



Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas

Doctorado en Ciencias Cognitivas

**Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un
Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS COGNITIVAS

PRESENTADA POR:

Isidoro Astudillo Sandoval

Directores de tesis: Dr. Javier Sánchez López

Dra. Ma. De la Cruz Bernarda Téllez Alanís

Comité Tutelar: Dra. Marika Berchicci

Dr. Gerardo Maldonado Paz

Dra. Alma Janeth Moreno Aguirre

Sinodales: Dr. Jean Philippe Andre Jaze Claude

D. Jorge Pablo Oseguera Gamba

Cuernavaca, Morelos

Octubre de 2025

Declaro que esta tesis es obra mía, salvo en los casos en que se haya dado crédito a los autores en las citas. Asimismo, declaro que este trabajo no ha sido presentado anteriormente para obtener ningún otro título profesional o equivalente.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres por siempre haberme impulsado en mi desarrollo, por su gran motivación y ejemplo, por inculcarme la importancia que tiene la felicidad encima de todo. Por otra parte, agradezco a mi asesor de Tesis Dr. Javier Sánchez López por todo su apoyo y guía en la elaboración de este proyecto, por motivarme, a veces presionarme a mejorar mi desempeño, por ayudarme de inicio a fin y por confiar en mí.

Gracias a todos los miembros de mi comité por sus consejos y observaciones en todo el trayecto de mi investigación. Un agradecimiento especial a mis hijos Raziél y Alonso, que me han acompañado en esta etapa de mi vida y con quienes he crecido en todos los sentidos, y por último un agradecimiento especial a Evelyn Lea por apoyarme en estos últimos años.

Contenido

Contenido

Introducción.....	10
Marco teórico.....	12
Expertise.....	12
<i>Definición</i>	12
<i>Un enfoque teórico del Expertise</i>	13
<i>Expertise en el ajedrez</i>	14
Ajedrez	14
<i>Historia</i>	15
<i>Características del ajedrez</i>	15
<i>Elo de ajedrez</i>	16
<i>Enseñanza del ajedrez</i>	16
<i>Método Woodpecker</i>	18
Expertise en el ajedrez	20
<i>Reconocimiento de patrones (proceso de bajo nivel)</i>	20
<i>Teoría computacional de la función del hipocampo</i>	23
<i>Búsqueda profunda (proceso de alto nivel)</i>	26
<i>Evidencia conductual del expertise en ajedrez</i>	27
<i>Evidencia neurobiológica del expertise en ajedrez</i>	29
<i>Evidencia del expertise en ajedrez en bases de datos de partidas</i>	31
Problema de investigación	33
Pregunta de investigación	34
Objetivos	35
<i>Objetivo general</i>	35
<i>Objetivos específicos</i>	35
Justificación.....	35
Hipótesis	37
Predicciones.....	37
Estudio 1: Exploración de las bases cognitivas del expertise en ajedrez.....	38
Objetivo.....	38
Método.....	38
Participantes.....	38

<i>Criterios de inclusión</i>	39
<i>Criterios de exclusión</i>	39
<i>Criterios de eliminación</i>	39
Diseño de la investigación	39
Instrumentos y materiales	39
Cálculo de la puntuación Elo	40
Tareas cognitivas	40
<i>Memoria de trabajo: tarea de Corsi Forward y Backward</i>	40
<i>Flexibilidad cognitiva: Tarjetas de Wisconsin (WCST)</i>	41
<i>Planificación: Torre de Hanoi</i>	41
<i>Rotación mental</i>	41
Paradigma de reconocimiento de patrones	42
<i>Estímulos: selección de posiciones de ajedrez</i>	42
<i>Paradigma experimental</i>	42
Procedimiento	43
Consideraciones éticas	44
Análisis de datos	45
Resultados: Estudio 1	47
Tareas cognitivas y Elo	47
Reconocimiento de patrones	47
Correlación de Spearman	48
Regresión por pasos	49
Análisis de mediación	51
Estudio 2: Evaluación de la eficacia de un programa de entrenamiento de ajedrez centrado en el reconocimiento de patrones en jugadores de ajedrez novatos	53
Objetivo	53
Método	53
Participantes	53
Diseño de la investigación	53
Instrumentos y materiales	54
Procedimiento	54
Consideraciones éticas	54
Análisis de datos	54

Resultados del estudio 2	55
Resultados de los entrenamientos	55
Comparaciones en el pre-test: U Mann Whitney y prueba t	56
Comparaciones post-test: prueba U de Mann Whitney y prueba t	57
Discusión	58
Estudio 1	58
Estudio 2	61
Conclusiones	65
Referencias	67

Lista de tablas

Tabla 1. Nivel de habilidad y porcentajes de errores tácticos.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Puntuación Elo y resultados de la evaluación cognitiva	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Resultados de la tarea de reconocimiento de patrones	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Resultados del análisis de correlación Spearman Rho.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Resultados del análisis de regresión.....	50
Tabla 6. Resultados de los coeficientes del análisis de regresión Stepwise entre Elo y los resultados de la tarea de reconocimiento de patrones.....	50
Tabla 7. Análisis de mediación	51
Tabla 8. Resultados de los entrenamientos.....	55
Tabla 9. Número de posiciones resueltas por el grupo experimental ..	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10. Resultados del pre-test del grupo experimental y del grupo control .	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11. Resultados del post-test del grupo experimental y del grupo control..	¡Error! Marcador no definido.

Lista de figuras

Figura 1. Funciones de sistemas del hipocampo y el neocórtex. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 2. Secuencia temporal del paradigma de reconocimiento de patrones. .. **¡Error! Marcador no definido.**

Resumen

Este estudio evaluó la eficacia de un programa de entrenamiento de ajedrez centrado en el reconocimiento de patrones en jugadores de ajedrez novatos, así como los factores cognitivos asociados con su rendimiento. Basándose en la dicotomía entre el reconocimiento de patrones y la búsqueda profunda como procesos fundamentales del expertise en el ajedrez, la investigación aborda una brecha significativa en la literatura sobre el desarrollo longitudinal de la habilidad cognitiva en el ajedrez. Empleando el método Woodpecker, un enfoque pedagógico diseñado para mejorar el reconocimiento y la memorización de patrones de ajedrez, el estudio constó de dos fases distintas. En el estudio 1, la muestra estuvo compuesta por 51 jugadores novatos que realizaron cuatro pruebas cognitivas y una tarea de reconocimiento de patrones con dos condiciones (posiciones reales y aleatorias) para identificar los factores cognitivos asociados al rendimiento en el ajedrez, encontrando una correlación significativa entre las puntuaciones Elo de los participantes y su capacidad para reconstruir tanto posiciones reales como aleatorias, así como una correlación con la prueba Corsi Backward. El estudio 2 consistió en un método de entrenamiento basado en el reconocimiento de patrones en el grupo experimental con doce participantes (método Woodpecker con seis ciclos de repetición) y entrenamiento tradicional (basado en resolución de problemas tácticos, estratégicos y de finales) en el grupo control (doce participantes) en practicantes novatos de ajedrez, ambos entrenamientos tuvieron una duración diez semanas. Los resultados revelaron una mejora en el grupo experimental, particularmente en la tarea de reconocimiento de patrones (tanto posiciones reales como aleatorias), aunque esto concuerda con la literatura existente que enfatiza la importancia de los métodos de entrenamiento repetitivos en la adquisición de habilidades, sin embargo, no hubo diferencias significativas en el Elo (rendimiento en el ajedrez) entre el grupo control y grupo experimental. Es necesario realizar más investigaciones para determinar si el reconocimiento de patrones puede mejorar el rendimiento en el ajedrez.

Palabras clave: *expertise deportivo, ajedrez, cognición, reconocimiento de patrones*

Introducción

La aparición de la machine learning AlphaZero en 2017 revolucionó la forma de jugar al ajedrez. Este sistema de inteligencia artificial (IA) aprendió a jugar al ajedrez en cuatro horas de forma independiente y luego derrotó al mejor software de ajedrez del mundo, Stockfish. Esto conmocionó al mundo del ajedrez, ya que se creía que Stockfish era invencible; ni siquiera el campeón mundial de ajedrez podía derrotarlo. Alphazero mostró una forma emocionante y nunca antes vista de seleccionar las jugadas, por ejemplo, sacrificando piezas al comienzo de la partida sin ninguna ganancia notable a corto o mediano plazo (Bratko, 2018). AlphaZero no tiene la capacidad de búsqueda que tiene Stockfish. El debate actual es antiguo en el expertise en ajedrez: el reconocimiento de patrones (AlphaZero) frente a la búsqueda profunda (Stockfish) como procesos principales estudiados en el expertise en ajedrez.

Este debate comenzó a mediados del siglo pasado. Hoy en día, hay pruebas de que los ajedrecistas expertos basan su superioridad en el reconocimiento de patrones (Gobet & Simon, 1996). Además, algunos estudios sugieren que las diferentes áreas del cerebro que intervienen en los ajedrecistas expertos no intervienen en los jugadores novatos, y que existen diferencias en la conectividad funcional (Bilalić et al., 2012). No hay conclusiones claras sobre los mecanismos neurocognitivos relacionados con el expertise en el ajedrez.

A partir de la revisión de estudios previos en este campo, se concluye que no se han realizado estudios longitudinales sobre el desarrollo del expertise en el ajedrez; por lo tanto, existe la oportunidad de investigar los cambios conductuales y neuroanatómicos a lo largo del tiempo en los jugadores de ajedrez.

El presente estudio se centra en el reconocimiento de patrones como uno de los principales procesos cognitivos que utilizan los jugadores expertos de ajedrez para jugar. Su objetivo es evaluar la eficacia de un método de entrenamiento de ajedrez basado en el reconocimiento de patrones en jugadores novatos.

La primera sección presenta la definición de expertise, el enfoque teórico del expertise, la definición del juego del ajedrez y sus características, los primeros enfoques históricos de la pedagogía del ajedrez y el método de entrenamiento de ajedrez que se pondrá a prueba en el estudio: el método Woodpecker.

La segunda sección se centra en el expertise en ajedrez y los dos procesos cognitivos principales relacionados con los jugadores de ajedrez: el reconocimiento de patrones (un proceso de bajo nivel) y la búsqueda profunda (un proceso de alto nivel). También analiza estudios recientes sobre el expertise en ajedrez, incluyendo pruebas conductuales, neurobiológicas y de bases de datos de juegos.

La tercera sección describe el enfoque del problema, sus características, las posibles soluciones, los propósitos de la investigación, su relevancia, la pregunta de investigación, los objetivos y la hipótesis.

La cuarta sección presenta la metodología utilizada en este estudio, las características de los participantes, el diseño de la investigación, los instrumentos, los materiales, los estímulos, el análisis de datos, el procedimiento y las consideraciones éticas. Por último, en la última sección de este documento se presentan los resultados, la discusión y las conclusiones de los dos estudios realizados: Estudio 1: Exploración de las bases cognitivas del expertise en ajedrez y Estudio 2: Evaluación de la eficacia de un programa de entrenamiento de ajedrez centrado en el reconocimiento de patrones en jugadores de ajedrez novatos.

Marco teórico

En esta sección se presentan las definiciones del expertise en general y en el ámbito deportivo. Posteriormente, se presentarán tres enfoques diferentes para estudiar el expertise: conductual, neurobiológico y bases de datos de juegos.

Expertise

Aunque la traducción de la palabra expertise es: experticia tomada, a su vez, del francés, es de uso habitual en algunos países de América Latina con el significado de *'peritaje o prueba pericial* (Real Academia Española, 2025), no refleja el significado que se tiene en el campo de la adquisición de habilidades, que va más enfocado a la experiencia, se decidió usar la palabra expertise en el presente trabajo.

El expertise se ha estudiado desde diversas perspectivas. Uno de los debates más habituales es el del talento frente al entrenamiento, la naturaleza *frente a* la crianza. Aunque algunos estudios han demostrado que el talento por sí solo es insuficiente en muchos campos, se requieren años de esfuerzo dedicado para alcanzar altos niveles de habilidad (Ericsson, 2006) . El expertise es una habilidad que cualquiera puede adquirir con trabajo duro y determinación.

Definición

Hoy en día, es bien sabido que se necesita algo más que talento para alcanzar un nivel de experto en cualquier campo. En cambio, se trata de una combinación de muchos factores, por lo que definir el concepto de expertise es todo un reto, ya que es la diferencia entre simplemente realizar una tarea determinada y realizarla casi a la perfección. Para este estudio, se consideró apropiado utilizar las dos definiciones siguientes para tener una descripción clara del expertise:

1. Según Ericsson (2016), los expertos producen constantemente resultados por encima de la media (rendimiento sobresaliente).

2. Según Hoffman (2017), un experto es una persona distinguida o brillante muy apreciada por sus compañeros. Sus juicios son excepcionalmente precisos y fiables, su rendimiento muestra una habilidad consumada y una economía de esfuerzo, y pueden tratar con eficacia casos raros o difíciles (adaptativos). Un experto posee habilidades especiales o conocimientos derivados de una amplia experiencia en su ámbito.

Un enfoque teórico del Expertise

En general se adoptan diferentes enfoques para el estudio del expertise. Tres campos principales, el neurobiológico, el psicológico y el filosófico, explican el fenómeno del expertise.

El enfoque neurobiológico busca comprender los procesos subyacentes que se producen cuando un experto toma una decisión en una situación compleja dentro de un ámbito específico. Se utilizan diversas herramientas psicofisiológicas, como registros de electroencefalogramas (EEG) o resonancias magnéticas funcionales (fMRI).

El enfoque psicológico se basa en estudios conductuales, en los que se miden, entre otras cosas, los tiempos de reacción y las áreas de atención visual en experimentos específicos. Se trata de comprender el mecanismo que media el expertise en el reconocimiento de objetos, ya que parece haber ventajas perceptivas que sugieren que puede haber un cambio cualitativo en la representación de la información por parte de los expertos en comparación con los novatos (Behrmann y Ewell, 2003).

El estudio del expertise desde un punto de vista filosófico. Según el modelo propuesto por Dreyfus et al. (2008), los seres humanos adquieren una habilidad a través de instrucciones y experiencia. Este modelo comienza en el nivel más bajo, siguiendo reglas e instrucciones (el «saber que»). Por otro lado, el nivel más alto de expertise de Dreyfus se denomina «saber hacer», que se basa en la experiencia. Este nivel se alcanza tras numerosas etapas, durante las cuales la persona

desarrolla la habilidad para completar una tarea específica de manera eficiente. Dreyfus divide el proceso de adquisición de habilidades en cinco etapas a medida que la habilidad mejora: novato, principiante avanzado, competente, proficiente y experto.

Expertise en el ajedrez

Los deportes representan un campo valioso para el estudio del expertise, especialmente en la adquisición de habilidades, ya que el objetivo del alto rendimiento es desarrollar mejores métodos de entrenamiento para alcanzar la excelencia de manera más eficaz en cada deporte.

El objetivo del deporte es mantener en buena forma el estado físico y mental de las personas y, de manera competitiva, desarrollar habilidades para rendir mejor. En este sentido, los deportes implican habilidades como la fuerza, la velocidad de estímulo-respuesta, la potencia, el estado de alerta, la resistencia y la relajación, así como habilidades psicológicas y éticas como el coraje, el sacrificio, el autocontrol y la persistencia (Tenenbaum y Eklund, 2020).

El expertise en el deporte implica examinar diversos procesos, como la anticipación, la adaptación y la predicción, ya que los atletas realizan movimientos complejos. La anticipación es un factor crucial para ganar tiempo de reacción y ejecutar movimientos eficientes. El objetivo del entrenamiento es obtener una ventaja sobre el oponente, perfeccionar los patrones y conservar la energía, mejorando así el rendimiento (Correa-Mesa y Álvarez-Peña, 2016).

Los deportes físicos como el fútbol, el tenis y el fútbol americano son excelentes ejemplos de destreza motora, y los componentes motores son importantes, ya que las respuestas motoras los configuran. Por otro lado, hay deportes que se basan más en las habilidades cognitivas que en la destreza motora, como el ajedrez.

Ajedrez

Aunque en el pasado ha habido cierta controversia sobre si el ajedrez es un deporte (Puddephatt y Fine, 2013) , cumple todos los requisitos para ser considerado un deporte, como

pertenecer a una federación nacional, una federación internacional, elementos técnicos y tácticos, competición, aceleración del ritmo cardíaco y pérdida de calorías. Además, el ajedrez es muy adecuado para estudiar los procesos cognitivos subyacentes en los jugadores de ajedrez en tiempo real durante una partida, especialmente entre los jugadores expertos.

Historia

No existe un lugar ni una fecha exactos en los que naciera el ajedrez. Se dice que el ajedrez proviene de un antiguo juego llamado Chaturanga (India). En el siglo VI se extendió al mundo árabe y musulmán, y desde allí llegó a Europa a través de la España morisca. El ajedrez que conocemos hoy en día apareció en la Europa a finales del siglo XV (Kasparov, 2017). En 1924 se fundó en París la Federación Internacional de Ajedrez (FIDE) bajo el lema «Gens una sumus» (latín para «Somos una familia»). Fue una de las primeras federaciones deportivas internacionales, junto con los organismos que regulan el fútbol, el críquet, la natación y el automovilismo. En la actualidad es una de las más grandes, con 195 países afiliados a través de sus federaciones nacionales de ajedrez. El ajedrez es hoy en día un deporte verdaderamente global, con decenas de millones de jugadores en todos los continentes y más de 60 millones de partidas jugadas diariamente de media (FIDE, 2021).

Características del ajedrez

Según el manual de la FIDE (2018), la naturaleza y los objetivos del juego del ajedrez son los siguientes: El ajedrez se juega entre dos oponentes que mueven sus piezas en un tablero cuadrado llamado «tablero de ajedrez». El tablero de ajedrez consta de una cuadrícula de 8 x 8 con 64 casillas iguales, alternativamente claras (las casillas «blancas») y oscuras (las casillas «negras»). El jugador con las piezas de color claro (blancas) hace el primer movimiento, y luego los jugadores se mueven alternativamente, siendo el jugador con las piezas de color oscuro (negras) el que hace el siguiente movimiento. Se dice que un jugador «tiene el movimiento» cuando su oponente ha «hecho» su movimiento. El objetivo de cada jugador es colocar al rey del oponente «bajo ataque» para que este no tenga ningún movimiento legal. Se dice que el jugador que logra este objetivo ha «hecho jaque

mate» al rey del oponente y ha ganado la partida. No está permitido dejar al rey bajo ataque, exponerlo al ataque ni «capturar» al rey del oponente. El oponente cuyo rey ha sido puesto en jaque mate ha perdido la partida. Si la posición es tal que ninguno de los jugadores puede hacer jaque mate al rey del oponente, la partida termina en empate (FIDE, 2021).

Elo de ajedrez

El sistema de clasificación Elo es un modelo matemático basado en cálculos estadísticos derivados de las partidas que juegan entre sí. La clasificación de un jugador aumenta o disminuye en función de su rendimiento (ganar o perder), y se ajusta después de cada torneo oficial en el que participa. Este sistema fue desarrollado por el profesor Arpad Elo para reflejar con precisión la fuerza actual de todos los jugadores de ajedrez (Bueno, 2015). El sistema Elo nos permite diferenciar los niveles de habilidad de los jugadores de ajedrez, lo que es una de las razones por las que se han realizado muchos estudios de especialización en este campo.

Enseñanza del ajedrez

La pedagogía del ajedrez es todavía una materia reciente. En 1925, Emanuel Lasker, el segundo campeón mundial de ajedrez propuso uno de los primeros enfoques para la enseñanza del ajedrez en su *Manual de ajedrez*. Lasker fue el primero en recomendar un gráfico de estudio cronometrado (plan de estudio) con el que, en 200 horas, un principiante podía alcanzar un nivel de juego más alto (Kalinin, 2017). Este programa parece optimista, ya que se ha demostrado que los jugadores de ajedrez necesitan años para mejorar.

Más tarde, Alexander Kotov, campeón soviético en 1948 y prolífico escritor de libros de ajedrez, propuso un método para mejorar el cálculo en el ajedrez basado en el análisis de posiciones complicadas de partidas reales y la comparación del análisis con el de los maestros (Kotov, 2019). También sugirió leer libros de ajedrez y analizar posiciones con los ojos vendados.

Además, la Unión Soviética fue el primer país en estudiar la psicología del ajedrez. Uno de los especialistas más reconocidos en este campo es Nikolai Krogius, entrenador del antiguo campeón mundial de ajedrez Boris Spassky. Estudió diversos temas, como la atención, la intuición y la falta de tiempo en los ajedrecistas y sus procesos mentales durante la competición, que publicó en su libro *Psychology in Chess* (Krogius, 1976).

A finales del siglo pasado, muchos entrenadores y jugadores de ajedrez siguieron el método de entrenamiento propuesto por Mark Dvoretsky, quien desarrolló su sistema para preparar a los mejores jugadores de ajedrez para resolver ejercicios especiales, desarrollar las áreas de pensamiento necesarias, mejorar el dominio analítico y eliminar las debilidades de los jugadores (Kalinin, 2017).

Según la Comisión de Entrenadores de la FIDE, el estudio del ajedrez debe dividirse en tres partes: la teoría de la apertura, el medio juego y el final. Cada parte tiene diferentes métodos de entrenamiento. La mayoría de los ajedrecistas se centran más en la apertura, ya que es más fácil de aprender; deben memorizar las líneas. Los verdaderos retos son el medio juego y el final. No hay caminos claros para estudiar estos últimos. Además, mejorar en el medio juego y el final puede llevar muchos años de estudio (Dvoretsky, 2020). La mayoría de los motivos tácticos y combinaciones se producen en el medio juego. La estrategia, basada en la comprensión de la posición, es otra parte del estudio del medio juego y el final.

La aparición del software de ajedrez también ha alterado la forma de estudiar el ajedrez. En primer lugar, están los motores de ajedrez con su poder de cálculo, que pueden computar miles de variantes en segundos, y luego la «red neuronal» con su comprensión superior de las posiciones. Los jugadores ya no necesitan el análisis del maestro, ya que pueden obtenerlo de los ordenadores. Aunque se dispone de una gran cantidad de material e información para el entrenamiento, ningún método de entrenamiento mejora de forma consistente y eficaz la habilidad de un jugador. Un buen jugador de ajedrez debe esforzarse por equilibrar el exceso de confianza y el miedo, la práctica y el descanso, y en el juego en sí mismo debe emplear el pensamiento estratégico.

Un método pedagógico de ajedrez tiene como objetivo ayudar a los jugadores a alcanzar un alto nivel de habilidad de manera eficiente, ya que muchos jugadores de ajedrez pasan años entrenando sin lograr una mejora demostrable. Desgraciadamente, no existen métodos de entrenamiento de ajedrez unificados; cada entrenador profesional tiene su propio método y hay cientos de libros que prometen alcanzar altos niveles de habilidad en poco tiempo, pero en realidad se pueden necesitar muchos años para convertirse en un jugador de ajedrez experto y, lo que es peor, la mayoría de los jugadores nunca llegan a ser maestros por mucho que lo intenten. No obstante, una nueva propuesta de entrenamiento basada en la teoría del reconocimiento de patrones, el método Woodpecker, podría ser eficaz, y es el método que se utilizará en el presente trabajo.

Método Woodpecker

Los grandes maestros Smith y Tikkanen realizaron un estudio en 2016 (Smith y Tikkanen, 2018) en el campeonato de Suecia y descubrieron que la principal razón de las derrotas eran los errores tácticos en todos los niveles de habilidad:

Tabla 1 . Nivel de habilidad y porcentaje de errores tácticos

Elo de los jugadores	Errores tácticos
>2400	42
2201-2400	44
2001-2200	63
1800-2000	72

La tabla 1 muestra que el porcentaje de pérdidas debidas a errores tácticos aumenta cuando disminuye el nivel de habilidad. Entre los diferentes motivos tácticos se incluyen el doble ataque, la clavada, la pieza sobrecargada, la desviación, la eliminación del defensor, el sacrificio y la interferencia. Estos motivos tácticos se dan con mucha frecuencia en las partidas; en otras palabras, son patrones de ajedrez. Por eso se propuso un método de entrenamiento basado en el reconocimiento de patrones de diferentes motivos tácticos, al que llamaron Woodpecker; este método consta de 1128 posiciones de ajedrez divididas en tres niveles de dificultad diferentes: fácil, intermedio y avanzado, y consta de cinco pasos:

Paso 1) Ciclo 1: Resolver una serie de ejercicios durante aproximadamente cuatro semanas.

Paso 2) Descansar al menos al día siguiente.

Paso 3) Ciclo 2: Resolver el mismo conjunto, pero en dos semanas.

Paso 4) Repetir los pasos 2 y 3, completando cada ciclo en la mitad de los días (redondeando al alza cuando sea necesario).

Paso 5) El método está completo.

Aunque el Woodpecker solo necesita unos tres meses para completarlo, este tiempo parece ser suficiente para mostrar resultados; por ejemplo, hay algunos entrenamientos cognitivos que han demostrado su eficacia en la mejora de la función cognitiva de los adultos mayores después de tres meses, lo que se reflejó en una conectividad local funcional más integrada (Deng et al., 2019) . En otro estudio, tras cuatro meses de entrenamiento cognitivo, estos cambios funcionales se reflejaron en los registros de EEG, que mostraron efectos ERP, especialmente en el componente P3 (Gajewski & Falkenstein, 2018) .

Existe un fuerte vínculo entre la pedagogía del ajedrez y el estudio del expertise, ya que el entrenamiento en ajedrez tiene como objetivo alcanzar un mayor nivel de habilidad, y el estudio del

expertise busca casi lo mismo. En esta sección se presenta el método de entrenamiento de ajedrez Woodpecker, que se utilizó como método de entrenamiento de reconocimiento de patrones en el estudio; esto se explicará con más detalle en la sección Método.

Expertise en el ajedrez

Esta sección tiene como objetivo exponer los dos procesos cognitivos principales que los jugadores de ajedrez llevan a cabo durante una partida, según lo identificado por diferentes investigadores: el reconocimiento de patrones (un proceso de bajo nivel) y la búsqueda profunda (un proceso de alto nivel). Las siguientes líneas describen cada perspectiva y sus principios fundamentales.

El estudio del expertise comenzó con Adrian de Groot en 1946, cuando los ajedrecistas (Groot, 1946) se preguntaron: «¿Qué hace que un ajedrecista sea un experto?». La respuesta fue su capacidad para calcular en profundidad (proceso cognitivo de alto nivel) o reconocer patrones (proceso cognitivo de bajo nivel). Hoy en día, este debate continúa entre la búsqueda profunda y el reconocimiento de patrones.

Reconocimiento de patrones (proceso de bajo nivel)

El reconocimiento de patrones en el ajedrez es un proceso que implica la percepción y la memorización a través de muchos años de experiencia. Es decir, la memorización de miles de posiciones de ajedrez, de modo que cuando el jugador de ajedrez percibe un patrón familiar en el tablero, automáticamente sabe cuál es la mejor jugada; de esa manera, el jugador no necesita calcular la mejor continuación.

Adrian de Groot realizó uno de los primeros estudios sobre el expertise y es uno de los más citados en psicología (De Groot, 1946, 2016). Realizó experimentos con jugadores de ajedrez de diferentes niveles de habilidad. La primera hipótesis de De Groot era que los jugadores expertos basaban sus acciones en una búsqueda profunda superior de posibles jugadas (calculando las jugadas

por adelantado). Comparó los niveles de búsqueda profunda en diversas posiciones de ajedrez entre jugadores de diferentes niveles de habilidad; sin embargo, no encontró diferencias significativas.

Además, De Groot llevó a cabo otro experimento, mostrando una posición real de ajedrez en el tablero (una posición de juego con aproximadamente 15-23 piezas en el tablero) durante 5 segundos. A continuación, pidió que se reprodujera la misma posición memorizada en otro tablero. Fue en este experimento donde encontró diferencias significativas. Los jugadores de ajedrez expertos reprodujeron la posición con una precisión de casi el 100 %. Los jugadores menos hábiles cometieron muchos errores al reproducir la posición y tardaron más tiempo que los expertos. De Groot concluyó que los jugadores de ajedrez expertos basan su superioridad en el reconocimiento de patrones; en otras palabras, aprendieron estructuras a lo largo de años de entrenamiento que les permiten seleccionar rápidamente la mejor jugada, a diferencia de los jugadores menos hábiles.

Además, Simon y Chase (1973) replicaron el experimento de De Groot, confirmando el reconocimiento de patrones como el proceso principal de los jugadores expertos. Adicionalmente, descubrieron que los jugadores expertos de ajedrez colocan las piezas en grupos, mientras que los menos expertos las colocan una por una. A estos grupos de piezas los llamaron «chunks». Esta evidencia indica que los jugadores de ajedrez codifican la mayor parte de su conocimiento en la memoria a largo plazo en chunks, es decir, unidades perceptivas que deben tratarse como un todo. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre los expertos y los principiantes cuando establecieron una posición de ajedrez aleatoria (no real); ambos grupos reconstruyeron las posiciones con muchos errores. Estos resultados argumentaban que los jugadores expertos solo mostraban superioridad al recordar posiciones típicas y significativas, en lugar de reconstruir posiciones de ajedrez aleatorias.

Un estudio realizado con el ex campeón mundial de ajedrez Garry Kasparov respaldó la idea de que el reconocimiento de patrones es el proceso principal en los jugadores expertos de ajedrez (Gobet y Simon, 1996) . Kasparov jugó contra ocho jugadores expertos de en partidas simultáneas,

con solo 30 segundos por movimiento. No tenía tiempo suficiente para analizar con antelación (búsqueda profunda), por lo que tuvo que confiar únicamente en su rápido reconocimiento de patrones. Su rendimiento apenas se vio afectado por el breve tiempo que tuvo para tomar decisiones.

Krivec et al. (2021) descubrieron que el tamaño y el número de chunks procedimentales recordados influían significativamente en la capacidad de la memoria a corto plazo. Los participantes con conocimientos más especializados eran capaces de procesar la información más rápidamente y gestionar chunks de datos procedimentales más grandes en comparación con los que tenían menos expertise. Los resultados pusieron de relieve que tanto el nivel de expertise como el orden en que se recupera la información desempeñan un papel crucial a la hora de determinar el número de chunks procedimentales que se retienen en la memoria a corto plazo. Estos hallazgos sugieren que el conocimiento específico del dominio dirige la atención hacia las áreas relevantes del tablero (de Groot, 1946, 2016). Los procesos de codificación rápida mejorados de los expertos se basan, al menos en parte, en representaciones memorizadas de configuraciones de ajedrez (o chunks), más que en información conceptual (Reingold y Sheridan, 2023).

Smith et al. (2021) exploraron las características de la memoria de trabajo visoespacial en jugadores de ajedrez novatos y expertos. Sus hallazgos revelaron que los expertos en ajedrez codifican automáticamente la información espacial-relacional para procesar los estímulos, lo que da lugar a una mayor capacidad cuando se altera la configuración espacial general de los estímulos. Sin embargo, esta ventaja no se observó en condiciones en las que no se mostraba el tablero de ajedrez, lo que indica que la estructura del tablero puede ser esencial para que los expertos en ajedrez activen eficazmente sus procesos de memoria automatizados relacionados con el ajedrez. Además, los investigadores descubrieron que los jugadores novatos mostraban solo un conocimiento semántico mínimo, insuficiente para crear un efecto de relevancia significativo en esta tarea.

Este resultado puede indicar que el reconocimiento de patrones es el proceso principal en el que se basan los jugadores expertos de ajedrez. Estos resultados son coherentes con los modelos de

reconocimiento de patrones. Todas estas pruebas respaldan el reconocimiento de patrones como una de las hipótesis más aceptadas en el expertise en el ajedrez, aunque existe una postura diferente, conocida como búsqueda profunda.

Teoría computacional de la función del hipocampo

Se propone que un jugador experto de ajedrez puede almacenar 50 000 chunks de ajedrez a lo largo de su vida (Simon y Chase, 1973), y esta magnitud es comparable al vocabulario en lenguaje natural de las personas con estudios universitarios, pero ¿cómo funciona el proceso de memorización y recuperación de los diferentes patrones de ajedrez? Una de las teorías que pueden explicar el proceso de reconocimiento de patrones es la teoría computacional de la función del hipocampo y las predicciones sobre las diferentes subregiones CA3, CA1 y giro dentado (Rolls y Kessner, 2006; Rolls, 2013), en las que las neuronas CA3 funcionan como una memoria de auto asociación para almacenar recuerdos episódicos. Baxter y Murray (2001) estudiaron los efectos de las lesiones. Descubrieron que el hipocampo estaba involucrado en la memoria espacial, de objetos-lugares y de secuencias temporales de objetos, y que la corteza perirrenal está implicada en el reconocimiento de la memoria. Otra prueba es el efecto del daño en el hipocampo de los monos sobre el fórnix, que produce déficits en el aprendizaje de la localización de objetos; estos presentaban deficiencias en las tareas de memoria de objetos (Buckley y Gaffan, 2000).

La hipótesis es que el hipocampo apoya la formación de recuerdos semánticos al recordar información sobre eventos episódicos, por lo que el hipocampo y el neocórtex serían sistemas de memoria complementarios. La función del hipocampo sería el almacenamiento no estructurado de información de diferentes áreas del neocórtex, mientras que el neocórtex construiría la representación semántica. El significado de la memoria episódica no estructurada, en la que interviene el hipocampo, es que la información se almacena como una asociación entre representaciones como la ubicación espacial, los objetos y la posición en una secuencia temporal (Kesner y Rolls, 2015). Esta teoría afirma que la información puede recuperarse dentro del hipocampo, y que esta información podría

permitir que la actividad en las áreas neocorticales que estaban presentes durante el almacenamiento original del evento episódico se restableciera a través de retroproyecciones hipocampales-neocorticales (Figura 1). Conexiones directas (líneas continuas) desde áreas de la neocorteza cerebral de asociación a través del giro parahipocampal y la corteza perirrenal, y la corteza entorrinal al hipocampo; y retroproyecciones (líneas discontinuas) a través de las células piramidales CA1 del hipocampo, el subículo y el giro parahipocampal a la neocorteza (Kesner y Rolls, 2015).

Este modelo podría explicar el proceso de reconocimiento de patrones. Cuando el jugador de ajedrez ve un patrón de ajedrez por primera vez, la posición del ajedrez se almacena y se recupera cuando el jugador percibe un patrón similar en el tablero.

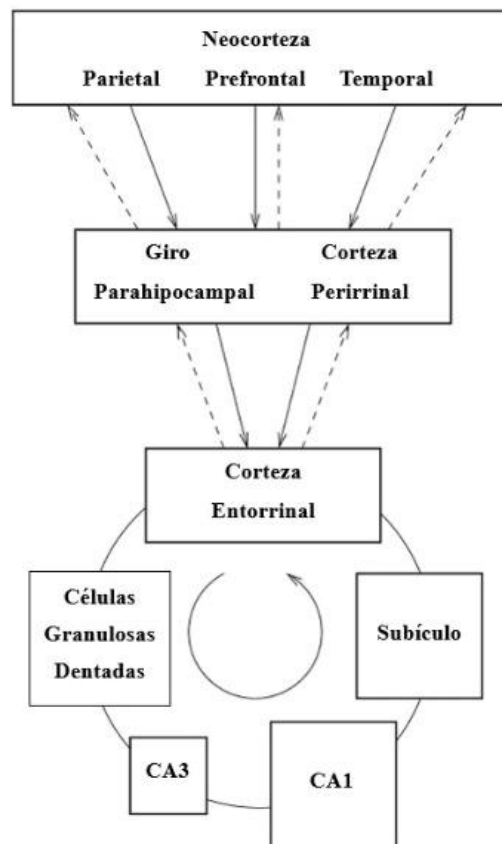


Figura 1 . Funciones a nivel de sistemas del hipocampo y la neocorteza. Adaptado de «Funciones a nivel de sistemas del hipocampo», Kesner, E.T. Rolls / Neuroscience and Biobehavioral Reviews 48 (2015) 92-147.

Reconocimiento visual de objetos en expertos

La percepción en el ajedrez desempeña un papel fundamental en la teoría del reconocimiento de patrones. Algunos estudios han explorado los mecanismos subyacentes en la búsqueda visual humana y han descubierto que los expertos pueden detectar patrones específicos de un dominio más rápidamente que los novatos (Saariluoma, 1985) . Estos hallazgos sugieren que el conocimiento específico de un dominio dirige la atención hacia puntos potencialmente relevantes (De Groot et al., 2016).

Los expertos invierten miles de horas de práctica y trabajo duro para alcanzar un alto nivel de competencia en sus campos, lo que debe reflejarse en cambios neuronales. Las neuroimágenes han permitido estudiar los correlatos neuronales de la percepción experta, en particular mediante la resonancia magnética funcional (fMRI). De hecho, un estudio de fMRI descubrió que el giro fusiforme se activa con estímulos faciales presentados visualmente (Kanwisher et al., 1997) , concretamente el área fusiforme facial (FFA).

Más tarde, otro estudio demostró que el FFA también responde a objetos que no son rostros (Sunday y Gauthier, 2017), lo que sugiere que la FFA es una región que responde al dominio de los objetos con los que una persona tiene mucha experiencia. También hay pruebas de que las áreas relacionadas con el reconocimiento de objetos, como la vía dorsal, el área temporal posterior bilateral y el parietal inferior izquierdo, intervienen en el rendimiento experto (Bilalić, 2017). Encontraron pruebas de que el rendimiento superior de los expertos estaba asociado con las áreas a lo largo de la vía dorsal. Los surcos colaterales bilaterales y la corteza retrosplenial bilateral también eran más sensibles a las posiciones reales que a las aleatorias entre los expertos, lo que indica su participación en el reconocimiento de patrones.

Búsqueda profunda (proceso de alto nivel)

Algunos investigadores afirman que la capacidad de cálculo es el proceso más esencial que convierte a un jugador de ajedrez en un experto. Este proceso mental requiere una búsqueda profunda (búsqueda hacia adelante) de todas las ramas posibles del árbol y una evaluación cuidadosa para seleccionar solo la mejor continuación para la partida en curso.

El cálculo es el análisis detallado y la evaluación de los diferentes movimientos que realiza el jugador de ajedrez; esto requiere una buena visualización, principalmente porque la posición cambia en cada movimiento imaginado (Charness, 1981) . Para algunos investigadores, el cálculo está relacionado con el nivel de habilidad ajedrecística del jugador: cuanto más profunda y eficiente sea la evaluación que el jugador pueda realizar a través del árbol de búsqueda, mejor se considerará al jugador de ajedrez.

Dennis Holding (1992) es uno de los investigadores que apoya la idea de que el proceso cognitivo de búsqueda profunda es más importante que el proceso de reconocimiento de patrones. Argumentó que había errores en el experimento de De Groot, en particular en el análisis estadístico del paradigma de búsqueda, lo que llevó a considerar el reconocimiento de patrones como el proceso cognitivo principal que utilizan los expertos en ajedrez en comparación con los jugadores menos hábiles. Además, Holding descubrió que los expertos en ajedrez basan su superioridad en su capacidad para realizar búsquedas profundas y hacer evaluaciones más precisas de las posiciones. En su experimento, Holding mostró posiciones de ajedrez y los jugadores tenían que calcular mentalmente las mejores continuaciones posibles. Descubrió que los mejores jugadores de ajedrez calculaban más profundamente en el árbol de búsqueda que los menos hábiles.

Además, un estudio en el que participó un gran grupo de jugadores de ajedrez descubrió que los jugadores expertos examinaban muchas más jugadas potenciales que los jugadores más débiles. El número máximo de jugadas por delante estaba relacionado con su clasificación. Por ejemplo, un jugador con una clasificación Elo de 2200 calculaba unas 12 jugadas por delante (profundidad),

mientras que los que tenían una clasificación de 1200 solo calculaban tres jugadas de profundidad (Charness, 1981).

Muchos estudios que apoyan la búsqueda profunda como el proceso más relevante en los jugadores de ajedrez expertos han evaluado diversos procesos cognitivos, entre ellos las habilidades de planificación, la flexibilidad cognitiva (Unterrainer et al., 2011), la memoria a corto plazo y las habilidades visoespaciales, entre otros (Hänggi et al., 2014) .

Ambas perspectivas, el reconocimiento de patrones y la búsqueda profunda, afirman ser los procesos cognitivos más significativos que utiliza un jugador de ajedrez experto. Por otro lado, Alexander Linhares et al. (2012) afirman que no existe una solución clara al debate sobre la importancia de los procesos perceptivos (reconocimiento de patrones) frente al pensamiento abstracto (búsqueda hacia adelante), ya que sus experimentos demostraron un alto grado de entrelazamiento entre la percepción y el razonamiento. Hoy en día, este debate sigue vigente.

Aunque hay pruebas que respaldan tanto el reconocimiento de patrones como la búsqueda hacia adelante, nuestra hipótesis es que el reconocimiento de patrones tiene un papel principal en los jugadores expertos de ajedrez, ya que es bien sabido que los jugadores expertos eligen rápidamente los mejores movimientos (Gobet & Simon, 1996) . El presente estudio tiene como objetivo respaldar experimentalmente la hipótesis de que el reconocimiento de patrones es el proceso principal en los jugadores expertos de ajedrez. En las siguientes secciones, se presentarán tres pruebas de la investigación sobre el expertise en ajedrez: pruebas conductuales, pruebas neurobiológicas y pruebas de bases de datos de partidas, centradas principalmente en el reconocimiento de patrones.

Evidencia conductual del expertise en ajedrez

La teoría de chunks se menciona en muchos enfoques conductuales de los estudios sobre el expertise, especialmente en el contexto de los jugadores expertos de ajedrez. Recientemente, se ha debatido el papel de los patrones perceptivos (chunks) y las relaciones semánticas abstractas que

median la codificación de las posiciones de ajedrez para jugadores de distintos niveles de habilidad. Otro debate en curso se refiere a si los seres humanos juegan mediante el reconocimiento de patrones, la búsqueda hacia adelante o qué procesos «dominan» a los demás (Chabris y Hearst, 2005).

Han pasado más de 70 años desde que Adrian de Groot propuso su teoría del reconocimiento de patrones. Algunos autores sostienen que los mecanismos cognitivos que subyacen al juego de los grandes maestros de ajedrez han cambiado desde que se han producido numerosas modificaciones en el contexto del ajedrez, especialmente en lo que respecta al uso de ordenadores en el entrenamiento y el juego. El experimento de búsqueda de De Groot se replicó para determinar si el reconocimiento de patrones sigue prevaleciendo como el proceso principal que emplean hoy en día los jugadores expertos (Connors et al., 2011). Descubrieron que los jugadores con un Elo más alto reconstruían sus posiciones más rápidamente que los que tenían un Elo más bajo. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la búsqueda profunda entre jugadores de diferentes niveles.

Otro estudio llevó a cabo una variación diferente del experimento de Simon y Chase (1973) para determinar la importancia de los procesos perceptivos (es decir, el reconocimiento de patrones) y el pensamiento abstracto (es decir, la búsqueda hacia adelante; Linhares et al., 2012). Como se mencionó anteriormente, la conclusión fue que no hay una solución clara a este debate, ya que los resultados demostraron un alto grado de entrelazamiento entre la percepción y el razonamiento.

El papel de los chunks (grupos de piezas de ajedrez que se recuerdan en rápida sucesión durante la recuperación de posiciones de ajedrez; Gong et al., 2015) se ha estudiado durante más de 50 años. Aunque muchos estudios han examinado cómo los expertos adquieren chunks más grandes a través de años de experiencia, ningún estudio longitudinal ha examinado los cambios en el tamaño de los chunks a través de los métodos de entrenamiento de los jugadores de ajedrez. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de un método de entrenamiento de reconocimiento de patrones en la mejora del rendimiento de los jugadores novatos.

Evidencia neurobiológica del expertise en ajedrez

fMRI

En este campo, existen diferentes puntos de vista sobre el expertise, y algunos de ellos tratan de comprender el proceso subyacente que se produce cuando un experto resuelve una situación compleja, utilizando la resonancia magnética funcional. Un estudio anterior examinó los procesos cognitivos relacionados con el reconocimiento de objetos, sus relaciones y los patrones que forman utilizando el juego del ajedrez (Bilalić et al., 2012). Mediante el uso de la resonancia magnética funcional en el análisis cerebral, encontraron pruebas que asociaban el rendimiento superior de los expertos con áreas a lo largo de la corriente dorsal, áreas temporales posteriores bilaterales y el lóbulo parietal inferior izquierdo, todas ellas relacionadas con el reconocimiento de objetos. Los surcos colaterales bilaterales y la corteza retrosplenial bilateral también eran más sensibles a las posiciones reales que a las aleatorias entre los expertos, lo que indica su participación en el reconocimiento de patrones. El patrón de activaciones sugiere que los expertos utilizan las mismas regiones que los novatos, pero también utilizan regiones nuevas adicionales. Como etapa final del desarrollo, el procesamiento de los expertos es cualitativamente diferente del procesamiento de los novatos.

Otro estudio descubrió que los expertos en ajedrez muestran una mayor conectividad funcional en comparación con los jugadores menos hábiles en las áreas del tálamo, basal, hipocampo, parietal y temporal. Este sugiere la influencia del expertise en las redes de conectividad intrínsecas asociadas con el aprendizaje y la memoria (Duan et al., 2014), lo que probablemente esté relacionado con el procesamiento del reconocimiento de patrones.

EEG

El electroencefalograma (EEG) es una medida única y valiosa de la actividad eléctrica del cerebro. Se trata de la diferencia de voltaje entre dos puntos del cerebro registrada a lo largo del tiempo (Tatum, 2021) . La electroencefalografía (EEG) consiste en registrar las señales eléctricas

generadas por el cerebro. El EEG proporciona un amplio estudio de la actividad electro cerebral en ambos hemisferios cerebrales. El EEG se ha utilizado para estudiar los procesos cognitivos del cerebro y es una herramienta excelente para controlar y supervisar la carga de trabajo de los ajedrecistas (Fuentes et al., 2018) .

En el estudio realizado por Villafaina et al. (2019), se compararon los patrones de actividad eléctrica de los jugadores en dos situaciones diferentes bajo presión de tiempo: partidas con 15 minutos para jugar (rápidas) y partidas con 1 minuto para jugar (bullet). Los resultados indicaron que solo se activaban patrones diferentes entre las partidas rápidas y las partidas relámpago. Encontraron aumentos en la banda theta en el grupo de jugadores expertos en las regiones posteriores; esto podría significar que esta banda puede estar relacionada con los patrones de recuerdo.

También hay pruebas de que los ajedrecistas expertos manifiestan diferencias en la banda alfa en la zona occipital sobre los electrodos O1 y O2 cuando resuelven problemas de ajedrez. En un estudio reciente con EEG en ajedrecistas (Villafaina et al., 2021), se analizó el espectro de potencia en el rendimiento entre jugadores expertos y principiantes, y la tarea consistía en resolver problemas de ajedrez fáciles y complejos; no encontraron diferencias significativas entre los grupos en las bandas de frecuencia, pero sí encontraron diferencias significativas en el grupo de jugadores expertos de ajedrez entre la resolución de problemas fáciles y complejos cuando resolvían los difíciles, la actividad alfa disminuía en comparación con la resolución de problemas fáciles. Los jugadores de ajedrez de alto nivel muestran espectros de potencia alfa del EEG más bajos y una modulación autónoma reducida durante los finales de ajedrez complejos que durante los fáciles. Estas respuestas neurofisiológicas no se observaron en los jugadores de bajo rendimiento, lo que podría sugerir que los jugadores de ajedrez de alto nivel adaptan su respuesta neurofisiológica a la demanda de la tarea.

Como podemos ver, los jugadores de ajedrez expertos tienen diferentes áreas cerebrales involucradas en comparación con los jugadores novatos, y la conectividad funcional aumenta en los jugadores expertos en comparación con los novatos. Sin embargo, ningún estudio ha seguido los

cambios en las áreas anatómicas del cerebro y la conectividad funcional a lo largo del tiempo en los jugadores de ajedrez debido al aumento del tamaño de los chunks.

Evidencia del expertise en ajedrez en bases de datos de partidas

Una de las principales razones por las que es beneficioso estudiar el expertise en grandes bases de datos de partidas es que estas contienen millones de partidas almacenadas a lo largo de los años; estas grandes bases de datos contienen incluso partidas del siglo XVI. Muchos estudios de bases de datos de partidas abarcan diversos temas, entre ellos las curvas de aprendizaje de los jugadores de ajedrez, las funciones que intentan explicarlas y los tiempos de movimiento relacionados con la el expertise de los jugadores de ajedrez, entre otros.

Las teorías del expertise basadas en la adquisición de chunks sugieren una organización geométrica diferencial de la percepción entre expertos y novatos. Un estudio investigó las diferencias espaciales entre movimientos consecutivos en el tablero de ajedrez, comparando a expertos con novatos (Leone et al., 2014) utilizando bases de datos de partidas. Leone y sus colegas descubrieron que los jugadores menos hábiles tienden a producir movimientos consecutivos en lugares cercanos del tablero; a menudo mueven la misma pieza e intercambian piezas más rápidamente, quizás para reducir el esfuerzo mental y la carga cognitiva.

Las bases de datos de partidas pueden ayudar a los investigadores a estudiar los procesos de aprendizaje de los jugadores de ajedrez. Por ejemplo, Gaschler et al. (2014) exploraron una curva de aprendizaje exponencial negativa frente a una función de potencia para analizar cuál podía explicar mejor el rendimiento en el ajedrez basándose en la clasificación y los resultados de los torneos en un estudio longitudinal de 1368 jugadores de ajedrez alemanes. Argumentaron que la función exponencial negativa era mejor que la función de potencia para predecir el comportamiento de la clasificación en el ajedrez a lo largo de años de práctica.

In summary, the reviewed literature from behavioral, cognitive, and empirical evidence of chess expertise highlights pattern recognition as a central mechanism in the development of chess

En resumen, la bibliografía revisada acerca de las evidencias conductuales, cognitivas y empíricas del expertise en ajedrez destacan el reconocimiento de patrones como un mecanismo central en el desarrollo del expertise en el ajedrez. Las pruebas muestran de forma sistemática que los jugadores expertos se diferencian de los novatos no solo en la cantidad de conocimientos adquiridos, sino en la organización y recuperación de configuraciones significativas (chunks o patrones) que guían la percepción, la toma de decisiones y la planificación estratégica. Sin embargo, a pesar del consenso teórico sobre su importancia, el proceso por el que se adquiere y refuerza el reconocimiento de patrones a través del entrenamiento sigue sin entenderse suficientemente.

Esta situación subraya la necesidad de estudios empíricos que evalúen métodos de entrenamiento estructurados diseñados para mejorar el reconocimiento de patrones y comprueben sus efectos sobre el rendimiento y el cambio cognitivo. Por lo tanto, la presente investigación se basa en este fundamento teórico y propone la implementación y evaluación de un enfoque de entrenamiento basado en patrones (método Woodpecker) para avanzar tanto en la comprensión científica como en la aplicación práctica del desarrollo del expertise en el ajedrez.

Problema de investigación

En esta sección se describe el enfoque del problema, sus características, las posibles soluciones, los objetivos de la investigación, la relevancia del estudio, la pregunta de investigación, los objetivos y la hipótesis.

A pesar de décadas de investigación sobre el expertise en el ajedrez, la mayoría de los estudios se han centrado en describir las características cognitivas que diferencian a los expertos de los novatos, en lugar de comprender cómo se desarrolla el expertise a través de métodos de entrenamiento específicos y medibles. Si bien el reconocimiento de patrones y la agrupación se han identificado sistemáticamente como mecanismos fundamentales que subyacen al rendimiento de los expertos, la validación empírica de los enfoques de entrenamiento que fomentan intencionadamente estos procesos sigue siendo escasa.

En la actualidad, muchos programas de entrenamiento de ajedrez se basan en la intuición, la tradición o la evidencia anecdótica, en lugar de en una evaluación sistemática basada en datos. La proliferación de materiales y estrategias disponibles para jugadores de diferentes niveles de habilidad no ha ido acompañada de pruebas claras sobre su eficacia o las habilidades cognitivas específicas que mejoran. En consecuencia, existe una brecha teórica y metodológica en la comprensión de cómo el entrenamiento estructurado basado en la repetición de patrones contribuye al desarrollo del expertise.

Desde un punto de vista metodológico, pocos estudios han adoptado diseños experimentales capaces de evaluar objetivamente el impacto conductual y cognitivo de paradigmas específicos de entrenamiento de ajedrez. La falta de procedimientos estandarizados limita la replicabilidad y comparabilidad de los resultados, lo que restringe el avance del conocimiento acumulativo en la psicología del expertise.

A nivel aplicado, esta brecha se traduce en la ausencia de herramientas pedagógicas validadas que puedan utilizarse en escuelas, clubes de ajedrez o centros de entrenamiento para apoyar la

enseñanza basada en la evidencia. El desarrollo y la prueba de un método de entrenamiento estructurado, como el enfoque Woodpecker, representa una oportunidad única para salvar la brecha entre la teoría cognitiva y la práctica educativa.

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo abordar estas limitaciones mediante la evaluación empírica, en primer lugar, de las bases cognitivas del expertise en jugadores de ajedrez novatos y, en segundo lugar, de los efectos de un método de entrenamiento basado en el reconocimiento de patrones sobre los indicadores conductuales y cognitivos del expertise en jugadores de ajedrez novatos. Este enfoque pretende contribuir simultáneamente a (a) las bases cognitivas del expertise, (b) la comprensión teórica de los procesos de adquisición de habilidades, (c) la estandarización metodológica de la evaluación del entrenamiento en ajedrez y (d) el desarrollo aplicado de herramientas pedagógicas basadas en la evidencia para la mejora cognitiva y del rendimiento.

Existen pruebas de que los jugadores de ajedrez expertos basan su superioridad en el reconocimiento de patrones. Sin embargo, no hay estudios que exploren los cambios de conductuales en los jugadores de ajedrez a lo largo del tiempo. A partir de la revisión de estudios previos en este campo, no se encontraron estudios longitudinales sobre el desarrollo del expertise en el ajedrez.

Pregunta de investigación

1. ¿Cuáles son las bases cognitivas del expertise en los ajedrecistas novatos?
2. ¿Cuáles son los cambios conductuales y/o cognitivos relacionados con el expertise en ajedrez en jugadores novatos que utilizan un enfoque pedagógico durante algunos ciclos de entrenamiento basados en la teoría de los chunks (es decir, la memorización y el reconocimiento de patrones)?

Objetivos

Objetivo general

1. Identificar los factores cognitivos asociados al rendimiento en el ajedrez de los jugadores novatos.
2. Explorar los cambios conductuales y cognitivos relacionados con el expertise en ajedrez en jugadores novatos basados en el entrenamiento de la teoría de los chunks (es decir, memorización y reconocimiento de patrones).

Objetivos específicos

1. Identificar los predictores del nivel de habilidad (clasificación Elo) en jugadores de ajedrez aficionados.
2. Implementar un método de entrenamiento basado en el reconocimiento de patrones (método Woodpecker) en un grupo de practicantes de ajedrez novatos.
3. Evaluar los cambios conductuales y cognitivos relacionados con el expertise en ajedrez resultantes del entrenamiento basado en el reconocimiento de patrones (Woodpecker).
4. Determinar si el entrenamiento basado en el reconocimiento de patrones en los jugadores de ajedrez podría mejorar sus habilidades y capacidades.

Justificación

Aunque se han propuesto diversos enfoques pedagógicos y de entrenamiento para la enseñanza del ajedrez, la mayoría de ellos carecen de validación empírica en cuanto a su eficacia para desarrollar el expertise y sus mecanismos neurocognitivos subyacentes. Esta laguna limita la integración de métodos basados en la evidencia en la enseñanza del ajedrez e impide comprender cómo las estrategias de entrenamiento específicas contribuyen al desarrollo cognitivo y a la adquisición del expertise.

El presente estudio aborda esta limitación, en primer lugar, identificando los factores cognitivos (reconocimiento de patrones, memoria visoespacial) asociados al rendimiento en el ajedrez en jugadores novatos y, en segundo lugar, implementando y evaluando un método de entrenamiento con base empírica, el Método Woodpecker, que se basa en el reconocimiento de patrones y la teoría de chunks, dos mecanismos fundamentales en el desarrollo del expertise en ajedrez. De este modo, esta investigación contribuye a la comprensión científica de la adquisición de conocimientos especializados desde la perspectiva de la psicología cognitiva, ofreciendo datos empíricos que pueden aclarar cómo la repetición estructurada y el aprendizaje basado en patrones facilitan la transición del rendimiento de principiante al de experto.

Desde una perspectiva metodológica, el estudio propone un paradigma experimental que utiliza posiciones de ajedrez reales y aleatorias para evaluar objetivamente los procesos de reconocimiento de patrones. Este diseño no solo garantiza la validez interna en la evaluación del método Woodpecker, sino que también proporciona un marco experimental replicable que puede ser adaptado por otros investigadores en psicología cognitiva y educativa para explorar los mecanismos perceptivos y basados en la memoria en el aprendizaje de habilidades.

En términos de valor aplicado, se espera que los resultados sirvan de base para el desarrollo de herramientas pedagógicas para la enseñanza del ajedrez en diferentes contextos educativos, por ejemplo, escuelas, clubes de ajedrez y centros de alto rendimiento, promoviendo prácticas docentes basadas en la evidencia que mejoren tanto el rendimiento como las capacidades cognitivas. Además, al respaldar el papel del reconocimiento de patrones como proceso cognitivo central en el expertise, este estudio también puede contribuir a debates más amplios en neurociencia educativa, proporcionando conocimientos aplicables a otros ámbitos del aprendizaje que dependen del procesamiento de patrones complejos.

Por último, a nivel social, esta investigación se alinea con iniciativas que utilizan el ajedrez como recurso educativo para fomentar el pensamiento crítico, la concentración y la capacidad de resolución

de problemas entre niños y adolescentes, así como también como método para apoyar la rehabilitación en pacientes que han tenido daño cerebral (Singh, 2023). La validación de un método de entrenamiento eficaz, accesible y respaldado empíricamente podría, por lo tanto, tener un impacto tangible en los programas educativos y las iniciativas comunitarias destinadas al desarrollo cognitivo y personal a través de la práctica del ajedrez.

Hipótesis

1. El nivel de expertise de los principiantes se predice en gran medida por su capacidad para codificar rápidamente y recordar con precisión configuraciones reales de ajedrez (es decir, habilidades de reconocimiento de patrones), más que por sus habilidades de búsqueda profunda.
2. Un método de entrenamiento de ajedrez basado en el reconocimiento de patrones mejora el rendimiento de los jugadores de ajedrez en la reconstrucción de posiciones de ajedrez.

Predicciones

1. El rendimiento en una tarea de reconocimiento de patrones será un indicador más fiable del nivel de expertise de los principiantes en el ajedrez que las medidas de flexibilidad cognitiva, capacidad de memoria de trabajo, planificación y rotación mental.
2. Si el método Woodpecker mejora el rendimiento de los jugadores de ajedrez, estos mostrarán una mejora estadísticamente significativa en la precisión y la velocidad (tiempos de reconstrucción más cortos) entre las pruebas previas y posteriores, específicamente para patrones de juego reales, con poca o ninguna mejora para los patrones aleatorios. El grupo experimental mostrará una mejora significativamente mayor que el grupo control que recibe únicamente entrenamiento en cálculo profundo.

Estudio 1: Exploración de las bases cognitivas del expertise en ajedrez

Objetivo

El objetivo de este estudio fue investigar los factores cognitivos asociados al rendimiento en el ajedrez de los jugadores novatos, centrándose específicamente en aspectos como el reconocimiento de patrones, la memoria de trabajo y la capacidad de búsqueda profunda. El estudio busca comprender cómo estas habilidades cognitivas influyen en el rendimiento en el ajedrez e identificar los predictores del nivel de habilidad (clasificación Elo) en los jugadores de ajedrez aficionados. En última instancia, la investigación destaca la importancia del reconocimiento de patrones como una habilidad cognitiva fundamental en el desarrollo temprano del expertise en el ajedrez, abogando por su integración en los programas de entrenamiento.

Método

Participantes

Para este estudio, los participantes fueron estudiantes de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) que practican ajedrez. Para determinar el tamaño de la muestra necesaria, se realizó un análisis de potencia a priori utilizando G*Power 3.1 (Faul y Erdfelder, 2009). Dado que uno de los objetivos del estudio era explorar la relación entre dos variables continuas, se eligió una prueba de correlación. Se aplicó un enfoque unilateral, estableciendo el nivel de significación en $\alpha = 0.05$ y con el objetivo de alcanzar una potencia estadística de 0.80, que son los valores de referencia típicos en la investigación conductual. Se seleccionó un tamaño del efecto previsto de 0.35, lo que significa un efecto moderado según las directrices de Cohen. Este tamaño del efecto se basó en estudios anteriores que reportaron valores similares en contextos relacionados con las variables investigadas. El análisis de potencia reveló que era necesario un mínimo de 46 participantes. Finalmente, se reclutaron 51 participantes para el estudio, lo que proporcionó una potencia estadística suficiente. Jugadores de ajedrez aficionados (37.25 % mujeres) de entre 18 y 23 años (edad media =

20.25 ± 1.41 años). Es decir, practicaban ajedrez y participaban voluntariamente con conocimientos básicos de motivos tácticos de ajedrez.

Criterios de inclusión

- Estudiantes universitarios.
- Participantes de entre 18 y 23 años.
- Con conocimientos básicos sobre motivos tácticos del ajedrez que se midieron, y entre 6 y 24 meses de formación básica en ajedrez.

Criterios de exclusión

- Jugadores de ajedrez con rating.
- Que declaran enfermedades psiquiátricas o neurológicas en la entrevista inicial.

Criterios de eliminación

- Los participantes del grupo experimental y del grupo control no completan las sesiones de entrenamiento.
- Los participantes resuelven menos de 180 posiciones de ajedrez utilizando el método Woodpecker.
- El participante abandonó el proyecto.

Diseño de la investigación

Esta investigación empleó un enfoque transversal, descriptivo y correlacional para identificar los factores cognitivos que predicen el expertise en jugadores novatos.

Instrumentos y materiales

Se utilizó una entrevista y una prueba de cálculo de puntuación para determinar el nivel de habilidad en ajedrez de cada participante, es decir, la puntuación Elo. La entrevista permitió obtener

información sobre el historial médico, datos generales y datos sociodemográficos. Se utilizaron cuatro tareas cognitivas para evaluar las funciones cognitivas.

Cálculo de la puntuación Elo

Se aplicó una prueba de diez posiciones para estimar la clasificación Elo. El participante observó cada posición durante no más de cinco minutos y, a continuación, se introdujo el movimiento candidato. Para ello, se utilizó un sitio web de ajedrez: https://www.chessmaniac.com/ELORating/ELO_Chess_Rating.shtml. Este instrumento no es oficial, pero proporciona una indicación de la clasificación del participante.

Tareas cognitivas

Se seleccionaron cuatro tareas cognitivas para evaluar las habilidades cognitivas de los participantes. Estas cuatro pruebas se han utilizado en otros estudios sobre el expertise en ajedrez, especialmente en las teorías de búsqueda profunda. Para controlar mejor los posibles cambios cognitivos más allá del reconocimiento de patrones, en este estudio se realizó una evaluación cognitiva computarizada antes y después del entrenamiento.

Memoria de trabajo: tarea de Corsi Forward y Backward

Esta prueba mide la memoria de trabajo visual. La prueba consistía en seleccionar los cubos que cambiaban de color de un total de nueve en el orden en que aparecían. El span de Corsi se define como la secuencia más larga que un participante puede repetir correctamente (se considera normal de 5 a 8); en cada prueba, el número de cubos que cambian de color aumenta hasta que el participante ya no puede recordar toda la secuencia. En ambas pruebas, el participante debe recordar cómo se resaltan los rectángulos. En la prueba inversa, debe hacer clic (o tocar) los rectángulos en orden inverso. Es decir, debe comenzar por el último que vio resaltado. Esta prueba se ha utilizado para medir la capacidad de la memoria de trabajo en jugadores de ajedrez(Unterrainer et al., 2006) .

Flexibilidad cognitiva: Tarjetas de Wisconsin (WCST)

La tarea consiste en clasificar las cartas según diversos criterios. Hay cuatro formas diferentes de clasificar cada carta; la única información que se proporciona es si la clasificación es correcta (Nyhus y Barceló, 2009) . La clasificación de las cartas se realiza según el color de sus símbolos, la forma de sus símbolos o el número de símbolos que hay en cada carta. La regla de clasificación cambia cada diez cartas, lo que implica que, una vez que el participante ha descubierto la regla, comenzará a cometer uno o más errores cuando la regla cambie. El número total de cartas es sesenta. La tarea mide la capacidad de las personas para adaptarse a las reglas cambiantes mediante la evaluación del número de errores de perseverancia. Esta prueba se ha utilizado para estudiar la flexibilidad cognitiva en los jugadores de ajedrez (Rojas, 2011) .

Planificación: Torre de Hanoi

La prueba de la Torre de Hanoi se utiliza a menudo para estudiar la planificación en niños y adultos. En esta prueba, los participantes deben mover discos de la clavija izquierda a la derecha utilizando el mouse. Hay dos reglas que deben seguirse: no se permite colocar discos más grandes sobre discos más pequeños. Los discos deben moverse de uno en uno. El número mínimo de pasos para completar la prueba es siete, y los participantes solo tienen una oportunidad para hacerlo. Algunos estudios comparan la capacidad de planificación de los jugadores de ajedrez con la de los no jugadores para determinar si los jugadores de ajedrez son superiores en habilidades de planificación (Unterrainer et al., 2011) .

Rotación mental

La tarea consiste en rotar mentalmente una figura que aparece en la pantalla del ordenador (imaginar cómo se ve un objeto cuando se gira). La prueba consta de quince imágenes (estímulos). Un estudio que investigó las diferentes regiones de activación cerebral en función del expertise no encontró diferencias significativas entre los jugadores expertos y los no expertos en ajedrez en la prueba de rotación mental (Hänggi et al., 2014) .

Paradigma de reconocimiento de patrones

Estímulos: selección de posiciones de ajedrez

Se utilizó la base de datos Mega 2021 (con más de 8 millones de partidas) para identificar 7082 posiciones de partidas reales con jugadores con una puntuación Elo entre 2000 y 2200. Con entre 20 y 26 piezas, de estas 7082 posiciones, se seleccionaron aleatoriamente un total de 50 posiciones de entre las posiciones reales. Se generaron otras 50 posiciones aleatorias (no procedentes de partidas reales) utilizando scripts *ad hoc* en Python (2024). Las posiciones de las partidas se emparejaron por pares (reales y aleatorias), de modo que hubiera un número similar de piezas en el tablero; cada posición aleatoria ocupaba la misma casilla que la posición real.

Después de seleccionar las 50 posiciones reales y generar sus 50 posiciones aleatorias correspondientes, las posiciones fueron evaluadas por once entrenadores de ajedrez experimentados para determinar la coherencia de las posiciones reales y aleatorias; al final, 40 posiciones reales y sus 40 posiciones aleatorias correspondientes coincidían perfectamente con su categoría (real o aleatoria) según la evaluación de los jueces. Estas 80 posiciones se utilizaron en este estudio, en el que cada posición de ajedrez tenía el movimiento de las blancas, 20 posiciones reales y 20 posiciones aleatorias (40) se incluyeron en un conjunto, y las otras 20 posiciones reales y 20 posiciones aleatorias (40) se incluyeron en el otro conjunto. Cada conjunto se utilizó para contrarrestar las pruebas previas y posteriores.

Paradigma experimental

Se diseñó un paradigma experimental de reconocimiento de patrones basado en el experimento de Adrian de Groot (1946, 2016) y Simon y Chase (1973) (véase la figura 2). Consistía en una presentación aleatoria de 20 posiciones reales y 20 posiciones aleatorias de ajedrez a los participantes. En primer lugar, apareció una pantalla de fijación en el ordenador entre 600 y 900 milisegundos, y luego apareció una pantalla con la posición de ajedrez durante 5000 milisegundos. Se pidió a los participantes que reprodujeran la posición de ajedrez observada previamente en un

tablero real de la forma más rápida y precisa posible. La reconstrucción se realizó en un tablero de ajedrez DGT de 63 x 63 x 1,57 centímetros con una interfaz de PC para almacenar la posición reconstruida para su posterior evaluación. Cuando el participante terminaba la reconstrucción, pulsaba un botón para medir el tiempo total; a continuación, aparecía una pantalla de espera hasta que el experimentador daba la señal para pasar a la siguiente posición. Este procedimiento se repitió 40 veces. Para almacenar las reconstrucciones de ajedrez, se utilizó el software Chessbase15. Se utilizó el software E-prime 2 (Psychology Tools, Inc.) Software para controlar el paradigma experimental y registrar el tiempo.

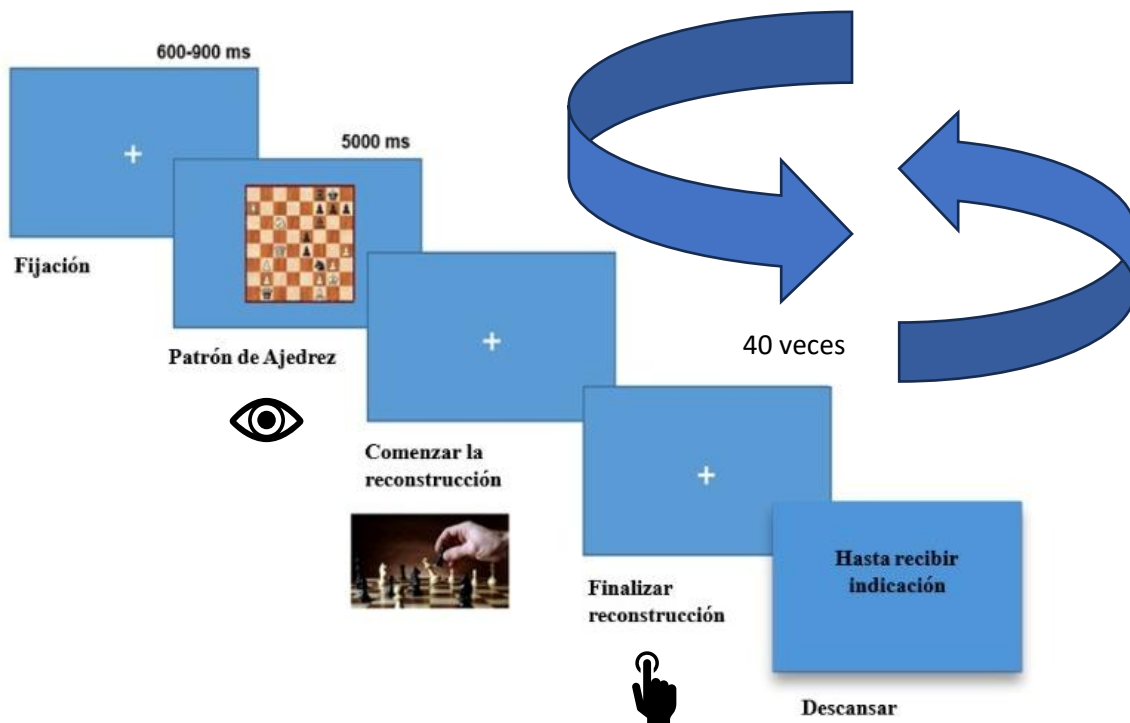


Figura 2 . Paradigma de reconocimiento de patrones secuencia temporal

Procedimiento

Los participantes fueron reclutados por invitación y asignados aleatoriamente al grupo experimental o al grupo control. Solo aquellos que cumplían los criterios de inclusión y firmaban el

formulario de consentimiento informado fueron incluidos en el estudio. El pre-test se aplicó antes del método de entrenamiento Woodpecker o un método tradicional (basado en resolución de problemas tácticos, estratégicos y de finales) (Dvoretzky, 2020) para enseñar ajedrez (estudio 2): primero, la encuesta; luego, la batería neuropsicológica y el experimento de reconocimiento de patrones, todos realizados en días diferentes.

Antes del experimento de reconocimiento de patrones, los participantes recibieron instrucciones sobre el procedimiento del experimento. Posteriormente, realizaron tres pruebas de calentamiento y, a continuación, comenzaron el experimento, durante el cual reconstruyeron 40 posiciones de ajedrez (20 posiciones reales y 20 aleatorias). Cada posición reconstruida se guardó para su posterior análisis.

Consideraciones éticas

Los participantes fueron reclutados invitando a la comunidad deportiva de la UAEM y a la comunidad de la UAEM que no pertenece a ningún equipo deportivo pero que participa en actividades, eventos y torneos organizados por el Departamento de Deportes. Se invitó a los diferentes entrenadores (que pertenecen al Departamento de Deportes) de cada disciplina deportiva a ponerse en contacto a través de publicidad digital (folletos) y a los estudiantes universitarios que practican ajedrez y que pertenecen al taller de ajedrez (también dependiente del Departamento de Deportes).

Esta investigación tuvo un riesgo mínimo y se llevó a cabo según los principios éticos de la Declaración de Helsinki de 1964 y sus modificaciones posteriores, las Directrices Éticas Internacionales para la Investigación en Salud en Seres Humanos de Ginebra 2016, y bajo los criterios del Reglamento Nacional del Ministerio de Salud de México, que es el documento que rige la investigación en salud en seres humanos en México. A cada participante se le proporcionó un documento informativo del proceso que se llevó a cabo, el cual firmaron, dando su consentimiento informado.

Confidencialidad: La información obtenida en esta investigación fue confidencial. El nombre, apellido u otra fecha de identificación del participante no se hará público.

Si el participante no está de acuerdo en participar en el estudio, esto no afectará a su vida académica dentro de la Universidad. A su vez, si el participante desea entrar en este estudio, pero desea retirarse una vez que ha entrado, puede hacerlo en cualquier momento sin que ello le suponga ningún problema ni penalización.

Beneficios: El principal beneficio para el participante es la mejora de su nivel de habilidad en el ajedrez tras aplicar el método de entrenamiento. Al final de la participación, recibió un tablero de competición oficial, piezas de ajedrez y los resultados individuales que obtuvo en la prueba de reconocimiento de patrones. La información ayudará a proponer un método de entrenamiento de ajedrez que pueda aplicarse en escuelas de alto rendimiento, clubes de ajedrez y centros de entrenamiento.

No hubo riesgos asociados a la participación en este proyecto de investigación. El riesgo mínimo es que se produzca cierta fatiga durante el registro debido al uso de la gorra y la realización de la tarea. La fatiga solo sería momentánea y el participante podría retirarse cuando lo decidiera.

El comité ético del Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología aprobó el protocolo de investigación, que tiene el número de registro 010922-84.

Análisis de datos

El análisis se centró en varias puntuaciones derivadas de los paradigmas de reconocimiento de patrones, incluyendo el número de piezas colocadas, el número de piezas colocadas con precisión, el tiempo total de reconstrucción y el tiempo medio empleado en reconstruir cada pieza. Inicialmente, estas puntuaciones se examinaron mediante estadísticas descriptivas. Las puntuaciones de las pruebas cognitivas se obtuvieron a partir de cuatro tareas específicas: la tarea de cubos de Corsi Forward y bckward registró el número de posiciones de cubos recordadas con precisión; la tarea de las cartas de

Wisconsin anotó el número de errores de perseverancia; la tarea de la Torre de Hanoi documentó el total de pasos necesarios para mover los discos a la clavija correcta, con un mínimo de siete pasos; y la tarea de Rotación Mental capturó el porcentaje de coincidencias correctas entre imágenes. También se emplearon estadísticas descriptivas para analizar las puntuaciones de estas tareas. Dado que las puntuaciones no se ajustaban a una distribución normal, según lo establecido por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, se utilizaron los siguientes métodos estadísticos: correlación de Spearman, regresión por pasos y tarea de análisis de mediación.

Se realizó un análisis de correlación de Spearman para investigar la relación entre las puntuaciones Elo y los resultados de ambas tareas cognitivas y el paradigma de reconocimiento de patrones. Además, se realizó un análisis de regresión por pasos para identificar automáticamente las variables independientes más relevantes para su inclusión en el modelo de regresión. Este método optimiza el modelo eliminando las variables que tienen un impacto mínimo en la variable dependiente, centrándose en última instancia en aquellas que mejoran las predicciones de la variable dependiente (Elo). El objetivo de la regresión por pasos era identificar las variables que podían predecir eficazmente la adquisición de habilidades (Elo). Inicialmente, los resultados cognitivos de bajo nivel de la tarea de reconocimiento de patrones se trataron como variable dependiente, con cuatro predictores: promedio de piezas colocadas correctamente, promedio de piezas colocadas aleatoriamente, tiempo promedio para colocar piezas reales y tiempo promedio para colocar piezas aleatorias.

Tras los resultados de la correlación de Spearman, se llevó a cabo un análisis de mediación, también conocido como análisis de efectos directos e indirectos, para determinar si un mecanismo específico era responsable de los efectos indirectos observados. En este análisis, la puntuación Elo se designó como variable dependiente, mientras que el número medio de piezas colocadas correctamente en condiciones reales sirvió como mediador. La tarea Corsi Backward actuó como variable

independiente. Este marco permitió explorar cómo la variable mediadora influía en la relación entre las variables independientes y dependientes.

Resultados: Estudio 1

Tareas cognitivas y Elo

La tabla 2 presenta la puntuación Elo, que confirma el nivel de habilidad ajedrecística de los principiantes, y los resultados medios de las cuatro pruebas cognitivas: Corsi (forward y backward), WSCT, Torre de Hanoi y Rotación mental de 51 participantes.

Tabla 2 . Puntuación Elo y resultados de la evaluación cognitiva

Tarea	Dominio cognitivo	Media	Desviación estándar (DE)
Elo		1447.73	135.73
Corsi Forward Span	Atención	5.88	1.19
Corsi Span hacia atrás	Memoria de trabajo	5.37	1.29
Errores de perseverancia de Wisconsin	Flexibilidad cognitiva	7.33	2.55
Movimientos de la Torre de Hanoi	Planificación	11.88	4.89
Partidas de rotación mental	Pensamiento espacial	85.88	8.91

Reconocimiento de patrones

La tabla 3 presenta los resultados del reconocimiento de patrones de los 51 participantes. Describe el número medio de piezas colocadas y piezas colocadas correctamente en las dos condiciones, real y aleatoria, y el tiempo medio por pieza en segundos para cada condición. Se encontraron diferencias significativas entre las condiciones en cuanto al total de piezas colocadas y piezas colocadas correctamente, donde los participantes obtuvieron mejores resultados en las posiciones reales que en las aleatorias.

Tabla 3 . Resultados de la tarea de reconocimiento de patrones

Puntuación	Posiciones reales		Posiciones aleatorias		Diferencia estadística	
	Mediana	Rango	Mediana	Rango	Z	P
Total de piezas colocadas	7.40	15.80	6.70	16.05	3.84	< 0.001
Piezas colocadas correctamente	4.70	7.60	3.65	5.90	3.91	< 0.001
Tiempo para colocar las piezas (segundos)	28.30	50.25	27.43	58.76	0.25	0.79
Tiempo por pieza (segundos)	14.15	25.12	13.71	29.37	0.25	0.79

Correlación de Spearman

La tabla 4 muestra las correlaciones entre las variables de los 51 participantes. Se realizó un análisis de correlación entre el Elo y las variables de las pruebas cognitivas, el número de piezas colocadas correctamente y los tiempos de reconstrucción tanto en condiciones reales como aleatorias. El Elo se correlacionó significativamente con el número de piezas colocadas correctamente en la condición real ($\rho = 0.51$; $p < 0.001$), el número medio de piezas correctas en la condición aleatoria ($\rho = 0.48$; $p < 0.001$) y la puntuación de la prueba de Corsi hacia atrás ($\rho = 0.31$; $p = 0.03$).

Tabla 4 . Resultados del análisis de correlación Spearman Rho.

	Elo	CorsiF	CorsiB	Wisconsin-PerError	Torre de Hanoi	Rotación mental
Elo	1.00	-0.06	0.31*	-0.26	0.24	0.04
Promedio de piezas reales	0.22	-0.23	0.07	0.13	0.09	0.02
Promedio de respuestas correctas reales	0.51**	-0.11	0.17	-0.02	0.10	0.07
Tiempo medio real de colocación de piezas	-0.01	-0.16	-0.06	0.23	0.22	-0.06
Tiempo medio real por pieza	-0.01	-0.16	-0.06	0.23	0.22	-0.06
Promedio de piezas aleatorias	0.17	-0.23	0.07	0.16	0.08	0.01
Promedio de piezas correctas aleatorias	0.48**	-0.06	0.24	-0.09	0.15	0.04

Tiempo medio aleatorio de colocación de piezas	-0.06	-0.17	-0.07	0.19	0.22	-0.04
Tiempo medio aleatorio por pieza	-0.06	-0.17	-0.07	0.19	0.22	-0.04

** p<0.01

*p<0.05

Regresión por pasos

Se utilizó una regresión por pasos para determinar qué variables podían predecir la adquisición de habilidades (Elo). Se llevó a cabo un método por pasos, ya que este análisis de regresión se utiliza para seleccionar automáticamente las variables independientes más relevantes para incluir en un modelo de regresión. Este método ayuda a simplificar el modelo al eliminar las variables que tienen un impacto insignificante en la variable dependiente y, al final, este método seleccionará las variables que podrían predecir mejor la variable dependiente (Elo). En primer lugar, se utilizaron los resultados cognitivos de bajo nivel (tarea de patrones) como variable dependiente, y los cuatro predictores fueron el promedio de piezas reales correctas, el promedio de piezas reales aleatorias, el tiempo promedio de colocación de piezas reales y el tiempo promedio de colocación de piezas aleatorias.

La tabla 5 presenta los resultados del análisis de regresión por pasos, con Elo como variable dependiente y los resultados conductuales de la tarea de reconocimiento de patrones como predictores. Dos modelos fueron significativos: el modelo 1 incluía solo el número medio de piezas colocadas correctamente en la condición real como predictor, mientras que el modelo 2 incorporaba dos predictores: el promedio de piezas colocadas correctamente en la condición real y el tiempo medio empleado en colocar las piezas en la condición aleatoria. El modelo 1 representaba el 30.9 % de la varianza ($R^2 = 0.309$). El modelo que mejor se ajustaba, el modelo 2, explicaba el 35.8 % de la varianza ($R^2 = 0.358$).

Tabla 5. Resultados del análisis de regresión.

Modelo	Suma de cuadrados	df	Media cuadrática	F	Sig.	R cuadrado ajustado
1 Regresión	297061.30	1	297 061.30	23.32	<0.001	.309
Residual	624090,86	49	12736.54			
Total	921152.16	50				
2 Regresión	353776.53	2	176 888.26	14.965	<0.001	.358
Residual	567 375.63	48	11820.33			
Total	921152.16	50				

a. Variable dependiente: Elo

b. Modelo 1. Predictores: (constante), promedio real de piezas correctas

c. Modelo 2. Predictores: (constante), promedio real de piezas correctas, promedio de tiempo para colocar piezas al azar

En la tabla 6, los coeficientes estandarizados muestran la importancia de cada predictor, y la diferencia entre el modelo 1 (0.568) y el 2 (0.647) es mínima; el modelo 1 tiene más poder explicativo, lo que significa que es el mejor predictor para el Elo.

Tabla 6. Resultados de los coeficientes del análisis de regresión por pasos entre Elo y los resultados de la tarea de reconocimiento de patrones

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficiente estandarizados			Intervalo de confianza del 95 % para B	
	Beta	Error estándar	Beta	t	p	Límite inferior	Límite superior
1 Constante	1248.33	44.21		28,24	<.001	1159.50	1337.17
1 Promedio de piezas colocadas correctamente en condiciones reales	38.42	7.96	0.568	4.83	<0.001	22.43	54.40
2. Constante	1303.90	49.60		26.30	<0.001	1204.23	1403.57

2 Promedio de piezas colocadas correctamente en condiciones reales	43.80	8.05	0.647	5.44	<0.001	27.62	59.98
Tiempo medio empleado en colocar las piezas en la condición aleatoria	-0.003	.001	-0.261	-2.20	0.033	-0.005	0.000

Análisis de mediación

Se realizó un análisis de mediación (también denominado análisis de efecto directo e indirecto) para analizar el efecto de una variable mediadora en la relación entre una variable independiente o explicativa y otra variable dependiente o explicada. En este caso, la variable dependiente era el Elo, la variable independiente era el Corsi hacia atrás y la variable mediadora era la media de reconstrucciones correctas de piezas reales.

El análisis de mediación (Tabla 7) no reveló un efecto indirecto de la tarea Corsi hacia atrás (un proceso cognitivo de alto nivel) a través del promedio de piezas colocadas correctamente en la condición real (un proceso cognitivo de bajo nivel). La única relación significativa fue entre el número medio de piezas colocadas correctamente en la condición real y la puntuación Elo. Sin embargo, no se identificó ninguna relación significativa entre la tarea de Corsi hacia atrás y el promedio de piezas colocadas correctamente en la condición real, ni con la puntuación Elo. Los resultados del análisis de mediación indican que la memoria de trabajo visual no afecta al proceso de reconocimiento de patrones y que no existe un efecto de mediación en la habilidad para jugar al ajedrez. Esto podría explicarse considerando que ambos procesos funcionan de forma independiente y que solo la media de la reconstrucción de piezas reales tiene un efecto directo en la habilidad para jugar al ajedrez: cuanto mayor es la capacidad de reconocimiento de patrones, mayor es el nivel de habilidad para jugar al ajedrez.

Tabla 7. Análisis de mediación

Regresiones	Estimación	Error estándar	Valor z	p
a. Promedio de piezas colocadas correctamente en la condición real ~ Corsi hacia atrás	0.28	0.21	1.33	0.18
b. Elo ~ Promedio de piezas colocadas correctamente en condiciones reales	36.31	7.77	4.67	< 0.001
c. Puntuación Elo ~ Corsi bw	17.65	12.03	1.46	0.14

Estudio 2: Evaluación de la eficacia de un programa de entrenamiento de ajedrez centrado en el reconocimiento de patrones en jugadores de ajedrez novatos

Objetivo

El objetivo de este estudio era evaluar la eficacia del método de entrenamiento Woodpecker en la mejora de las habilidades cognitivas y el reconocimiento de patrones en los participantes, en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza del ajedrez. Mediante la implementación de mediciones pre y post, el estudio buscaba determinar diferencias significativas en el rendimiento entre el grupo experimental, que se sometió al entrenamiento Woodpecker, y el grupo control, que recibió instrucción tradicional de ajedrez.

Método

Participantes

Se seleccionaron aleatoriamente por medio de Python veinticuatro participantes para el grupo experimental y veintiséis para el grupo control del Estudio 1. Los resultados de la fase piloto se utilizaron para calcular el tamaño del efecto y, a continuación, se calculó el tamaño de la muestra utilizando el software G Power (Faul y Buchner, 2009). Se obtuvo un tamaño de muestra de veinticuatro participantes para cada grupo (experimental y de control), pero solo doce participantes completaron el entrenamiento Woodpecker y doce participantes completaron el entrenamiento tradicional de ajedrez basado en resolución de problemas tácticos, de estrategia y finales. La edad media del grupo experimental fue de 20.42 ± 1.08 años, con un 33.33 % de mujeres. La edad media del grupo control fue de 20.25 ± 1.42 .

Diseño de la investigación

La presente investigación fue un estudio experimental con dos grupos: experimental y de control, e incluyó mediciones previas y posteriores.

Instrumentos y materiales

Los instrumentos y materiales utilizados para el segundo estudio son los mismos que los descritos en el estudio anterior. Incluyen el ELO, el Paradigma de Reconocimiento de Patrones y las Tareas Cognitivas.

Procedimiento

Una vez finalizado el estudio 1, los participantes del grupo experimental recibieron instrucciones sobre el método Woodpecker y cómo entrenar a lo largo de los seis ciclos. Esto llevó 10 semanas, mientras que el grupo control recibió enseñanza tradicional de ajedrez (de forma virtual y grupal). Después del entrenamiento, se aplicó el post-test utilizando las otras 40 posiciones (20 reales y 20 aleatorias) con el mismo procedimiento que en el estudio 1.

Consideraciones éticas

Se aplicaron las mismas consideraciones éticas que en el estudio anterior, siguiendo los principios éticos descritos en la Declaración de Helsinki de 1964 y sus posteriores enmiendas, las Directrices Éticas Internacionales para la Investigación en Salud con Seres Humanos de Ginebra (2016) y los criterios establecidos por el Reglamento Nacional del Ministerio de Salud de México.

Análisis de datos

Puntuaciones de las pruebas cognitivas y del paradigma de reconocimiento de patrones (número de piezas colocadas, número de piezas colocadas correctamente, tiempo total de reconstrucción y tiempo medio de reconstrucción por pieza). Primero se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar si los datos procedían de una población con una distribución normal, ya que los datos contenían menos de 50 participantes. Después de realizar la prueba de normalidad, se aplicaron una prueba T y una prueba U de Mann-Whitney a los 24 participantes para determinar si había

diferencias significativas entre las medias (promedios) del grupo control y el grupo experimental en las pruebas previas y posteriores.

Resultados del estudio 2

En esta sección se presentan los resultados de los 24 participantes que completaron la intervención tras el estudio 1. Doce participantes recibieron el entrenamiento tradicional y 12 completaron el entrenamiento Woodpecker.

Resultados de los entrenamientos

La tabla 8 muestra los resultados de la cantidad de participantes que terminaron ambos entrenamientos. El Abandono sucedió por diferentes motivos, como dejar la universidad o no responder nunca a los mensajes.

Tabla 8. Resultados de ambos entrenamientos

Estado	Finalizaron	Abandonaron	Total
Experimental	12 (46.5%)	14 (53.85.15%)	26 (100%)
Control	12 (44%)	13 (56%)	25 (100%)

De los 12 participantes que completaron el entrenamiento, 5 (41.67 %) realizaron los ciclos de entrenamiento con 200 posiciones, y el resto se dividió entre 180, el mínimo, y 262, el máximo (Tabla 9).

Tabla 9. Grupo experimental Número de posiciones resueltas

Número de posiciones	Frecuencia	Porcentaje
180	1	8.33
185	1	8.33
190	1	8.33
200	5	41.67
210	1	8.33
211	1	8.33
220	1	8.33
262	1	8.33
Total	12	100.00

Comparaciones en el pre-test: U Mann Whitney y prueba t

La tabla 10 muestra los resultados de Elo, cognitivos y de reconocimiento de patrones del grupo control y del grupo experimental en el pre-test (antes de aplicar los métodos de entrenamiento de ajedrez). Describe las puntuaciones cognitivas, así como el número medio de piezas colocadas y piezas colocadas correctamente en las dos condiciones, real y aleatoria, y el tiempo medio por pieza en segundos para cada condición. Se muestran las pruebas U de Mann Whitney y t, y se observaron dos diferencias significativas entre los grupos en la prueba Elo y en la prueba Corsi Backward. Aunque la muestra se seleccionó aleatoriamente, estas diferencias se encontraron antes del entrenamiento.

Tabla 10. Resultados previos a la prueba del grupo experimental y del grupo control

Tarea	Grupo control		Grupo experimental		Prueba t/U de Mann W
	M	SD/RI	M	SD/RI	Valor p
Elo	1379.17	106.041	1544.5	106.4096	<0,001
Corsi Forward Span	5.00	1.00	6.00	0.25	0.19
Corsi Backward Span	5.00	2.00	6.00	0.50	0.02
Errores de perseverancia de Wisconsin	7.00	3.25	6.00	1.25	0.24
Movimientos de la Torre de Hanoi	10.5	5.75	13.50	8.25	0.93
Rotación mental	86.67	7.52	84.44	11.49	0.58
Promedio de piezas reales	7.93	5.14	6.05	4.04	0.56
Promedio de respuestas correctas reales	5.87	1.95	4.49	1.380	0.06
Tiempo medio real	26.67	11.13	26.34	8.03	0.93
Promedio de piezas aleatorias	5.60	3.26	6.53	3.88	0.53

Promedio de piezas correctas	3.49	0.73	4.15	0.96	0.07
Tiempo medio de colocación aleatoria de piezas	21.07	21.04	23.18	4.64	0.47

Comparaciones post-test: prueba U de Mann Whitney y prueba t

Los resultados de Elo, cognitivos y de reconocimiento de patrones del grupo control y del grupo experimental en el post-test se muestran en la tabla 11 después de aplicar los métodos de entrenamiento de ajedrez (tradicional y Woodpecker). Describe las puntuaciones cognitivas y el promedio de piezas colocadas correctamente en las dos condiciones, real y aleatoria, y el tiempo medio por pieza en segundos para cada condición. Hubo dos diferencias significativas entre los grupos en el promedio de piezas reales colocadas correctamente y también en el promedio de piezas aleatorias colocadas correctamente, donde el grupo experimental obtuvo un mayor rendimiento en ambas condiciones.

Tabla 11. Resultados del post-test al experimento del grupo experimental y del grupo control

Tarea	Grupo control		Grupo experimental		Prueba T/U Mann W
	M	SD/RI	M	SD/RI	Valor p
Elo	1457.08	141.28	1541.25	126.48	0.14
Intervalo de Corsi Forward					
Intervalo de Corsi Backward	5.50	1.00	6.00	1.25	0.38
Errores de perseverancia de Wisconsin	6.00	1.50	6.00	1.25	0.90
Movimientos de la Torre de Hanoi	8.00	3.00	9.50	4.25	0.24
Partidos de rotación mental	89.99	16.67	86.67	13.33	0.84

Promedio de piezas reales	7.64	3.85	9.04	4.05	0.18
Promedio de respuestas correctas reales	4.85	2.26	6.49	3.26	0,04
Tiempo medio real	25.13	15.48	23.65	11.94	0.84
Promedio de piezas aleatorias	6.62	2.45	7.74	2.83	0.29
Promedio de piezas correctas	3.52	1.13	4.67	1.25	0.005
Tiempo medio aleatorio de colocación de piezas	24.19	14.46	21.11	4.82	0.67

Discusión

Estudio 1

Esta investigación se centró en examinar las bases cognitivas de los ajedrecistas novatos. Los resultados mostraron que los participantes obtuvieron mejores resultados cuando se les pidió que reconocieran patrones en posiciones reales de ajedrez en comparación con posiciones aleatorias. También se observó una correlación entre las clasificaciones Elo de los jugadores y su rendimiento en la tarea de reconocimiento de patrones, así como en la prueba de Corsi Backward. Un análisis de regresión por pasos identificó un modelo con dos predictores claves para Elo. Sin embargo, el análisis de mediación no reveló ninguna variable que pudiera mediar en las puntuaciones Elo de los participantes.

Un resultado notable en el paradigma experimental fue similar al trabajo de De Groot y Chase & Simon de 1973 (Krivec et al., 2021). Los participantes mostraron un éxito limitado en el reconocimiento de patrones, identificando correctamente una mediana de 4.70 piezas en configuraciones reales y solo 3.65 en disposiciones aleatorias. Esto sugiere que los jugadores novatos

aún no han desarrollado un repertorio significativo de patrones y chunks de ajedrez en comparación con los expertos, que demuestran una capacidad de reconstrucción superior debido a su mayor familiaridad con las configuraciones del tablero. Gobet y Simon (1996) destacaron que el expertise en el ajedrez se caracteriza en gran medida por la capacidad del jugador para identificar y reaccionar ante patrones intrincados, una habilidad que los novatos aún no han desarrollado plenamente. El mejor rendimiento en el reconocimiento de piezas reales frente a las aleatorias puede explicarse por los hallazgos de Smith et al. (2021), que indican que los jugadores novatos poseen conocimientos semánticos suficientes para crear un efecto de relevancia notable en la prueba. Esto implica que entrenar a los novatos en el reconocimiento de patrones podría mejorar su rendimiento y comprensión del juego.

Otro descubrimiento fue la presencia de una correlación significativa entre las puntuaciones Elo de los participantes y su capacidad para reconstruir posiciones reales y aleatorias, así como una correlación con la prueba Corsi Backward. Esta correlación sugiere que las habilidades avanzadas en el ajedrez pueden conducir a una mejor reconstrucción de patrones. La correlación entre la prueba Corsi Backward y las puntuaciones Elo refuerza la idea de que la memoria de trabajo visoespacial desempeña un papel clave en el desarrollo del ajedrez, especialmente entre los jugadores más jóvenes o menos hábiles (Burgoyne et al., 2016).

Para identificar los mejores predictores para Elo, se probaron dos modelos distintos mediante un análisis de regresión por pasos. El modelo más eficaz representó el 35.8 % de la varianza ($R^2 = 0.358$) e incluyó dos predictores: el número medio de piezas colocadas correctamente en condiciones reales y el tiempo medio empleado en las colocaciones aleatorias. Estos hallazgos pueden respaldar la teoría de los chunks como mecanismo cognitivo clave en el proceso de aprendizaje de los ajedrecistas novatos, lo que indica que los predictores derivados de la tarea de reconocimiento de patrones tienen más importancia que las pruebas cognitivas.

Además, nuestros resultados con respecto a la hipótesis de la búsqueda profunda sugieren que los jugadores novatos pueden no depender de la memoria a corto en la misma medida que los jugadores experimentados. Si bien las estrategias de búsqueda en profundidad son esenciales para los competidores expertos, los principiantes a menudo carecen de la capacidad de memoria de trabajo y la experiencia necesaria (con chunks insuficientes) para evaluar múltiples opciones de manera eficaz. Investigaciones anteriores han enfatizado que una alta capacidad de memoria de trabajo es una característica definitoria del expertise en el ajedrez (Unterrainer et al., 2011). Para los principiantes, la ausencia de estrategias cognitivas refinadas puede obstaculizar su rendimiento.

El estudio 1 también incluyó un análisis de mediación para explorar los vínculos entre las habilidades cognitivas (especialmente el reconocimiento de patrones y las estrategias de búsqueda profunda) y el rendimiento general en el ajedrez. El objetivo era determinar si alguna habilidad cognitiva (como la memoria visual a corto plazo) influye indirectamente en el rendimiento en el ajedrez a través de factores como el reconocimiento de patrones; sin embargo, el análisis de mediación no reveló ninguna variable mediadora de este tipo para las puntuaciones Elo.

La relación entre las capacidades cognitivas, como la memoria de trabajo, las habilidades visoespaciales y el reconocimiento de patrones, y el rendimiento en el ajedrez requiere un examen más detallado. Nuestros hallazgos revelaron una correlación entre las puntuaciones Elo y el rendimiento en el reconocimiento de patrones, en particular en lo que respecta a los predictores identificados en el análisis de regresión por pasos, que se centró en dos variables del reconocimiento de patrones. Estos resultados podrían reforzar la teoría de los chunks. Comprender cómo los principiantes pueden mejorar sus habilidades cognitivas mediante un entrenamiento personalizado podría mejorar significativamente su rendimiento en el ajedrez y su disfrute general del juego. Las investigaciones futuras podrían tener como objetivo el desarrollo de programas de entrenamiento que mejoren las capacidades cognitivas de los jugadores novatos. Al centrarse en las estrategias de reconocimiento de patrones, los jugadores pueden llegar a ser más hábiles en el reconocimiento de

configuraciones familiares del tablero, lo que les permite mejorar la toma de decisiones durante las partidas, lo que se traduciría en una mayor competencia en la toma de decisiones durante el juego. Los resultados de este estudio proporcionan algunas ideas sobre los procesos cognitivos que sustentan el expertise en el ajedrez, haciendo especial hincapié en el papel del reconocimiento de patrones en el entrenamiento de los jugadores novatos.

Estos hallazgos coinciden con las perspectivas históricas sobre la enseñanza del ajedrez que defienden la importancia del reconocimiento de patrones en el desarrollo de la maestría en este juego (De Groot, 1946, 2016; Chase y Simon, 1973; Smith et al. 2021). Las correlaciones observadas entre las habilidades de reconocimiento de patrones y el rendimiento en el ajedrez respaldan aún más la idea de que los jugadores expertos obtienen su ventaja de esta estrategia cognitiva combinada y no únicamente de métodos de búsqueda profunda.

Estudio 2

El segundo estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia del método de entrenamiento Woodpecker en la mejora de las habilidades cognitivas y el reconocimiento de patrones en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza del ajedrez. Los resultados revelaron que el entrenamiento Woodpecker, a pesar de la menor tasa de finalización entre los participantes, proporcionó información significativa sobre la mejora cognitiva y los procesos de aprendizaje en el juego del ajedrez.

En primer lugar, la tasa de finalización de ambos entrenamientos (Woodpecker y Tradicional) fue notablemente baja, ya que solo el 47.05 % de los participantes completó el programa. Esto puede poner de relieve un reto común en las intervenciones educativas, en las que el abandono de los participantes puede sesgar la representación de la eficacia (González et al., 2016). Las diversas razones del abandono, como los cambios en las circunstancias personales o los compromisos

educativos, se hacen eco de los resultados de estudios similares que enfatizan la importancia de la participación de los participantes y los mecanismos de apoyo (Harris et al., 2018).

A pesar del abandono, se observaron diferencias significativas entre los grupos experimental y de control en las medidas previas a la prueba, especialmente en el reconocimiento de patrones. Esto sugiere que, incluso antes de que comenzara la formación, los participantes seleccionados para el grupo experimental tenían diferentes habilidades iniciales que pueden haber influido en los resultados del entrenamiento. Investigaciones anteriores han indicado que los niveles de habilidad iniciales pueden influir significativamente en la eficacia de las intervenciones educativas (Wang et al., 2020). Por lo tanto, es esencial tener en cuenta estas disparidades iniciales en futuros estudios para obtener una representación más clara de la eficacia del método Woodpecker.

Además, las claras mejoras cognitivas observadas en los participantes en el entrenamiento Woodpecker, especialmente en el reconocimiento de patrones y el número de piezas colocadas con precisión, coinciden con la bibliografía existente que destaca la importancia de los métodos de formación repetitivos en la adquisición de habilidades. Los estudios han demostrado que la práctica centrada y estructurada conduce a una mejora del procesamiento cognitivo y la ejecución de tareas complejas en el ajedrez (Charness et al., 2005). El método Woodpecker hace hincapié en estos principios, lo que respalda la idea de que la práctica deliberada es más beneficiosa que los métodos de enseñanza tradicionales, menos centrados.

Los resultados de T-student y U Mann Whitney mostraron que existe una diferencia significativa entre los grupos en el rendimiento de la reconstrucción de posiciones aleatorias; esto podría significar que hubo un efecto inesperado después del entrenamiento en la adquisición del reconocimiento de patrones en el grupo experimental, ya que la hipótesis de la investigación era que después el grupo experimental solo mejoraría el rendimiento en posiciones reales. Esto podría significar un efecto de mejora en ambas condiciones; independientemente de si la posición es aleatoria, los patrones reales podrían ayudar a percibir y almacenar posiciones que se asemejan a las

reales. Dado que no hay muchas investigaciones que se centren únicamente en el proceso de los jugadores novatos, otra explicación de esta mejora en el grupo experimental en la condición aleatoria podría ser que los ajedrecistas novatos se basan más en su memoria visual antes de adquirir más posiciones en su memoria a largo plazo, y que, con el tiempo, los novatos cambian su proceso dominante a las posiciones que adquieren con la experiencia.

Las comparaciones estadísticas, en particular en las clasificaciones Elo y el rendimiento de las tareas cognitivas (Corsi Backward), revelan que existían diferencias significativas incluso antes de que comenzara el entrenamiento. Esto subraya la necesidad de seguir investigando para aislar el efecto independiente del método de entrenamiento de otros factores influyentes, como los conocimientos previos y los estilos de aprendizaje individuales (Ericsson et al., 1993). Los estudios futuros deberían aplicar un proceso de selección más riguroso para garantizar la equilibrada de los grupos en términos de niveles de habilidad iniciales y capacidades cognitivas.

Además, las tareas cognitivas empleadas en este estudio, derivadas de paradigmas establecidos, demostraron ser eficaces para medir los resultados requeridos. La evaluación fiable de las habilidades cognitivas y el reconocimiento de patrones en ambos grupos permite un enfoque más científico para comprender cómo los diferentes métodos influyen en la eficiencia y los resultados del aprendizaje (Miller et al., 2014).

En resumen, aunque el método de entrenamiento Woodpecker parece prometedor para mejorar las habilidades cognitivas en el ajedrez, las limitaciones en torno a las tasas de finalización de los participantes y las diferencias de referencia requieren una investigación más profunda. Los estudios futuros podrían beneficiarse de un tamaño de muestra mayor y de sistemas de apoyo integrales para mejorar la retención de los participantes y garantizar la solidez de sus hallazgos. La exploración continua de las complejidades de los métodos de enseñanza del ajedrez tiene el potencial de innovar las prácticas docentes y promover enfoques de entrenamiento cognitivo más eficaces en los juegos estratégicos.

En conclusión, los resultados de los estudios 1 y 2 destacan el papel fundamental del reconocimiento de patrones en el desarrollo cognitivo de los ajedrecistas novatos. El estudio 1 estableció una comprensión fundamental al demostrar correlaciones significativas entre las puntuaciones Elo de los participantes, su rendimiento en la reconstrucción de posiciones de ajedrez reales y aleatorias, y factores cognitivos como la memoria de trabajo, según lo indicado por la prueba Corsi Backward. Estos resultados subrayan la importancia de la competencia cognitiva en el ajedrez y sugieren que el reconocimiento de patrones es una habilidad vital asociada al rendimiento en este juego. A partir de estas ideas, el Estudio 2 implementó un programa de entrenamiento específico utilizando el método Woodpecker, destinado a mejorar las habilidades de reconocimiento de patrones entre los jugadores novatos. La mejora significativa observada en el grupo experimental después de diez semanas de entrenamiento refuerza la idea de que la práctica enfocada y repetitiva puede conducir a avances cognitivos en el reconocimiento de patrones de ajedrez. Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones Elo entre los grupos de entrenamiento y control, el rendimiento mejorado en las tareas de reconocimiento de patrones indica que, si bien el reconocimiento de patrones es fundamental para la adquisición de habilidades, su impacto directo en la competencia general en el ajedrez aún no se ha explorado por completo. En conjunto, estos estudios sugieren que abordar los factores cognitivos y emplear métodos de entrenamiento estructurados puede fomentar el desarrollo de habilidades esenciales en los jugadores de ajedrez novatos. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para explorar cómo las mejoras en el reconocimiento de patrones pueden traducirse en un mejor rendimiento general en el ajedrez a largo plazo.

También deben tenerse en cuenta las limitaciones del estudio. El tamaño de la muestra, aunque adecuado para una investigación preliminar, puede no reflejar plenamente la amplitud de la variabilidad en las diferencias individuales entre los jugadores novatos. En futuros estudios se podría considerar la posibilidad de contar con grupos de participantes más amplios y diversos para mejorar la generalización de los resultados.

Basándose en los resultados de este estudio, se recomienda que las futuras investigaciones sobre el expertise en el ajedrez integren registros de electroencefalografía (EEG) para obtener una visión más profunda de los procesos cognitivos que intervienen durante el entrenamiento y el juego del ajedrez. El EEG puede proporcionar datos valiosos sobre las correlaciones neuronales del reconocimiento de patrones y las estrategias de búsqueda profunda, lo que permite a los investigadores explorar la dinámica temporal de la actividad cerebral asociada a diferentes técnicas de ajedrez.

En resumen, este estudio ofrece valiosas contribuciones al campo de las ciencias cognitivas y la enseñanza del ajedrez al esclarecer el papel fundamental del reconocimiento de patrones en el desarrollo del expertise en el ajedrez. La integración de métodos de entrenamiento cognitivo con evaluaciones neurofisiológicas puede allanar el camino para prácticas innovadoras en el entrenamiento de habilidades en diversos ámbitos, reduciendo aún más la brecha entre la teoría cognitiva y la aplicación práctica.

Conclusiones

El presente estudio ha explorado la eficacia de un método de entrenamiento de ajedrez basado en el reconocimiento de patrones en jugadores de ajedrez novatos. Los resultados demuestran que el método Woodpecker, que hace hincapié en el entrenamiento repetitivo de patrones de ajedrez, mejora significativamente el rendimiento de los novatos en la tarea de reconocimiento de patrones. Los participantes que se sometieron a este entrenamiento mostraron mejoras en comparación con el grupo control, lo que destaca la importancia de los enfoques específicos para el desarrollo de habilidades en el ajedrez.

El estudio destaca la necesidad de seguir investigando, en particular en estudios longitudinales que investiguen los efectos a largo plazo del entrenamiento en el reconocimiento de

patrones sobre los procesos cognitivos y el rendimiento en el ajedrez. Además, los estudios en los que participen personas de distintos niveles podrían proporcionar una visión más profunda de los matices del expertise en el ajedrez en diferentes niveles de habilidad.

Por otra parte, aunque este estudio se centró en principiantes, plantea preguntas interesantes sobre cómo estos hallazgos pueden aplicarse a diferentes niveles de expertise, incluidos los jugadores avanzados. Explorar si métodos de entrenamiento similares producen diferencias en el procesamiento cognitivo o el rendimiento de los jugadores expertos podría arrojar más luz sobre las complejidades del expertise en el ajedrez.

Referencias

- Baxter, M.G., Murray, E.A., (2001). Opposite relationship of hippocampal and rhinal cortex damage to delayed nonmatching-to-sample deficits in monkeys. *Hippocampus* 11, 61–71.
- Behrmann, M., & Ewell, C. (2003). Expertise in tactile pattern recognition. *Psychological Science*, 14(5). <https://doi.org/10.1111/1467-9280.02458>
- Bilalić, M. (2017). The neuroscience of expertise. In *The Neuroscience of Expertise*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316026847>
- Bilalić, M., Turella, L., Campitelli, G., Erb, M., & Grodd, W. (2012). Expertise modulates the neural basis of context dependent recognition of objects and their relations. *Human Brain Mapping*, 33(11). <https://doi.org/10.1002/hbm.21396>
- Bratko, I. (2018). AlphaZero – What’s missing? *Informatica (Slovenia)*, 42(1).
- Buckley, M.J., Gaffan, D., 2000. The hippocampus, perirhinal cortex, and memory in the monkey. In: Bolhuis, J.J. (Ed.), *Brain, Perception, and Memory: Advances in Cognitive Neuroscience*. Oxford University Press, Oxford, pp. 279–298
- Bueno, Lazaro (2015). *Ajedrez juego ciencia y con ciencia*. La Habana: Sello Editorial Academia.
- Burgoyne, A. P., Sala, G., Gobet, F., Macnamara, B. N., Campitelli, G., & Hambrick, D. Z. (2016). The relationship between cognitive ability and chess skill: A comprehensive meta-analysis. In *Intelligence* (Vol. 59). <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.08.002>
- Chabris & Hearst. (2005). *Search, recognition, and visualization in chess: Rebuttal to Gobet’s critique of Chabris and Hearst*. Unpublished manuscript.
- Charness, N. (1981). Search in chess: Age and skill differences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(2). <https://doi.org/10.1037/0096-1523.7.2.467>
- Charness, N., Reingold, E. M., & Vasyukova, E. D. (2005). The role of expertise in chess practice: A path to master-level performance. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11(4), 225-232.

- Connors, M. H., Burns, B. D., & Campitelli, G. (2011). Expertise in complex decision making: The role of search in chess 70 years after de Groot. *Cognitive Science*, 35(8).
<https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2011.01196.x>
- Correa-Mesa, J. F., & Álvarez-Peña, P. A. (2016). Anticipation neurology and its implications in sports. In *Revista Facultad de Medicina* (Vol. 64, Issue 1).
<https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64.n1.50473>
- De Groot, A. D. (1946). Thought and choice in chess. In *Thought and Choice in Chess*.
<https://doi.org/10.1515/9783110816877-008>
- De Groot, A. (2016). Thought and Choice in Chess. ISHI PRESS INTERNATIONAL
- Deng, L., Cheng, Y., Cao, X., Feng, W., Zhu, H., Jiang, L., Wu, W., Tong, S., Sun, J., & Li, C. (2019). The effect of cognitive training on the brain's local connectivity organization in healthy older adults. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45463-x>
- Dvoretsky, M. (2021). Dvoretsky's Endgame Manual, Edition 4.
- Dreyfus, H. L., Dreyfus, S. E., & Zadeh, L. A. (2008). Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer. *IEEE Expert*, 2(2).
<https://doi.org/10.1109/mex.1987.4307079>
- Duan, X., Long, Z., Chen, H., Liang, D., Qiu, L., Huang, X., Liu, T. C. Y., & Gong, Q. (2014). Functional organization of intrinsic connectivity networks in Chinese-chess experts. *Brain Research*, 1558. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.02.033>
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.
- Ericsson, K. A. (2006). The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance. In *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*.
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511816796>
- Ericsson, K. A. and R. P. (2016). *Peak Secrets from the New Science of Expertise* (M. Books (ed.)).
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160. ~~Download PDF~~
- FIDE. (2021). *FIDE Handbook, Fide Charter 2018* (L. I. C. Federation (ed.)).

- Fuentes, J. P., Villafaina, S., Collado-Mateo, D., de la Vega, R., Gusi, N., & Clemente-Suárez, V. J. (2018). Use of Biotechnological Devices in the Quantification of Psychophysiological Workload of Professional Chess Players. *Journal of Medical Systems*, 42(3). <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0890-0>
- Gajewski, P. D., & Falkenstein, M. (2018). ERP and behavioral effects of physical and cognitive training on working memory in aging: A randomized controlled study. *Neural Plasticity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3454835>
- Gaschler, R., Progscha, J., Smallbone, K., Ram, N., & Bilalić, M. (2014). Playing off the curve - testing quantitative predictions of skill acquisition theories in development of chess performance. *Frontiers in Psychology*, 5(AUG). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00923>
- Gobet, F., & Simon, H. A. (1996). The Roles of Recognition Processes and Look-Ahead Search in Time-Constrained Expert Problem Solving: Evidence from Grand-Master-Level Chess. *Psychological Science*, 7(1). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1996.tb00666.x>
- Gong, Y., Ericsson, K. A., & Moxley, J. H. (2015). Recall of briefly presented chess positions and its relation to chess skill. *PLoS ONE*, 10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118756>
- Gonzalez, A., Garcia, A., & Fernández, J. (2016). Factors related to the abandonment of participants in educational programs on physical activity: A review. *Journal of Behavioral Medicine*, 39(4), 537-548.
- Hänggi, J., Brüttsch, K., Siegel, A. M., & Jäncke, L. (2014). The architecture of the chess player's brain. *Neuropsychologia*, 62(1). <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.019>
- Harris, D. J., Lannigan, K., & McKenzie, M. M. (2018). Engagement, attrition, and completion of remote education programs: Insights from a multi-state cohort study. *Distance Education*, 39(4), 546-561.
- Hoffman, R. (2017). The science of expertise: Behavioral, neural, and genetic approaches to complex skill. In *The Science of Expertise: Behavioral, Neural, and Genetic Approaches to Complex Skill*. <https://doi.org/10.4324/9781315113371>
- Holding, D. H. (1992). Search Process Versus Pattern Structure in Chess Skill. *Advances in Psychology*, 93(C). [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)61029-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)61029-8)
- Kalinin, A. (2017). *Chess Training for candidate masters* (N. in Chess (ed.)).

- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17(11).
<https://doi.org/10.1523/jneurosci.17-11-04302.1997>
- Kasparov, G. M. G. (2017). Deep thinking: Where Machine Intelligence Ends and Human Creativity Begins. In *Taiwan Review*.
- Kesner, R. P., & Rolls, E. T. (2015). A computational theory of hippocampal function, and tests of the theory: New developments. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 48).
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.11.009>
- Kotov, A. (2019). *The Science of Strategy*. Quality Chess UK Ltd.
- Krivec, J., Bratko, I., & Guid, M. (2021). Identification and conceptualization of procedural chunks in chess. *Cognitive Systems Research*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2021.05.001>
- Krogius, N. (1976). *Psychology in Chess*. Pitman House Limited.
- Leone, M. J., Slezak, D. F., Cecchi, G. A., & Sigman, M. (2014). The geometry of expertise. *Frontiers in Psychology*, 5(FEB). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00047>
- Linhares, A., Freitas, A. E. T. A., Mendes, A., & Silva, J. S. (2012). Entanglement of perception and reasoning in the combinatorial game of chess: Differential errors of strategic reconstruction. *Cognitive Systems Research*, 13(1).
<https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2010.12.006>
- Miller, W. R., & Rollnick, S. (2014). **Motivational interviewing: Helping people change.** Guilford publications.
- Nyhus, E., & Barceló, F. (2009). The Wisconsin Card Sorting Test and the cognitive assessment of prefrontal executive functions: A critical update. *Brain and Cognition*, 71(3).
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.03.005>
- Puddephatt, A., & Fine, G. A. (2013). Chess as Art, Science, and Sport. In *A Companion to Sport*.
<https://doi.org/10.1002/9781118325261.ch23>
- Python Software Foundation. (2024). *Python Language Reference, version 3.x*. Available at
<https://www.python.org/>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.8 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [25 noviembre 2025].

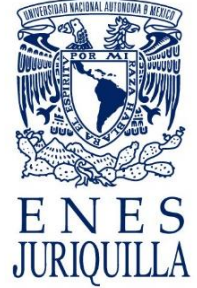
- Reingold E. M. & Sheridan H. (2023). Chess Expertise Reflects Domain-specific Perceptual Processing: Evidence from Eye Movements. *Journal of Expertise* 2023. Vol. 6(1) ISSN 2573-2773
- Rojas, L. (2011). *APPROACH TO THE STUDY OF COGNITIVE FLEXIBILITY IN CHESS PLAYERS CHILDREN*.
- Rolls, E.T., Kesner, R.P., (2006). A computational theory of hippocampal function, and empirical tests of the theory. *Prog. Neurobiol.* 79, 1–48.
- Rolls, E. (2013). A quantitative theory of the functions of the hippocampal CA3 network in memory. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, (), n/a.
- Saariluoma, P. (1985). Chess players' intake of task-relevant cues. *Memory & Cognition*, 13(5). <https://doi.org/10.3758/BF03198451>
- Simon & Chase. (1973). Perception in Chess. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 46(3), 455–475.
- Singh, S. (2023). Chess and the human brain-demystifying the therapeutic value of a board game. *Journal of High School Science*, 7(3).
- Smith, A., & Tikkanen, H. (2018). The Woodpecker Method. In *The Woodpecker Method* (Vol. 53, Issue 9).
- Smith, E. T., Bartlett, J. C., Krawczyk, D. C., & Basak, C. (2021). Are the advantages of chess expertise on visuo-spatial working-memory capacity domain specific or domain general? *Memory and Cognition*, 49(8). <https://doi.org/10.3758/s13421-021-01184-z>
- Sunday, M., & Gauthier, I. (2017). The neural underpinnings of perceptual expertise. In *The Science of Expertise: Behavioral, Neural, and Genetic Approaches to Complex Skill*. <https://doi.org/10.4324/9781315113371>
- Tatum, W. O. (2021). Handbook of EEG interpretation, third edition. In *Handbook of EEG Interpretation, Third Edition*.
- Tenenbaum, G., & Eklund, R. C. (2020). Handbook of Sport Psychology: Fourth Edition. In *Handbook of Sport Psychology: fourth Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118270011>
- Unterrainer, J. M., Kaller, C. P., Halsband, U., & Rahm, B. (2006). Planning abilities and chess: A comparison of chess and non-chess players on the Tower of London task. *British Journal of*

Psychology, 97(3). <https://doi.org/10.1348/000712605X71407>

- Unterrainer, J. M., Kaller, C. P., Leonhart, R., & Rahm, B. (2011). Revising superior planning performance in chess players: The impact of time restriction and motivation aspects. *American Journal of Psychology*, 124(2). <https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.124.2.0213>
- Villafaina, S., Collado-Mateo, D., Cano-Plasencia, R., Gusi, N., & Fuentes, J. P. (2019). Electroencephalographic response of chess players in decision-making processes under time pressure. *Physiology and Behavior*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.10.017>
- Villafaina, S., Castro, M. A., Pereira, T., Carvalho Santos, A., & Fuentes-García, J. P. (2021). Neurophysiological and autonomic responses of high and low level chess players during difficult and easy chess endgames – A quantitative EEG and HRV study ☆. *Physiology and Behavior*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113454>
- Wang, M. T., & Eccles, J. S. (2020). Conceptualizing and measuring a sense of belonging: A multimethod approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 119(4), 820-835.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD JURIQUILLA



26 de noviembre, 2025

Psic. Uriel Mendoza Acosta
Jefe de Posgrado y Vinculación
Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
PRESENTE

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Baso mi decisión en lo siguiente:

He revisado el trabajo de tesis la cual es pertinente a su formación dentro del programa de Doctorado en Ciencia Cognitivas. La metodología utilizada para responder a las preguntas de investigación y someter a comprobación las hipótesis que emergen de su problema de investigación, ha sido adecuada. La redacción del marco teórico y la discusión muestran su conocimiento del fenómeno estudiado. Después de realizar el seguimiento como su Director de Tesis y llevar a cabo todas las revisiones pertinentes y habiendo cumplido, el alumno, con todos los puntos que le he señalado, considero, en lo que a mí respecta, que el trabajo se encuentra terminado y se puede proceder a la defensa del mismo una vez atendidas las consideraciones del Comité Sinodal y concluido el proceso de revisión por parte del mismo.

Sin más por el momento, quedo de usted

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

e.firma UAEM

DR. JAVIER SÁNCHEZ LÓPEZ
PROFESOR DE CARRERA ASOCIADO C DE TIEMPO COMPLETO
javier.sanchezlopez@unam.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

JAVIER SANCHEZ LOPEZ | Fecha:2025-11-26 16:06:50 | FIRMANTE

jXOOcYTbzosWTptyQ5Ukzp5/XDyGSOuN8NWNohs0H2LreTrlCFGY2tfAjmK7cDFGZZZQrBDImbzJYNukxjnu3uXbpdRWGBWACTN7mnL8t8m8BqdxPa3rFGF9t33WkLJiP7HU
R9cQhaBMBDyhzEUqZ1i7jdbcl7szZy4688nVNFf5C/qYB0alRD0x43jFL7cRsRjJIQ8DfJSIQIWR6d5r2URxIMR6HqUcbNirdHMPSwUJajmfUMOogV4r4bKel5Htjrb4k8n1NNIoCaG/
ZtXHqpxHul72/z9ftgciZDBjneGP9BpX2hwhA52Z/qm6ZWpLWD81Im7La1wvbmnr+SY4ww==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[WMJFGtZp](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Sio3hdGOXOvxVZHbXFMF1yfWzclRKoKo>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029

Cuernavaca, Morelos a 27 de noviembre de 2025

Psic. Uriel Mendoza Acosta
Jefe de Posgrado y Vinculación
Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
PRESENTE

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Baso mi decisión en lo siguiente:

Considero que la tesis se encuentra terminada, ya que contiene todos los elementos que se requieren para plantear el problema, el método, los resultados, la discusión y las conclusiones de la investigación realizada.

Sin más por el momento, quedo de usted

A t e n t a m e n t e

(e.firma UAEM)

Dra. Alma Janeth Moreno Aguirre
Profesora Investigadora de Tiempo Completo, UAEM



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

ALMA JANETH MORENO AGUIRRE | Fecha:2025-11-27 05:55:14 | FIRMANTE

TDOpWisCi54Wdf3+5gMVDF9pnT0A2sDTMxYZb1PJ0xcNTemL0uuQ1HqxN1tYu4vwrClSaZxp4wcTm6d//J3ymOCKhiVagnxcXHjajo/yYYBNKTum1T5F6rUfUVf9bhpmtb
hao6ODzlfMGhNB6LbtYvvnUlihnC28++o+leFTrRBps7lilZqoNykDcS5fakIncOu8ur2h+YkXrsVn9Wfm5HHXGPXg9Rga7j6Vxq8ifLVD0Vu4zI/hA1PFbZfGCCduTa4aPsqsbw
IK0VCxw+bfzTWrfTS9YELpdBVmdleooOBAy4u4ENQudSUW27qO8i1h9i7H0SmCeCBQtrKIEHTg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[Cjsrd4gWv](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/AUKGV0U3PoZaqQrXcdFp7MjGREtv16SU>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029

November 26th, 2025

Psic. Uriel Mendoza Acosta
Jefe de Posgrado y Vinculación
Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
PRESENTE

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Baso mi decisión en lo siguiente:

Comments on Study 1

1. Clear theoretical framing

Study 1 is well-grounded in classical expertise literature (De Groot, Chase & Simon), and the candidate demonstrates a solid understanding of chunk theory and perceptual encoding. The connection between novices' limited chunk repertoires and their weaker reconstruction performance is well articulated and theoretically coherent.

2. Contribution to an under-explored population

A major strength is the focus on novice players, a population rarely examined in depth. The evidence that novices outperform randomness and rely on emerging semantic structures contributes meaningfully to the debate on whether early-stage pattern knowledge is categorical or continuous.

3. Methodological strengths and limitations

The use of real vs. random positions is theoretically justified and leverages established paradigms. However, the study could benefit from clearer justification for the selection of cognitive tasks. The absence of significant mediation effects may reflect insufficient statistical power or the possibility that underlying cognitive mechanisms are not linear or hierarchical.

4. Interpretation of working memory findings

The correlation between Elo and the Corsi Backward test is noteworthy. However, the interpretation could be more cautious: working memory may correlate with Elo simply

because both reflect general cognitive ability rather than chess-specific processes. More nuanced models (e.g., SEM) may better disentangle domain-general from domain-specific contributions.

5. Regression model considerations

The regression explaining 35.8% of Elo variance is promising but modest. The model's reliance on pattern recognition variables should be interpreted carefully, as novice Elo ratings tend to be unstable and noisy. Cross-validation might provide more robust insights.

6. Theoretical integration

The discussion appropriately connects findings to chunk theory but could further consider alternative theories—such as template theory or the role of attentional control—to deepen the theoretical debate.

7. Novelty and contribution

One valuable insight is the empirical confirmation that novices do not behave randomly, contradicting classic early interpretations. This represents a meaningful contribution to the developmental perspective on chess cognition.

8. Opportunities for improvement

The study would benefit from more refined operationalization of deep search strategies, perhaps through multi-move prediction tasks rather than performance-based proxies.

9. Generalizability

The sample size and age distribution may limit external validity. Additional demographic information (e.g., years of play, frequency of practice) could improve interpretability.

10. Future directions

Overall, Study 1 demonstrates solid methodological grounding and meaningful findings but would be strengthened by more advanced modeling of cognitive predictors and clearer differentiation between domain-general and domain-specific capacities.

Comments on Study 2

1. Important applied contribution

Study 2 addresses the translational value of cognitive theory by testing a real training method (Woodpecker approach). This is a major strength, as it bridges theory with educational practice.

2. Issues with participant attrition

The low completion rate ($\approx 47\%$) is a major methodological limitation. The candidate correctly notes attrition as a confounder, but more rigorous dropout analysis (e.g., comparing completers vs. non-completers on pre-test variables) is necessary to rule out systematic bias.

3. Baseline differences between groups

The presence of significant pre-test differences undermines the internal validity of the intervention. Randomization or statistical control (e.g., ANCOVA with pre-test scores as covariates) would be needed in future research to more confidently attribute improvements to the Woodpecker method.

4. Unexpected improvement on random positions

The improvement on random-position reconstruction is intriguing and warrants deeper theoretical interpretation. It may reflect increased general visual encoding rather than true chunk acquisition. This result challenges the hypothesis and suggests that pattern-recognition training may spill over into domain-general visual memory processes.

5. Interpretation of cognitive gains

While pattern-recognition improved, the absence of Elo improvement should be interpreted carefully. Elo is a slow-changing metric and not ideal for short interventions. The study would benefit from alternative performance measures (e.g., engine-evaluated move quality).

6. Strength of experimental paradigm

The use of established cognitive tasks strengthens the methodological rigor. However, the study could deepen its analysis by incorporating reaction-time measures or error-type categorization, which might better reveal training-related cognitive changes.

7. Theoretical implications.

The findings support theories emphasizing deliberate practice and structured repetition. However, the results also indicate that repetitive pattern training may influence novices differently than experts, suggesting a potentially developmental mechanism worth exploring.

8. Control group limitations

The comparison with traditional teaching is valuable, but the study could have benefited from clearer operationalization of "traditional instruction," as this category is often highly variable across settings.

9. Training dosage and fidelity

The Woodpecker method requires high intensity and discipline; the study would benefit from qualitative or adherence data explaining why many participants dropped out and how training fidelity varied.

10. Future direction

The suggestion to integrate EEG in future studies is scientifically sound and novel. It would allow examination of temporal neural dynamics associated with chunk acquisition and pattern retrieval—an excellent direction for a doctoral program.

Overall doctoral evaluation

Together, Studies 1 and 2 form a coherent empirical program with clear theoretical justification and applied relevance. Study 1 provides a strong cognitive foundation, while Study 2 extends those findings into training intervention research. Both studies demonstrate substantial originality, but methodological challenges, especially in Study 2, should be addressed in future work to strengthen causal claims.

Overall, the candidate demonstrates strong command of cognitive theory, methodological competence, and the ability to integrate findings within broader literature. With refinements in design, statistical modeling, and participant management, this line of research has strong potential to contribute significantly to the psychology of expertise and chess pedagogy.

Sin más por el momento, quedo de usted.

A t e n t a m e n t e

(e.firma UAEM)

Prof Marika Berchicci



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

MARIKA BERCHICCI | Fecha:2025-11-26 08:17:22 | FIRMANTE

ITYGzWh4aQR+ow1Nawwq40YEI92gNU6O3N0BQDuoZ2QBKQoMikNYWtxk15u88PRc35Ani9EthjZF+7wG6DTAW2cmgMFiZhBMU64ypqOpsllpR7HrtZ5DfzDNjm1+96fS
vW79QNOP4Qi8tFjpcwbzntIEtJ+++rFQZHOWeEn7aRF+4tljfVISO3hFReaq9PNcHfplM7TiwF3juYfqXBSilnoRTEolEYs9hQ53eRc9FyGED7pgzsl/y3B7kG8jQXig6hu5iGkmh
M4SK7aLGFTrzG5FrasMGB/SJcUgo3X3hP47o+54DtkmD1EZohCfSXAZRkgBabiGf/+dkrpGFJfQviw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



GX4PtsiZd

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/1ER4f9oJ36eCXclvbrXeXVtm9ZpsGok>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



CENTRO DE INVESTIGACIÓN TRANSDISCIPLINAR EN PSICOLOGÍA

Cuernavaca, Morelos a 26 de noviembre de 2025

Psic. Uriel Mendoza Acosta
Jefe de Posgrado y Vinculación
Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
PRESENTE

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Baso mi decisión en lo siguiente:

La tesis tiene como objetivo el contribuir al entendimiento del efecto que la habilidad para el reconocimiento de patrones visuales y la memoria de trabajo ejercen sobre en el desempeño de partidas ajedrez evaluado con el índice Elo. Para ello se presentan dos estudios, en el primero se evalúa la capacidad de ajedrecistas noveles para replicar patrones de jugadas reales con piezas colocadas en el tablero de ajedrez versus patrones aleatorios -como indicador de procesamiento de bajo nivel-, relacionándolo además con la tarea de memoria de trabajo como indicador de procesamiento profundo y con el índice Elo. Mientras que en el segundo estudio se evalúa el efecto del método de Woodpecker para mejorar el desempeño en el reconocimiento de patrones y en la habilidad para jugar ajedrez. Se trata de un estudio exploratorio novedoso en el campo del ajedrez y de las ciencias cognitivas.

Sin más por el momento, quedo de usted

Atentamente
(e.firma UAEM)

Dra. Ma. de la Cruz
Bernarda Téllez Alanís
Profesora-Investigadora de la UAEM





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

MA DE LA CRUZ BERNARDA TELLEZ ALANIS | Fecha:2025-11-27 00:50:16 | FIRMANTE

j62PvU2dUaliuDLjTkb7pYyZTzQQzKF+HIK51S/PI3X39FYnk8MyN316A0QpC1Dql15SmWd0XeZEng1o0M3DIOjYEF6bDdfnfiW9pRtkPg/snhTYGBrhE5O6Z6JWCeiYPQ3EWa54dTFoAYdbTzpcEVJu3xnezmvJTWpz5EDuIR7VUeEITaeBp2zoB3eYSAjQ036vN7qVp1C6AWpQ05eljUAAzf3GpVSz3JWNY8MyuLbLvh7N6cW4m4cazKLCvg6Gn7eRshjChVq+MBKIsZ6erHtQU/2qn+g5GaLiCFfiRUuEvGG5tf4spVE9x3PJh7+BE7eJ35obWxjhjK+Jilk4g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



IFtg8doTZ

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Hww3XeilJOg5nm1WxkUmyHcQDb2o2467>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



Cuernavaca, Morelos, 24 de noviembre de 2025

Psic. Uriel Mendoza Acosta
Jefe de Posgrado y Vinculación
Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
PRESENTE

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Baso mi decisión en lo siguiente:

La tesis aborda un problema legítimo y vigente en la investigación sobre expertise. La revisión teórica es amplia, bien documentada y alinea la pregunta empírica con debates clásicos y contemporáneos. El documento está completamente dentro del campo de las Ciencias Cognitivas: combina psicología cognitiva, neurociencia, pedagogía y análisis computacional del juego. Los resultados aportan evidencia útil sobre los mecanismos tempranos del aprendizaje experto.

Algunas cosas que se podrían mejorar:

- Un análisis más crítico sobre por qué el entrenamiento no produjo efectos visibles.
- Discusión sobre fatiga, adherencia, motivación y sesgos en la selección de participantes.
- Algunas secciones repiten información teórica.



Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. JORGE PABLO OSEGUERA GAMBA
Profesor Investigador de Tiempo Completo, Asociado C
Coordinador del Doctorado en Ciencias Cognitivas
Responsable del Área Disciplinar "Epistemología y Filosofía de la Mente"



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

JORGE PABLO OSEGUERA GAMBA | Fecha:2025-11-24 16:33:41 | FIRMANTE

WcJD2nh0YsfqF6TxZLhF4vE//XLB35Mbrz7mLdEEVLhldZsW5aZVTSllY5ewhFmFhb1OATQGBEwxJVxPs5SU+1oHAQ7hpi1I6fcHhShC7bEAQC98HhoYrtxqrbhrHIXFS/XlvVo3rlGeZPyAb4euj+USsRSM2uquqeZ8xfuGVdLVkTbYZ/cCLj8z1d7NmovLjJQebTkfo6lGkmgxUMapvgOTO7nyGs6pV5pLvqAZOMjyBVoq+wwmnPMZOIFJIYcz0eyMCElAtqdT3p7Qg43mDsqqE/U/h3ifrhqnPdI3Rh7+vpncFqrKD4fixLpVGIKQCURX0Ww8rEMLrNGisA42Aw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[4JkmaRwX](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/TjINbTp8YhsMMfe2wwzZqIkLQAIrPETW>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



ESCUELA DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MAZATEPEC

Subsede Miacatlán

Cuernavaca, Morelos, 24 de noviembre de 2025

PSIC. URIEL MENDOZA ACOSTA
JEFE DE POSGRADO Y VINCULACIÓN DEL CINCCO
P R E S E N T E

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Bajo mi decisión en lo siguiente:

El estudiante atendió las observaciones que se le hicieron a su documento previo a la revisión final, y consta en esta última versión que la tesis cumple cabalmente con todos los elementos necesarios para dar paso al examen de grado. Se realizó una razonable presentación y análisis del trabajo en dos estudios, lo cual dio mayor claridad sobre los alcances que tuvo la investigación llevada a cabo.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente

Por una humanidad culta

DR. GERARDO MALDONADO PAZ
Profesor Investigador de Tiempo Completo

C.i.p. - Archivo



Carretera Federal Alpuyecá-Grutas s/n, Col. La Toma, C.P. 62604, Miacatlán,
Morelos. Tel. (737) 373 4831, (737) 373 4782, Ext. 7901 / eesm@uaem.mx

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

GERARDO MALDONADO PAZ | Fecha:2025-11-24 20:28:45 | FIRMANTE

oV7580D2B6RynxF38PGEEdxI+5+jwNOU3f7CILBNiki8SWIGh3qc/3yOlteBuRkFsYt+9OhW7KX2bP/WF/qjXOMX7KGfIPUL+tStbn9dw+/Vz5w8YaqCSQPOcjVKPv7si47OoblNbCKIOgFZpqht5q5O+CRQuWBYL0nx45KunOGZRBvnCr2FI+p9kmCglE5LjTS2uBGeB3FRTo4fQsEm+iZexDlmfDjMLIoJ+VizCkZTHnLhxAbWxVq/eZi6kXgeTBVApI5IyJ8mMkEh87aKMjV5Atv/s4yn2IZ/DZJY8u5mJsFOtcd97V11OyOfR6E4kLyOmNjGKc09te7ysFOBQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[snvo6uKh7](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/dvbJr3fMmK4r1AOXSz6gfVwGIAO2k5Hp>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS COGNITIVAS



Cuernavaca, Morelos a 27 de noviembre del 2025

Psic. Uriel Mendoza Acosta
Jefe de Posgrado y Vinculación
Centro de Investigación en Ciencias Cognitivas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
PRESENTE

Por medio de la presente le comunico que he leído la tesis **Factores Cognitivos que Influyen en el Rendimiento en Ajedrez de Jugadores Novatos: Un Enfoque en el Reconocimiento de Patrones y los Métodos de Entrenamiento**, que presenta el egresado:

Isidoro Astudillo Sandoval

para obtener el grado de Doctor en Ciencias Cognitivas. Considero que dicha tesis está terminada por lo que doy mi **voto aprobatorio** para que se proceda a la defensa de la misma.

Bajo mi decisión en lo siguiente:

El carácter cognitivo de la tesis presentada por el Mtro. Isidro Astudillo Sandoval aparece claramente. La tesis cumple con el requisito de interdisciplinariedad con fuentes psicológicas, neurocientíficas y filosóficas. Su presentación de los términos técnicos y metodológicos es clara. Explica de manera precisa el sistema de puntaje ELO, así como el método Woodpecker y la noción de Maestría en ajedrez. La tesis cuenta con una bibliografía amplia y pertinente

Sin más por el momento, quedo de usted

Atentamente

(e.firma UAEM)

Dr. Jean Philippe Andre Jaze Claude



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Edificio 41,
Tel. 777 329 70 00, Ext. 3760 jean.philippe@uaem.mx

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento con firma electrónica UAEM, soportada por el certificado vigente a la fecha de su elaboración y con efectos plenos de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS PUBLICADOS en el ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO "ADOLFO MENÉNDEZ SAMARÁ" número 117 de fecha 20 de abril de 2021.

Sello electrónico

JEAN PHILIPPE ANDRE JAZE CLAUDE | Fecha:2025-11-27 08:52:44 | FIRMANTE

2JoH3QtKWpBrNRP42OjFi4urWkw/8BeQvRFBqWpULRDqy4inwdoL9aqKVHoxSYKzPAH3sV3rqQWjJNx9XsAsoVb+JLC1pmfXXsA8aQRCTTI+I3/eNN+9IEpXw1pZG8Ov9CtC
DkRXi+ilnhuWxU3H2Y0l+wl45O6k/vXM6//rw0yj0ZRrxLg5ZZLsCTZ031ayaMKp0g97vKEpCBGYFVWBx9dpLZUkWWAW0eOWIDWzifrcrFCE8vi2wRSTUhcQFQBwqSs+Lhwrd
QkXl2ueX5kJC8dgVlvuaots6ldxyBK0PeOFq2doCmTd13jxr+kiyCytWiB6+xGNb1ZF2LnWw3Dw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[ufik6F4AP](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/BmKzc2vyX9XutZrRcB5CcQXnRtai23Jb>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029