lectora alcanzan niveles satisfactorios.

En vista de esto, el ajedrez se ha convertido en una herramienta educativa muy prometedora. Numerosos estudios han demostrado cómo su aplicación metódica mejora considerablemente el pensamiento crítico, la planificación estratégica, la resolución de problemas y las habilidades de toma de decisiones. La investigación empírica reporta mejoras cognitivas mensurables. Por ejemplo, estudios con estudiantes de secundaria revelan una disminución del 17.7% en los errores de control inhibitorio, lo que refleja mejoras en la atención y la autorregulación cognitiva, y una correlación positiva del 21.5% entre el nivel de habilidad ajedrecística y la flexibilidad cognitiva [3].

Además, las revisiones sistemáticas de la literatura muestran que más del 80% de los estudios examinados coinciden en que el ajedrez es una herramienta didáctica útil para mejorar el rendimiento académico, las habilidades socioemocionales y el desarrollo cognitivo general, especialmente cuando se incorpora al currículo de forma organizada [4]. Sin embargo, a pesar de esta evidencia, su aplicación en el sistema educativo público peruano aún es restringida y está mal organizada, especialmente en zonas como Cajamarca, que presentan un alto nivel de vulnerabilidad educativa.

Se ha evidenciado también que los estudiantes que practican ajedrez presentan mejoras promedio cercanas al 30% en su desempeño académico general, siendo el área de matemática la más beneficiada. En comparación con grupos que siguieron métodos tradicionales, los estudiantes expuestos al ajedrez mostraron avances más rápidos en la comprensión de problemas, el análisis de situaciones y la aplicación de

estrategias, lo que demuestra el potencial del ajedrez como herramienta educativa efectiva [5].

Estudios de revisión científica indican que los estudiantes que participaron en programas de ajedrez escolar lograron mejoras de entre 20% y 35% en pruebas relacionadas con razonamiento lógico y análisis de problemas, en comparación con estudiantes que no practicaron ajedrez. Estos resultados confirman que el ajedrez favorece el pensamiento crítico y fortalece habilidades cognitivas necesarias para el aprendizaje en secundaria [6].

Estudios realizados con poblaciones escolares en situación de vulnerabilidad reportan que los programas de ajedrez contribuyen a mejorar el rendimiento cognitivo y académico de manera significativa, además de fortalecer la motivación y la confianza en el aprendizaje. Reportando mejoras hasta en un 30% en habilidades cognitivas, así como avances en la autorregulación y la toma de decisiones responsables [7].

El desarrollo de la inteligencia artificial (IA) en los últimos años ha creado nuevas oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En el ámbito educativo, la IA ha demostrado que puede automatizar los procedimientos académicos, personalizar el aprendizaje y mejorar el rendimiento de los estudiantes mediante retroalimentación personalizada y sistemas adaptativos. La necesidad de incorporar estas tecnologías en los entornos educativos se ve respaldada por investigaciones recientes que muestran que el 69% de los educadores y gestores de tecnología educativa creen que existe una creciente necesidad de habilidades de inteligencia artificial en el mercado laboral [8].

En este sentido, la integración de plataformas digitales basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático con el ajedrez como herramienta didáctica es una forma creativa de cerrar las brechas educativas actuales [9]. Especialmente en situaciones donde el acceso a materiales educativos convencionales es limitado, estas tecnologías permiten adaptar el contenido al nivel cognitivo del estudiante, monitorear su progreso y mejorar sus habilidades críticas.

Para ayudar a niños y jóvenes de instituciones educativas públicas a desarrollar sus habilidades cognitivas y académicas mediante la práctica interactiva de ajedrez, esta investigación propone la creación de una plataforma educativa de ajedrez basada en aprendizaje automático. Esto contribuirá a una educación más inclusiva, equitativa y de alta calidad.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el impacto de la práctica interactiva de una plataforma educativa de ajedrez basada en machine learning en el desarrollo de las habilidades cognitivas y académicas de niños y jóvenes de la institución educativa secundaria I.E. Puruay, Cajamarca, Perú

contribuyendo al fortalecimiento del pensamiento crítico, la concentración, la resolución de problemas y la toma de decisiones en contextos educativos vulnerables.

II. METODOLOGÍA

Por definición, esta investigación se implementó en el mundo natural. Hernández-Sampieri afirma que la investigación aplicada busca utilizar el conocimiento generado para intervenir en una realidad específica, ofreciendo respuestas viables a problemas del mundo real, en lugar de simplemente describir un fenómeno [10].

La investigación fue cuantitativa, de acuerdo con el enfoque metodológico, ya que se centró en la medición objetiva de variables y el análisis estadístico de los resultados obtenidos. El método cuantitativo, según Kerlinger y Lee, se distingue por el uso de datos numéricos, la aplicación de instrumentos organizados y la comprobación de hipótesis mediante procesos estadísticos que permiten la identificación de patrones, correlaciones y consecuencias cuantificables [11].

Según el nivel de investigación, el estudio fue explicativo con alcance preliminar, ya que su objetivo era encontrar y examinar las relaciones de causa y efecto entre las variables involucradas, en lugar de simplemente documentar las características del fenómeno observado. Según Arias, el objetivo de la investigación explicativa es identificar relaciones causales entre variables independientes y dependientes para determinar por qué y bajo qué circunstancias ocurre un fenómeno [12].

Dado que solo se incluyó un grupo de estudio, medido antes y después de la intervención, y no se incluyó un grupo de control, el diseño de la investigación clasificó el estudio como preexperimental. Según Campbell y Stanley, los diseños preexperimentales son adecuados cuando la asignación aleatoria de sujetos no es posible debido a limitaciones logísticas, éticas o ambientales [13]. Se emplean con frecuencia en la investigación educativa para evaluar el impacto inicial de una idea o iniciativa novedosa.

Esquema del diseño:

$G O_1 X O_2$

Donde:

- G = Grupo de estudiantes de la I.E. Puruay (secundaria)
- O_1 = Medición inicial de habilidades cognitivas y académicas
- X = Implementación de la plataforma educativa de ajedrez basada en IA
- O_2 = Medición final de habilidades cognitivas y académicas

Según el alcance temporal, fue longitudinal de corto plazo; ya que los estudiantes del 3° y 4° grado de la I.E. de nivel secundario “Puruay” utilizaron la plataforma educativa por al menos 8 semanas, luego se procedió a hacer una medición final de las habilidades cognitivas.

Según el contexto, la investigación fue de tipo investigación de campo con soporte tecnológico, debido a que los datos fueron recolectados directamente en el entorno real donde se desarrolla el fenómeno de estudio, permitiendo observar y analizar el impacto de la intervención en condiciones auténticas. De acuerdo con Tamayo y Tamayo, la investigación de campo se caracteriza por la obtención de información de primera mano, recogida directamente de la realidad, lo que garantiza mayor validez y pertinencia de los resultados [14].

La población muestral estuvo conformada por 30 estudiantes de 3° y 4° de nivel secundario de la I.E. “Puruay”, donde 20 fueron varones y 10 fueron mujeres.

Para la evaluación de la variable dependiente, correspondiente a la medición final de las habilidades cognitivas y académicas, se utilizó la Escala de Rendimiento Académico (RAU), instrumento validado que permite evaluar de manera integral el desempeño del estudiante [15], fue adaptada al contexto de educación secundaria mediante un proceso de adecuación lingüística y contextual de los ítems, orientado a hacerlos comprensibles para estudiantes adolescentes. Se reformularon enunciados relacionados con autoeficacia, compromiso y rendimiento, incorporando ejemplos vinculados a actividades escolares y resolución de problemas. La escala fue aplicada como prueba piloto para verificar su comprensión y consistencia interna y posteriormente como pretest y postest. Estuvo compuesta por 18 ítems distribuidos en tres dimensiones: rendimiento académico objetivo, autoeficacia académica y compromiso con el aprendizaje, utilizando una escala tipo Likert de cinco puntos; con sus respectivos indicadores cada dimensión (Tabla I). La fiabilidad del instrumento fue determinada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach [16], obteniéndose valores iguales a 0.75 lo que evidencia una consistencia interna satisfactoria y garantiza la confiabilidad de los datos recolectados.

Se utilizó la prueba t-Student asumiendo una desviación estándar conservadora de $\sigma = 0.6$, un tamaño muestral de $n = 30$, con un intervalo de confianza del 95% y comparando los puntajes pretest vs. postest en cada dimensión y de forma global. Todo esto con el objetivo de comparar las medias del pretest y postest. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, estos hallazgos deben interpretarse como asociaciones y no como relaciones causales, debido al diseño preexperimental del estudio.

TABLA I.
DIMENSIONES E INDICADORES DE LA ESCALA DE
RENDIMIENTO ACADÉMICO

Dimensiones	Indicadores
Rendimiento académico objetivo	1.1. Cumplimiento de tareas y actividades académicas. 1.2. Capacidad para aplicar conocimientos en la resolución de problemas. 1.3. Calidad del trabajo académico presentado.
Autoeficacia académica	2.1. Seguridad para resolver problemas de manera autónoma. 2.2. Persistencia ante dificultades de aprendizaje.
Compromiso con el aprendizaje	3.1. Nivel de atención y concentración durante las actividades académicas. 3.2. Organización del tiempo dedicado al estudio. 3.3. Motivación para aprender nuevos contenidos.

Para la recolección inicial de datos, se comenzó con la planificación y realización de las encuestas que se aplicarían a los estudiantes. Se imprimieron las encuestas, las cuales fueron aplicadas en la segunda semana del mes de octubre para luego proceder al uso de la plataforma de ajedrez por seis semanas. Y el post test, se aplicó bajo el mismo instrumento en la segunda semana de diciembre del año 2025. Para el tratamiento de datos se utilizaron las herramientas Microsoft Excel y el software de análisis estadístico PSPP.

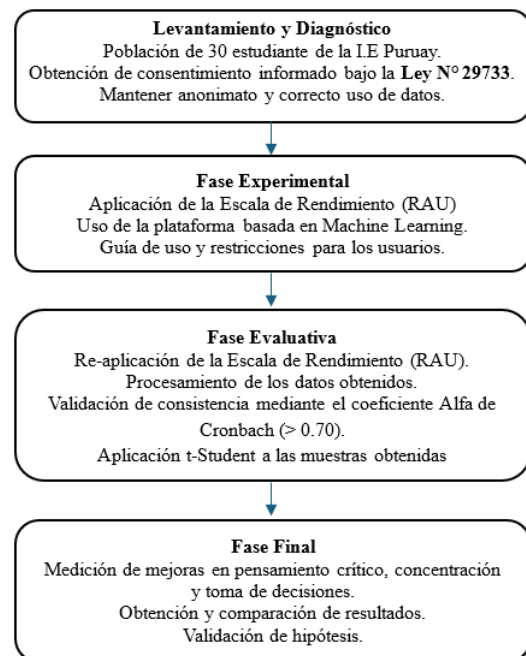


Fig 1. Metodología para la evaluación de Habilidades Cognitivas y Académicas

Antes de administrar las encuestas a los menores, sus apoderados brindaron y registraron consentimiento informado tras recibir explicaciones adecuadas, las cuales luego fueron replicadas con los estudiantes de acuerdo con su edad. De

conformidad con las normas éticas de UNICEF, esto garantizó su comprensión de su participación voluntaria y su derecho a renunciar en cualquier momento sin sufrir repercusiones académicas [17]. Además, de acuerdo con las directrices de confidencialidad de la Asociación Americana de Psicología (APA) [18], la codificación de datos y la eliminación de información personal identificable garantizaron la identidad y el anonimato de los participantes. Finalmente, se confirmó que las herramientas eran apropiadas para el entorno educativo y la etapa de desarrollo de los participantes, y que no presentaban ningún riesgo para el bienestar físico, psicológico o emocional de los niños.

En cumplimiento de la Ley N.º 29733, Ley de Protección de Datos Personales del Perú, la investigación empleó medidas éticas y legales para salvaguardar los datos de los estudiantes, aplicando el principio de minimización de datos y recopilando únicamente la información necesaria para fines académicos y científicos [19]. Para garantizar la confidencialidad de los participantes y evitar cualquier tipo de identificación directa o indirecta, los datos también se anonimizaron y codificaron mediante identificadores alfanuméricos. Finalmente, en cumplimiento de las prácticas éticas aceptables en investigación educativa promovidas por la UNESCO, se garantizó que la información recopilada no se divulgara a terceros ni se utilizara para fines distintos a los especificados en el estudio [20].

Cabe mencionar que una de las principales limitaciones, fue la oportunidad de contar con grupo control, por ello se recomienda para futuras investigaciones expandir la muestra.

III. RESULTADOS

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el impacto de la práctica interactiva de una plataforma educativa de ajedrez basada en machine learning en el desarrollo de las habilidades cognitivas y académicas de niños y jóvenes de la institución educativa secundaria “Puruay”.

El motor de inteligencia artificial de la plataforma se basa en principios de aprendizaje automático para personalizar la enseñanza del ajedrez de acuerdo con el nivel cognitivo de cada estudiante, utilizando datos de desempeño en tiempo real para ajustar de forma progresiva la dificultad de los desafíos. Este enfoque permite automatizar el proceso educativo y brindar retroalimentación personalizada, tal como lo señalan Ramírez y Espinoza [4], siendo especialmente relevante para reducir brechas educativas en contextos vulnerables. El entrenamiento del modelo se desarrolla mediante iteraciones adaptativas que optimizan la relación causal entre el uso de la plataforma y la mejora de las capacidades cognitivas y académicas, empleando métricas de desempeño que aseguran una personalización efectiva orientada al fortalecimiento del pensamiento estratégico y la resolución de problemas.

Los resultados del pretest evidenciaron valores promedio bajos en las tres dimensiones evaluadas: rendimiento académico objetivo ($M = 2.87$), autoeficacia académica ($M = 2.70$) y compromiso con el aprendizaje ($M = 2.67$). Esta evaluación preliminar mostró una situación educativa precaria, acorde con el contexto institucional, y enfatiza la necesidad de utilizar técnicas pedagógicas de vanguardia que mejoren gradualmente las capacidades intelectuales y cognitivas de los estudiantes.

El diseño metodológico de la investigación fue preexperimental, empleando un único grupo de estudio evaluado mediante un esquema pretest–posttest (O_1-X-O_2). La plataforma educativa desarrollada integró un motor de inteligencia artificial basado en el algoritmo Negamax, optimizado mediante poda alfa–beta y una profundidad de búsqueda de tres niveles. Este algoritmo, fundamentado en la teoría de juegos de suma cero, permite evaluar de forma eficiente las posibles jugadas al asumir que cada decisión del jugador busca maximizar su ventaja mientras minimiza la del oponente. La lógica de Negamax simplifica el proceso de toma de decisiones al unificar las funciones de maximización y minimización en una única evaluación heurística, lo que reduce la complejidad computacional sin sacrificar precisión estratégica. Gracias a esta arquitectura, el sistema ajusta dinámicamente el nivel de dificultad en función del desempeño del estudiante y proporciona retroalimentación automática basada en el análisis de errores y aciertos, favoreciendo un aprendizaje personalizado, progresivo y alineado con el desarrollo de habilidades cognitivas, como se muestra en las Figuras 2 y 3.

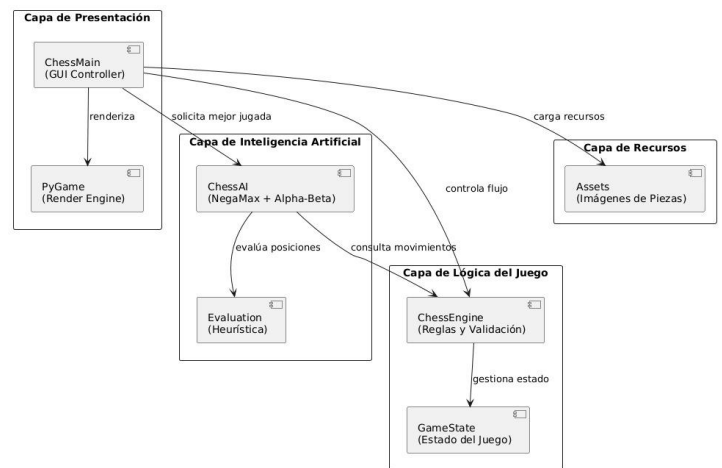


Fig 2. Diagrama de arquitectura de la plataforma de ajedrez basada en inteligencia artificial

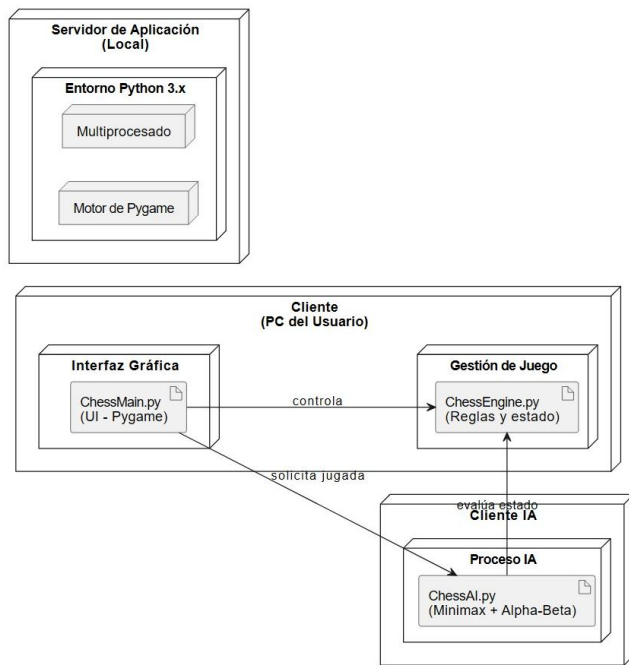


Fig 3. Diagrama de despliegue de la plataforma de ajedrez basada en inteligencia artificial

Al finalizar la intervención con la plataforma de aprendizaje de ajedrez, se realizó una prueba posterior para evaluar la evolución de las habilidades académicas y cognitivas de los alumnos. Para comparar directamente los resultados, se empleó nuevamente la Escala de Rendimiento Académico Universitario (RAU) en las mismas circunstancias que la prueba previa. La influencia de la plataforma en la mejora de estas habilidades quedó demostrada mediante el análisis cuantitativo de las puntuaciones, que mostró mejoras en el rendimiento académico, la confianza de los estudiantes en sus talentos y su grado de participación en el proceso de aprendizaje.

TABLA II.
PUNTUACIONES EN LA DIMENSIÓN “RENDIMIENTO ACADÉMICO OBJETIVO”

Indicador	Pretest Media	Postest Media	Diferencia Δ	Mejora
Ind-1.1	2.9	4.1	+1.2	41.4%
Ind-1.2	2.7	4.0	+1.3	48.1%
Ind-1.3	3.0	4.2	+1.2	40.0%
Promedio	2.87	4.1	+1.23	42.8%

En la dimensión Rendimiento Académico Objetivo, los resultados evidencian mejoras consistentes en los tres indicadores evaluados tras la intervención. El mayor incremento se observó en el Ind-1.2 capacidad para aplicar conocimientos en la resolución de problemas, con una diferencia de $\Delta = +1.3$, equivalente a una mejora del 48.1%, lo que refleja un fortalecimiento significativo en la aplicación práctica de los aprendizajes. Asimismo, el Ind-1.1

cumplimiento de tareas y actividades académicas, mostró un aumento de $\Delta = +1.2$ (41.4%), evidenciando mayor responsabilidad y constancia en el desempeño escolar. De igual forma, Ind-1.3 la calidad del trabajo académico presentado incrementó en $\Delta = +1.2$, correspondiente a una mejora del 40.0%, lo que sugiere avances en la organización, claridad y profundidad de los productos académicos.

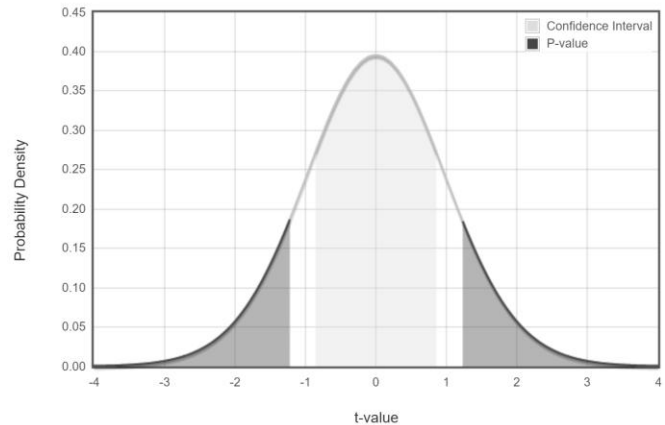


Fig. 4. Distribución de la prueba t-Student para la dimensión “Rendimiento académico objetivo”

La comparación entre el pretest ($M = 2.87$) y el posttest ($M = 4.10$) mostró una diferencia media de 1.23 puntos. La prueba t para muestras relacionadas arrojó un valor de $t(29) = 11.23$, con un valor $p < 0.001$, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa.

TABLA III. PUNTUACIONES EN LA DIMENSIÓN “AUTOEFICACIA ACADÉMICA”

Indicador	Pretest Media	Postest Media	Diferencia Δ	Mejora
Ind-2.1	2.6	4.0	+1.4	53.8%
Ind-2.2	2.8	4.1	+1.3	46.4%
Promedio	2.70	4.05	+1.35	50.0%

En la dimensión Autoeficacia Académica se registraron incrementos relevantes en ambos indicadores, reflejando un fortalecimiento de la confianza y perseverancia de los estudiantes frente a las tareas académicas. El Ind-2.1 seguridad para resolver problemas de manera autónoma, presentó el mayor aumento, con $\Delta = +1.4$, lo que representa una mejora del 53.8%, evidenciando que los estudiantes desarrollaron mayor confianza en sus propias capacidades cognitivas. Por su parte Ind-2.2, la persistencia ante dificultades de aprendizaje mostró un incremento de $\Delta = +1.3$, equivalente al 46.4%, lo que sugiere una mayor disposición a enfrentar retos académicos sin abandonar las tareas.

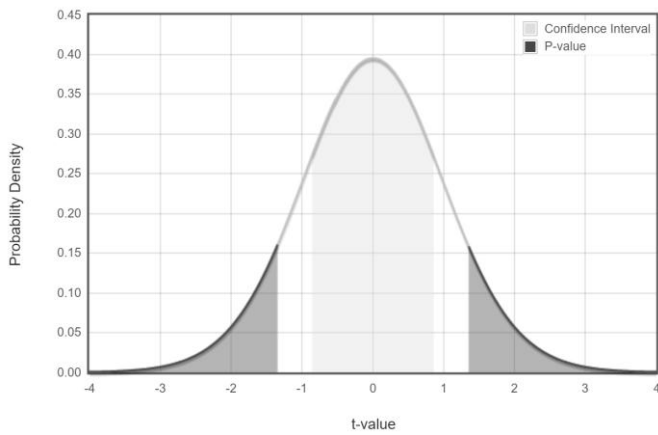


Fig. 5. Distribución de la prueba t-Student para la dimensión “Autoeficacia académica”

En la dimensión de autoeficacia académica, el promedio aumentó de 2.70 en el pretest a 4.05 en el posttest, con una diferencia media de 1.35 puntos. El análisis estadístico evidenció un valor de $t(29) = 12.32$, con $p < 0.001$, lo que demuestra una mejora altamente significativa en la seguridad y persistencia de los estudiantes para resolver problemas académicos de manera autónoma tras la intervención.

TABLA IV.
PUNTUACIONES EN LA DIMENSIÓN “COMPROMISO CON EL APRENDIZAJE”

Indicador	Pretest	Posttest	Diferencia Δ	Mejora
Ind-3.1	2.5	4.0	+1.5	60.0%
Ind-3.2	2.6	3.9	+1.3	50.0%
Ind-3.3	2.9	4.2	+1.3	44.8%
Promedio	2.67	4.03	+1.36	50.9%

En la dimensión Compromiso con el Aprendizaje se evidenciaron mejoras significativas en los niveles de atención, organización y motivación de los estudiantes. El Ind-3.1 nivel de atención y concentración durante las actividades académicas registró el mayor incremento de toda la investigación, con $\Delta = +1.5$, correspondiente a una mejora del 60.0%, lo que indica un impacto notable en la capacidad de concentración sostenida. Asimismo, Ind-3.2 la organización del tiempo dedicado al estudio aumentó en $\Delta = +1.3$ (50.0%), reflejando avances en la planificación y gestión del tiempo académico. Finalmente, Ind-3.3 la motivación para aprender nuevos contenidos mostró una mejora de $\Delta = +1.3$, equivalente al 44.8%, evidenciando un mayor interés y disposición hacia el aprendizaje.

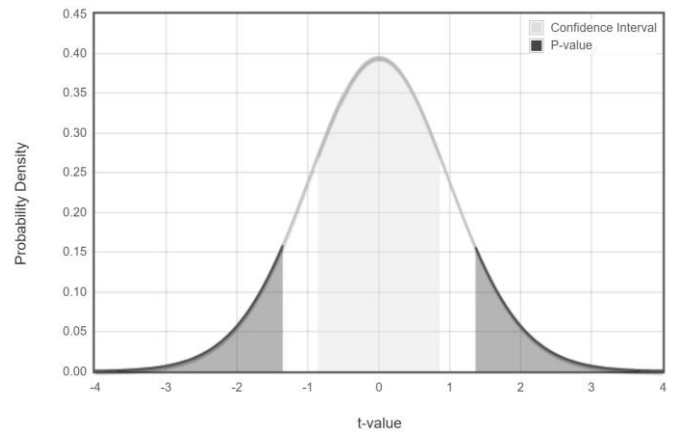


Fig. 6. Distribución de la prueba t-Student para la dimensión “Compromiso con el aprendizaje”

Los resultados del compromiso con el aprendizaje reflejaron un incremento del promedio de 2.67 a 4.03, equivalente a una diferencia media de 1.36 puntos. La prueba t mostró un valor de $t(29) = 12.42$, con $p < 0.001$, confirmando un aumento estadísticamente significativo en los niveles de atención, organización y motivación de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

TABLA V.
RESUMEN GLOBAL DIMENSIONES

Dimensión	Pretest	Posttest	Diferencia Δ	Mejora
Rendimiento académico objetivo	2.87	4.1	+1.23	41.4%
Autoeficacia Académica	2.70	4.05	+1.35	50.0%
Compromiso con el aprendizaje	2.67	4.03	+1.36	50.9%

IV. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio respaldan y amplían los hallazgos de investigaciones previas sobre el valor del ajedrez como herramienta de enseñanza, en particular cuando se combina con tecnologías basadas en IA. Los resultados obtenidos son consistentes con la literatura previa, y sugieren que la integración de inteligencia artificial podría potenciar el impacto del ajedrez educativo; sin embargo, esta interpretación debe considerarse como una hipótesis preliminar, debido a la ausencia de un grupo control que permita realizar comparaciones directas. Este estudio logró mostrar una mejora promedio del 50.9% en la participación en el aprendizaje, destacando aumentos del 60.0% en la atención y la concentración y del 50.0% en la gestión del tiempo, lo que sugiere un mayor fortalecimiento de las funciones ejecutivas en contextos educativos vulnerables. Gil Vega y Jiménez Rodríguez [3] encontraron una reducción del 17.7% en los errores de control inhibitorio y una correlación positiva del

21.5% entre el nivel de habilidad ajedrecística y la flexibilidad cognitiva.

Además, los hallazgos de esta investigación corroboran evaluaciones sistemáticas que muestran que más del 80% de los estudios coincidían en que el ajedrez mejoró el rendimiento académico y el desarrollo cognitivo [4]. Específicamente, el rendimiento académico objetivo mostró una mejora promedio del 42.8%, por encima del rango de mejora de aproximadamente el 30% registrado por Sala y Gobet [6] en niños sometidos a programas de ajedrez convencionales. Este aumento implica que el uso de la inteligencia artificial y el aprendizaje adaptativo mejora el impacto del ajedrez al proporcionar retroalimentación individualizada y un avance adecuado al nivel.

Los resultados de este estudio muestran mejoras del 48.1% en la aplicación del conocimiento a la resolución de problemas y del 53.8% en la confianza para resolver problemas de forma independiente. Estos indicadores muestran un impacto más pronunciado en las habilidades cognitivas de orden superior que los estudios que reportan mejoras de entre el 20% y el 35% en el razonamiento lógico y el análisis de problemas [6]. El enfoque tecnológico de la plataforma, que combina el ajedrez con algoritmos de IA que pueden ajustar la dificultad y reforzar el aprendizaje estratégico, es responsable de estas variaciones.

Por último, los resultados coincidieron con estudios en poblaciones escolares vulnerables que han mostrado aumentos en las capacidades cognitivas de hasta un 30%, así como mejoras en la autorregulación y la toma de decisiones [7]. Por otro lado, la autoeficacia académica aumentó un 50% en el estudio actual, lo que indica una influencia sustancial en la confianza y la perseverancia de los estudiantes en las tareas académicas. Considerados en conjunto, estos hallazgos implican que la combinación del ajedrez con plataformas digitales basadas en IA magnifica las ventajas reportadas en la literatura, posicionándolo como una táctica novedosa y exitosa para mejorar las habilidades cognitivas y académicas en entornos educativos precarios.

La plataforma incorpora un motor basado en inteligencia artificial que utiliza el algoritmo Negamax con poda alfa-beta como núcleo de toma de decisiones. Este sistema analiza variables del desempeño del estudiante: número de errores por partida, tiempo de respuesta, nivel de dificultad alcanzado, patrones de movimiento y frecuencia de aciertos estratégicos. A partir de estos datos, el sistema ajusta dinámicamente la dificultad del juego mediante la modificación de la profundidad de búsqueda, la complejidad de las jugadas del oponente y la selección de escenarios progresivos. La retroalimentación automática se presenta al estudiante mediante sugerencias de jugadas óptimas, identificación de errores críticos y recomendaciones estratégicas posteriores a cada partida. A diferencia de un motor de ajedrez

convencional, cuyo objetivo es únicamente maximizar la probabilidad de victoria, el sistema implementado prioriza el aprendizaje, adaptando el nivel de desafío para mantener al estudiante en una zona de desarrollo próximo, favoreciendo así la progresión cognitiva y el aprendizaje significativo.

El presente estudio presenta limitaciones metodológicas relevantes que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados. En primer lugar, se empleó un diseño preexperimental sin grupo control, lo cual impide establecer relaciones de causalidad entre el uso de la plataforma educativa y las mejoras observadas en las habilidades cognitivas y académicas, limitando el análisis a asociaciones entre variables. Asimismo, el tamaño muestral fue reducido ($n = 30$) y perteneciente a una única institución educativa, lo que restringe la generalización de los hallazgos. Adicionalmente, no se puede descartar la influencia del efecto novedad, debido a la introducción de una herramienta tecnológica innovadora que pudo incrementar temporalmente la motivación de los estudiantes. Finalmente, la duración de la intervención (8 semanas) permitió evaluar únicamente efectos a corto plazo, sin garantizar la permanencia de los resultados en el tiempo.

Los resultados obtenidos indican que la implementación de plataformas educativas basadas en inteligencia artificial y ajedrez representa una alternativa pedagógica viable y de alto impacto para las escuelas públicas, especialmente en contextos educativos vulnerables donde existen limitaciones de recursos didácticos y tecnológicos. La mejora observada en las habilidades cognitivas, académicas y en el compromiso con el aprendizaje sugiere que este tipo de soluciones puede complementar eficazmente la enseñanza tradicional sin requerir infraestructuras complejas ni inversiones elevadas. Asimismo, la arquitectura digital de la plataforma y su capacidad de personalización automática permiten su escalabilidad a otras instituciones educativas, adaptándose a distintos niveles y contextos escolares.

Como línea futura de investigación, se plantea como prioridad la implementación de un diseño experimental o cuasiexperimental que incluya grupo control, lo que permitirá validar de manera más rigurosa la relación causal entre el uso de la plataforma y las mejoras en el aprendizaje. Asimismo, se propone ampliar el tamaño muestral y replicar el estudio en diferentes contextos educativos para mejorar la validez externa. De igual forma, se recomienda extender el tiempo de intervención y profundizar en el análisis de variables cognitivas específicas.

Finalmente, resulta pertinente comparar la plataforma con otras metodologías para evaluar de manera más precisa el valor diferencial del uso de inteligencia artificial.

V. CONCLUSIONES

La presente investigación permitió evidenciar que la implementación de una plataforma educativa de ajedrez basada en inteligencia artificial contribuyó de manera significativa al fortalecimiento de las capacidades cognitivas y académicas de estudiantes en contextos educativos vulnerables.

Según los resultados obtenidos a partir de la aplicación del pretest y postest, mediante la Escala de Rendimiento Académico Universitario (RAU), se observaron mejoras significativas en las dimensiones de rendimiento académico objetivo, autoeficacia académica y compromiso con el aprendizaje.

Asimismo, el uso de inteligencia artificial, a través de un motor adaptativo basado en el algoritmo Negamax con poda alfa-beta, permitió personalizar la experiencia de aprendizaje según el desempeño individual de cada estudiante, favoreciendo el desarrollo del pensamiento estratégico, la resolución de problemas y la toma de decisiones.

La plataforma desarrollada representa una alternativa viable, escalable y de bajo costo para instituciones educativas públicas con recursos limitados, contribuyendo a la reducción de brechas educativas mediante el uso estratégico de tecnologías emergentes.

En conclusión, los resultados evidencian mejoras significativas en las habilidades cognitivas y académicas asociadas al uso de la plataforma educativa de ajedrez basada en inteligencia artificial. No obstante, debido a las limitaciones del diseño metodológico, estos resultados deben interpretarse con cautela. La propuesta representa una alternativa prometedora para contextos educativos vulnerables, cuya efectividad deberá ser confirmada mediante estudios experimentales futuros más rigurosos.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO, «Resumen del informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2024/5: Liderazgo en la educación: liderar por el aprendizaje - UNESCO Digital Library». Accedido: 26 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391758_spa
- [2] «Presentación de proceso censal 2022». Accedido: 26 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://escale.minedu.gob.pe/documents/inicio/Bases%20de%20datos/A.%20Censo%20Educativo/2022/Presentaciones/PPT_Censo_Educativo_2022_final.pdf
- [3] J. A. Gil Vega y V. Jiménez Rodríguez, «Impacto del Ajedrez Educativo en el Aprendizaje: Estrategias Metacognitivas Aplicadas», *REV IBEROAM DIAGN EV*, vol. 66, n.º 5, p. 173, dic. 2022, doi: 10.21865/RIDEP66.5.13.
- [4] A. L. Ramírez y S. R. Espinoza, «La inteligencia artificial como herramienta de enseñanza, actividades docentes en la educación superior».

- [5] Giovanni Sala y F. Gobet, «Do the benefits of chess instruction transfer to academic and cognitive skills? A meta-analysis», *Educational Research Review*, vol. 18, pp. 46-57, 2016.
- [6] G. Sala, J. P. Foley, y F. Gobet, «The Effects of Chess Instruction on Pupils' Cognitive and Academic Skills: State of the Art and Theoretical Challenges», *Front Psychol*, vol. 8, p. 238, feb. 2017, doi: 10.3389/fpsyg.2017.00238.
- [7] M. Baig, C. Rostan, y C. Saurina, «Effect of a Chess Training Program on the Development of the Executive Functions in Primary School», *Psicología Educativa*, vol. 31, n.º 2, pp. 83-90, jun. 2025, doi: 10.5093/psed2025a10.
- [8] M. Sailer y L. Homner, «The Gamification of Learning: a Meta-analysis», *Educ Psychol Rev*, vol. 32, n.º 1, pp. 77-112, mar. 2020, doi: 10.1007/s10648-019-09498-w.
- [9] J. Darwish, G. Saad, A. Maayah, O. Hassan, A. AlShehri, y M. Abdelrahman, «The Effects of Chess on Cognitive Abilities and Critical Thinking of High School Students in Riyadh», *IJARPED*, vol. 14, n.º 2, p. Pages 1260-1267, may 2025, doi: 10.6007/IJARPED/v14-i2/25536.
- [10] R. H. Sampieri, A. C. Romo, B. E. L. Pérez, y C. P. M. Torres, «Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México».
- [11] Kerlinger, «Investigacion Del Comportamiento Kerlinger | PDF | Estadísticas | Probabilidad». Accedido: 2 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/586338696/Investigacion-Del-Comportamiento-Kerlinger>
- [12] F. G. Arias, *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición*. Fidas G. Arias Odón, 2012.
- [13] «campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigac3b3n-social.pdf». Accedido: 2 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigac3b3n-social.pdf>
- [14] Mario Tamayo Tamayo, «El Proceso de la Investigación Científica, 4º ED. - Mario Tamayo Tamayo.pdf», Google Docs. Accedido: 2 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B4R1ssRAL--ZNzExZDVlYWUeNDc5Yi00NWYyLTg4ZjMtMG10YWlZyYjFmMxUx/view?usp=drive_web&hl=es&pli=1&usp=embed_facebook
- [15] M. de L. Preciado-Serrano *et al.*, «Construcción y Validación de la Escala RAU de Rendimiento Académico Universitario», *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación - e Avaliação Psicológica*, vol. 3, n.º 60, pp. 5-14, 2021.
- [16] H. C. Oviedo y A. Campo-Arias, «Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach», *Revista Colombiana de Psiquiatría*, vol. 34, n.º 4, pp. 572-580, dic. 2005.
- [17] «Ethical Research Involving Children | Office of Strategy and Evidence Innocenti». Accedido: 16 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.unicef.org/innocenti/reports/ethical-research-involving-children>
- [18] «Ethical principles of psychologists and code of conduct». Accedido: 16 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.apa.org/ethics/code>
- [19] «LEY DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES.indd». Accedido: 16 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/272360/Ley%20N%C2%BA%2029733.pdf?v=1618338779>
- [20] «Ethics and education - UNESCO Digital Library». Accedido: 16 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000180199>