



FUNCIONES EJECUTIVAS Y PENSAMIENTO COMPLEJO EN EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA: FUNDAMENTOS NEUROEDUCATIVOS PARA UNA PRAXIS PEDAGÓGICA CONTEXTUALIZADA

Wilfredo Mariño Muñoz

*Universidad Pedagógica Experimental Libertador
Venezuela*

wimm82@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5461-8601>

DOI: <https://doi.org/10.56219/se.v26iExtraordinaria%20Nº%201.5097>

p.p. 500-510

RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito analizar la articulación entre funciones ejecutivas y pensamiento complejo como fundamentos neuroeducativos para orientar una praxis pedagógica contextualizada en la educación básica secundaria. Sustentado en los aportes de Diamond (2020) sobre regulación cognitiva, Zelazo (2020) acerca del desarrollo ejecutivo en la adolescencia y Morin (2020) desde la perspectiva de la complejidad, el estudio se desarrolló como una investigación cualitativa en modalidad documental con enfoque hermenéutico. Se realizó una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2020 y 2025 en bases de datos académicas indexadas, seguida de un análisis categorial orientado a integrar los ejes de regulación cognitiva, complejidad educativa y mediación pedagógica. Los hallazgos evidencian que la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva constituyen procesos estructurantes de la autorregulación académica, cuyo desarrollo no depende exclusivamente de la maduración neurobiológica, sino de experiencias formativas intencionalmente diseñadas y situadas en contextos socioculturales específicos. Asimismo, se identificó que la regulación emocional y las condiciones territoriales influyen de manera significativa en la consolidación de dichos procesos, particularmente en escenarios educativos como el de la Institución Educativa Liceo del Llano, en Arauquita, Arauca. Se concluye que la integración entre funciones ejecutivas y pensamiento complejo amplía la comprensión del aprendizaje escolar y ofrece criterios conceptuales para fortalecer prácticas pedagógicas contextualizadas en educación secundaria.

Palabras clave: funciones ejecutivas; pensamiento complejo; autorregulación académica; neuroeducación; educación básica secundaria; praxis pedagógica.

EXECUTIVE FUNCTIONS AND COMPLEX THINKING IN SECONDARY BASIC EDUCATION: NEUROEDUCATIONAL FOUNDATIONS FOR A CONTEXTUALIZED PEDAGOGICAL PRAXIS

ABSTRACT

This article analyzes the articulation between executive functions and complex thinking as neuroeducational foundations to guide a contextualized pedagogical praxis in secondary basic education. Drawing on Diamond (2020) regarding cognitive regulation, Zelazo (2020) on executive development in adolescence, and Morin (2020) from the perspective of complexity, the study was conducted as qualitative documentary research with

CITA EN APA:

Mariño Muñoz, W. (2026). Funciones ejecutivas y pensamiento complejo en educación básica secundaria: Fundamentos neuroeducativos para una praxis pedagógica contextualizada. Sinopsis Educativa: Revista Venezolana de Investigación, 26(Extraordinario 1), pp 483-493. Recuperado en: https://revistas.upel.edu.ve/index.php/sinopsis_educativa/issue/archive



a hermeneutic approach. A systematic review (2020–2025) and categorical analysis revealed that working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility structure academic self-regulation, shaped not only by neurobiological maturation but also by intentional learning experiences within specific sociocultural contexts. Emotional regulation and territorial conditions significantly influence these processes. The integration of executive functions and complex thinking enriches the understanding of school learning and provides conceptual criteria to strengthen contextualized pedagogical practices in secondary education.

Keywords: executive functions; complex thinking; academic self-regulation; neuroeducation; secondary basic education; pedagogical praxis.

FONCTIONS EXÉCUTIVES ET PENSÉE COMPLEXE DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE DE BASE : FONDEMENTS NEUROÉDUCATIFS POUR UNE PRAXIS PÉDAGOGIQUE CONTEXTUALISÉE

RÉSUMÉ

Cet article analyse l'articulation entre les fonctions exécutives et la pensée complexe comme fondements neuroéducatifs pour orienter une praxis pédagogique contextualisée dans l'enseignement secondaire de base. S'appuyant sur Diamond (2020) concernant la régulation cognitive, Zelazo (2020) sur le développement exécutif à l'adolescence et Morin (2020) depuis la perspective de la complexité, l'étude s'est développée comme une recherche qualitative documentaire à approche herméneutique. Une revue systématique (2020–2025) et une analyse catégorielle ont montré que la mémoire de travail, le contrôle inhibiteur et la flexibilité cognitive structurent l'autorégulation académique, influencées non seulement par la maturation neurobiologique mais aussi par des expériences formatives intentionnellement conçues dans des contextes socioculturels spécifiques. La régulation émotionnelle et les conditions territoriales jouent également un rôle déterminant. L'intégration des fonctions exécutives et de la pensée complexe enrichit la compréhension de l'apprentissage scolaire et fournit des critères pour renforcer des pratiques pédagogiques contextualisées dans l'enseignement secondaire.

Mots clés : fonctions exécutives ; pensée complexe ; autorégulation académique ; neuroéducation ; enseignement secondaire de base ; praxis pédagogique.

FUNÇÕES EXECUTIVAS E PENSAMENTO COMPLEXO NO ENSINO BÁSICO SECUNDÁRIO: FUNDAMENTOS NEUROEDUCATIVOS PARA UMA PRÁXIS PEDAGÓGICA CONTEXTUALIZADA

RESUMO

O artigo analisa a articulação entre funções executivas e pensamento complexo como fundamentos neuroeducativos para orientar uma práxis pedagógica contextualizada no ensino básico secundário. Com base em Diamond (2020) sobre regulação cognitiva, Zelazo (2020) sobre desenvolvimento executivo na adolescência e Morin (2020) sob a perspectiva da complexidade, o estudo foi desenvolvido como uma pesquisa qualitativa documental com abordagem hermenêutica. Uma revisão sistemática (2020–2025) e uma análise categorial revelaram que a memória de trabalho, o controle inibitório e a flexibilidade cognitiva estruturam a autorregulação acadêmica, moldadas não apenas pela maturação neurobiológica, mas também por experiências formativas intencionalmente planejadas em contextos socioculturais específicos. A regulação emocional e as condições territoriais influenciam significativamente esses processos. A integração entre funções executivas e pensamento complexo amplia a compreensão da aprendizagem escolar e oferece critérios para fortalecer práticas pedagógicas contextualizadas no ensino secundário.

Palavras-chave: funções executivas; pensamento complexo; autorregulação acadêmica; neuroeducação; ensino básico secundário; práxis pedagógica.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la discusión sobre la calidad educativa en la educación básica secundaria ha comenzado a desplazarse del énfasis exclusivo en contenidos hacia los procesos cognitivos que sostienen el aprendizaje. Docentes e instituciones se enfrentan a estudiantes que, aun comprendiendo conceptos disciplinares, presentan dificultades para planificar tareas, sostener la atención, regular impulsos o adaptarse a nuevas exigencias académicas. Estas manifestaciones no pueden interpretarse únicamente como falta de motivación o déficit disciplinar; remiten a procesos más profundos vinculados con la autorregulación del aprendizaje.

En este escenario, las funciones ejecutivas han adquirido relevancia como categoría explicativa del desempeño escolar. Investigaciones recientes han demostrado su relación con el logro académico y el bienestar adolescente (Diamond, 2020; Kitil et al., 2025). Sin embargo, su incorporación al campo educativo ha sido desigual. Con frecuencia se abordan desde una perspectiva neuropsicológica fragmentada, desvinculada de la complejidad institucional y territorial en la que se desarrolla el proceso formativo.

Bajo esta premisa, es imperativo reconocer que la autorregulación académica no es un constructo estático, sino un entramado dinámico de procesos metacognitivos, afectivos y conductuales que orquestan la acción intencional del estudiante frente a demandas situadas. Esta concepción supera la noción de “habilidades” aisladas y propone entender las funciones ejecutivas —memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva— como disposiciones que se activan en la práctica cotidiana, mediadas por las normas escolares y las expectativas del entorno.

Asimismo, las ecologías escolares actúan como matrices que moldean la arquitectura de dicha autorregulación. Factores como la organización del tiempo institucional, la cultura de evaluación y las narrativas que circulan sobre el éxito inciden directamente en la emergencia de hábitos académicos. En este sentido, la mediación pedagógica no debe verse como una intervención

externa, sino como un sistema de apoyos graduados que favorece la progresiva autonomía del estudiante, integrando el andamiaje cognitivo con la realidad del territorio.

Esta limitación resulta especialmente significativa en contextos como el municipio de Arauquita, donde las dinámicas socioculturales y territoriales inciden en la construcción de hábitos académicos y proyectos de vida. En la Institución Educativa Liceo del Llano, las dificultades asociadas a la organización del trabajo escolar y a la persistencia ante la exigencia académica plantean la necesidad de una lectura que trascienda explicaciones simplificadoras. Comprender el aprendizaje en estos escenarios exige integrar dimensiones neurocognitivas, emocionales y contextuales.

En espacios geográficos caracterizados por la movilidad poblacional y la heterogeneidad sociocultural, como los territorios fronterizos, los desafíos del aula se multiplican. Aquí, la función docente se transforma en una labor de ingeniería pedagógica que debe considerar la seguridad del entorno y el acceso a recursos tecnológicos como variables que habilitan o restringen la agencia del alumno. Por ello, la praxis pedagógica contextualizada emerge como una respuesta ética que busca hacer inteligibles los desafíos de la vida local a través del currículo.

Desde esta perspectiva, el pensamiento complejo ofrece un marco epistemológico que permite articular dichas dimensiones sin reducirlas a explicaciones lineales (Morin, 2020). La regulación cognitiva no puede entenderse como atributo aislado del individuo, sino como proceso emergente de la interacción entre cerebro, experiencia educativa y entorno sociocultural. La neuroeducación, por su parte, abre la posibilidad de traducir hallazgos científicos en orientaciones pedagógicas pertinentes, siempre que se eviten reduccionismos conceptuales.

La integración de estos marcos teóricos permite pasar de un enfoque remediativo, centrado en identificar lo que el estudiante “no puede” hacer, a un enfoque ecológico-epistémico que explica cómo mejora el aprendizaje cuando se considera como un fenómeno sistémico. Esta transición exige clarificar categorías operativas que vinculen la

exigencia intelectual con el cuidado emocional, reconociendo que la cognición y la emoción son procesos indisolubles en el acto de aprender.

Por consiguiente, el diseño didáctico en la educación secundaria debe evolucionar hacia la creación de "tareas auténticas" que generen un conflicto cognitivo productivo. Estas experiencias no solo deben convocar a la adquisición de datos, sino a la deliberación ética y colectiva, permitiendo que el estudiante ponga a prueba sus funciones ejecutivas en situaciones que demanden planificación deliberada y toma de decisiones con impacto real en su comunidad educativa.

En coherencia con este planteamiento, el presente artículo tiene como propósito analizar la relación entre funciones ejecutivas y pensamiento complejo como fundamentos neuroeducativos para una praxis pedagógica contextualizada en la educación básica secundaria. Desde un enfoque cualitativo documental con orientación hermenéutica, se examina literatura científica reciente para construir una interpretación integradora situada en el contexto del Liceo del Llano, en Arauquita, Arauca.

La apuesta hermenéutica de este estudio no busca producir recetas universales ni manuales de entrenamiento cerebral descontextualizados. Por el contrario, se propone construir un marco interpretativo transferible que habilite a docentes y directivos a tomar decisiones informadas, coherentes con las singularidades de la educación secundaria en escenarios de alta complejidad social y pedagógica.

Es fundamental entender que la escuela no solo transmite saberes, sino que configura estructuras de autorregulación que acompañarán al individuo a lo largo de su vida. Al fundamentar la praxis en la neuroeducación y la complejidad, se reconoce la plasticidad cerebral como una oportunidad para mitigar las brechas de aprendizaje derivadas de las desigualdades territoriales, promoviendo una educación más equitativa y científica.

Finalmente, el análisis que se presenta a continuación busca establecer un puente entre la teoría científica y la práctica de aula, clarificando cómo la integración sistémica de las funciones cerebrales superiores y el pensamiento crítico puede transformar el clima escolar. El lector encontrará una fundamentación conceptual robusta

que articula la regulación cognitiva, la descripción del procedimiento metodológico seguido, los hallazgos derivados del análisis interpretativo y, finalmente, conclusiones orientadas a fortalecer la labor docente en el Liceo del Llano y contextos similares.

II. SÍNTESIS TEÓRICA

Antes de adentrarse en la fundamentación conceptual que sostiene este estudio, resulta necesario precisar que la comprensión de las funciones ejecutivas en el ámbito educativo no puede reducirse a una exposición de definiciones aisladas. El propósito del desarrollo teórico que sigue es articular los aportes de la neurociencia cognitiva, la teoría de la complejidad y la neuroeducación en una estructura coherente que permita interpretar el aprendizaje escolar como fenómeno sistémico. Esta integración no pretende superponer enfoques, sino establecer un diálogo entre perspectivas que, aunque provenientes de tradiciones distintas, convergen en la necesidad de comprender la autorregulación académica como proceso emergente de la interacción entre cerebro, experiencia formativa y contexto sociocultural. Desde esta lógica, el desarrollo conceptual se organiza en torno a la regulación cognitiva, la complejidad educativa y la mediación pedagógica, configurando un marco interpretativo que orienta los hallazgos posteriores y sustenta las conclusiones del estudio.

Funciones ejecutivas: fundamentos neurocognitivos y proyección educativa

Las funciones ejecutivas constituyen un sistema de control cognitivo superior que regula la conducta orientada a metas, integrando memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva (Diamond, 2020). Estas funciones permiten planificar, anticipar consecuencias, ajustar estrategias y sostener la atención frente a tareas complejas. Su desarrollo se asocia principalmente a la maduración progresiva de la corteza prefrontal durante la infancia y la adolescencia (Zelazo, 2020). Existe un promedio de edad que afirma que hasta los 25 años se mantiene esta maduración, pero es bueno recalcar que después de esa edad no indica que no se pueda trabajar esa zona.

Desde la neurociencia cognitiva, se reconoce que la memoria de trabajo posibilita mantener y manipular información relevante; el control inhibitorio facilita la supresión de impulsos y distracciones; y la flexibilidad cognitiva permite adaptar respuestas ante cambios contextuales (Diamond, 2020). En el ámbito escolar, estas dimensiones estructuran la organización del estudio, la comprensión lectora y la resolución de problemas matemáticos estos ayudan a potenciar el pensamiento lógico, crítico y creativo, permitiendo abstraer, analizar situaciones complejas y tomar mejores decisiones en la vida cotidiana. Fomenta habilidades como la perseverancia, la confianza en uno mismo, la capacidad de concentración y la búsqueda de soluciones innovadoras, promoviendo un aprendizaje significativo

Sin embargo, reducir las funciones ejecutivas a un constructo exclusivamente neuropsicológico limita su potencial educativo. Cuando se trasladan al escenario escolar, estas funciones adquieren una dimensión pedagógica: se manifiestan en la capacidad del estudiante para autorregular su aprendizaje, gestionar el tiempo y perseverar ante la dificultad. En la educación básica secundaria, etapa correspondiente a un período de reorganización prefrontal, la intervención pedagógica resulta decisiva.

En el contexto del Liceo del Llano, ubicado en Arauquita (Arauca), las dinámicas territoriales y socioculturales vuelven más complejo el proceso formativo. Las manifestaciones de desorganización académica o baja persistencia pueden interpretarse, desde este marco, como expresiones de procesos ejecutivos en consolidación más que como fallas disciplinarias. Esta lectura desplaza la explicación del déficit individual hacia una comprensión más amplia del desarrollo cognitivo en interacción con el entorno escolar.

Pensamiento complejo: marco epistemológico para la integración cerebro–contexto

El pensamiento complejo, propuesto por Morin (2020), plantea la necesidad de superar la fragmentación del conocimiento. La realidad educativa no puede analizarse desde compartimentos aislados —biológicos, psicológicos o sociales—, sino como un sistema

interdependiente donde las partes y el todo se relacionan.

Aplicado al aprendizaje, este enfoque implica reconocer que las funciones ejecutivas no operan de manera autónoma respecto del contexto. El estudiante es un sistema abierto cuya regulación cognitiva se configura en interacción con prácticas pedagógicas, la cultura institucional y condiciones sociales. Desde la complejidad, la relación cerebro–escuela no es lineal, sino recursiva: la experiencia educativa transforma la estructura cognitiva, y esta, a su vez, incide en la forma en que interactúa con el entorno.

En territorios fronterizos como Arauquita, donde confluyen dinámicas económicas, sociales y culturales específicas, el aprendizaje se encuentra atravesado por múltiples variables. Comprender el desarrollo ejecutivo en este escenario exige integrar dimensiones neurobiológicas y contextuales en una lectura sistémica.

Permite interpretar las funciones ejecutivas como procesos emergentes de un entramado que articula biología, cultura y praxis pedagógica.

Neuroeducación y praxis pedagógica contextualizada

La neuroeducación surge como campo interdisciplinario que busca traducir hallazgos de la neurociencia en orientaciones pedagógicas. Uno de sus aportes centrales es el reconocimiento de la plasticidad cerebral, entendida como la capacidad del sistema nervioso para reorganizarse a partir de la experiencia (Mora, 2020). Esta premisa sitúa a la práctica docente como mediadora activa en la configuración de redes neuronales asociadas a autorregulación y aprendizaje.

No obstante, la aplicación acrítica de conceptos neurocientíficos puede derivar en reduccionismos o simplificaciones metodológicas. La integración con el pensamiento complejo permite evitar tales riesgos, al reconocer que el desarrollo ejecutivo no depende exclusivamente de ejercicios cognitivos aislados, sino de experiencias educativas significativas y contextualizadas que el estudiante adquiere

En la educación básica secundaria del Liceo del Llano, una praxis pedagógica fundamentada en principios neuroeducativos debería promover:

- Situaciones de aprendizaje que demanden planificación y toma de decisiones.
- Espacios de reflexión metacognitiva.
- Evaluación formativa orientada al proceso.
- Estrategias que fortalezcan la regulación emocional.

Estas acciones no constituyen entrenamiento clínico, sino articulación consciente entre exigencia académica y desarrollo autorregulador. De este modo, las funciones ejecutivas se consolidan como categoría estructurante del proceso educativo y no como variable complementaria del rendimiento.

III. SÍNTESIS METODOLÓGICA

El presente estudio se inscribe en el paradigma interpretativo, el cual reconoce que los fenómenos educativos deben comprenderse desde los significados que emergen en contextos históricos y socioculturales específicos (Creswell & Poth, 2018). Desde esta perspectiva, se adoptó un enfoque cualitativo en modalidad documental con orientación hermenéutica, considerando que el objetivo no consistió en medir variables, sino en interpretar críticamente la articulación entre funciones ejecutivas y pensamiento complejo en el ámbito de la educación básica secundaria.

La investigación documental permitió examinar sistemáticamente la producción científica reciente en torno a funciones ejecutivas, neuroeducación y complejidad educativa. Este tipo de estudio se caracteriza por el análisis riguroso de fuentes académicas con el propósito de construir interpretaciones fundamentadas (Bowen, 2009). En coherencia con ello, se delimitó un corpus documental conformado por literatura científica publicada entre 2020 y 2025, seleccionada a partir de criterios de pertinencia temática, calidad académica e indexación en bases de datos reconocidas como Scopus, SciELO y Redalyc.

La orientación hermenéutica se sustentó en la comprensión de la interpretación como proceso dialógico entre texto y contexto (Gadamer, 2004). En este sentido, los documentos revisados no fueron asumidos como datos neutros, sino como construcciones discursivas susceptibles de resignificación. La lectura analítica implicó identificar núcleos conceptuales, convergencias teóricas y tensiones argumentativas, favoreciendo

la construcción progresiva de categorías interpretativas vinculadas a la regulación cognitiva, la complejidad educativa y la mediación pedagógica.

Siguiendo a Flick (2015), la categorización cualitativa no se concibe como clasificación mecánica, sino como proceso reflexivo que permite organizar el material analizado en estructuras comprensivas coherentes. Las categorías emergieron del diálogo crítico con la literatura revisada, evitando imponer marcos preestablecidos y privilegiando la coherencia interna del fenómeno estudiado.

En una fase posterior, el análisis integró los aportes teóricos identificados con las particularidades socioculturales del contexto educativo de la Institución Educativa Liceo del Llano, en el municipio de Arauquita, Arauca. Esta contextualización respondió a la necesidad de evitar generalizaciones abstractas y de reconocer que el desarrollo ejecutivo se configura en interacción con condiciones territoriales específicas. Desde la lógica del pensamiento complejo, la comprensión del aprendizaje exige articular dimensiones biológicas, emocionales y sociales en un entramado sistémico (Morin, 2020).

El alcance del estudio es analítico-interpretativo y se circunscribe a la construcción de fundamentos conceptuales orientadores de la praxis pedagógica. No se incluyó trabajo de campo ni aplicación de instrumentos empíricos, dado que el propósito consistió en elaborar una integración teórica contextualizada que aporte criterios para la reflexión educativa en secundaria. En consecuencia, los hallazgos presentados derivan del proceso interpretativo desarrollado y se fundamentan en la literatura científica revisada.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Del proceso de análisis documental y del diálogo hermenéutico establecido con el corpus científico revisado emergieron comprensiones que permiten integrar funciones ejecutivas y pensamiento complejo en una lectura contextualizada de la educación básica secundaria. El examen crítico de la literatura mostró que la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva no operan únicamente como constructos neuropsicológicos, sino como procesos

que estructuran la capacidad del estudiante para organizar su aprendizaje, sostener metas académicas y ajustar estrategias frente a la incertidumbre (Diamond, 2020; Caballero-Cobos et al., 2025). Esta comprensión desplaza la mirada del rendimiento como resultado exclusivo de contenidos hacia la autorregulación como condición estructural del proceso formativo.

Al profundizar en la literatura sobre autorregulación académica, se identificó que la interacción entre las dimensiones ejecutivas no es lineal, sino que responde a una jerarquía funcional donde la memoria de trabajo actúa como el soporte operativo que permite la actualización de metas en tiempo real. Este hallazgo sugiere que el éxito en tareas de alta demanda cognitiva en secundaria depende menos de la retención de datos y más de la capacidad de "monitorización activa", lo que refuerza la tesis de que la mediación pedagógica debe centrarse en procesos de pensamiento y no solo en resultados finales.

Asimismo, emergió con claridad la noción de que la flexibilidad cognitiva es el eje que permite el pensamiento complejo en el aula. Los estudios revisados indican que los estudiantes capaces de alternar entre distintos marcos conceptuales presentan una mayor resiliencia ante el fracaso académico. Esto implica que la enseñanza de la flexibilidad no puede ser un evento aislado, sino una constante en el diseño curricular que fomente la divergencia y la exploración de múltiples soluciones a un mismo problema.

El análisis permitió asimismo reconocer que el desarrollo ejecutivo no puede explicarse únicamente desde la maduración cerebral descrita por la neurociencia (Zelazo, 2020). La revisión evidenció que la experiencia educativa y la regulación emocional inciden significativamente en la consolidación de estos procesos (Immordino-Yang & Damasio, 2020; Soltani Nezhad & Delroba, 2024). Desde una perspectiva compleja, el aprendizaje se configura como fenómeno emergente de la interacción entre dimensiones biológicas, emocionales y socioculturales, lo cual adquiere particular relevancia en contextos territoriales como el municipio de Arauquita.

Un punto crítico identificado en el análisis documental es el papel de la "carga emocional" en el funcionamiento ejecutivo. La evidencia sugiere que estados de estrés crónico o inseguridad en el

entorno escolar actúan como inhibidores directos de la corteza prefrontal. En contextos vulnerables, la consolidación de la memoria de trabajo y el control de impulsos se ven comprometidos no por una falta de capacidad intrínseca, sino por una respuesta adaptativa del cerebro ante un entorno percibido como inestable o amenazante.

Este hallazgo permite resignificar la desorganización escolar como un síntoma de "sobrecarga cognitiva sistémica". En el Liceo del Llano, las dinámicas de frontera y las carencias materiales pueden interpretarse como factores que consumen los recursos de atención del estudiante, dejando un margen menor para la planificación académica deliberada. Por lo tanto, la intervención neuroeducativa debe comenzar por la creación de un clima de aula seguro y predecible que libere recursos cognitivos para el aprendizaje profundo.

Un hallazgo central radica en la resignificación de la praxis pedagógica como mediadora activa del desarrollo ejecutivo. La evidencia analizada sugiere que experiencias formativas que demandan planificación deliberada, reflexión metacognitiva y resolución de situaciones problemáticas favorecen la consolidación de la autorregulación académica (Gamino et al., 2022; Barrero & Montoya, 2024). No se trata de trasladar ejercicios clínicos al aula, sino de comprender que la organización didáctica incide en la configuración de procesos cognitivos superiores. Esta constatación, interpretada desde la lógica del pensamiento complejo (Morin, 2020), refuerza la idea de que la escuela actúa como sistema formativo donde cerebro y contexto interactúan recursivamente.

En términos de mediación pedagógica, el análisis reveló que el uso de "andamiajes de autorregulación" —como rúbricas de autoevaluación, agendas de planificación y protocolos de resolución de conflictos— tiene un impacto estadísticamente significativo en el fortalecimiento del control inhibitorio. Estos dispositivos actúan como una "prótesis cognitiva" externa que, con la práctica constante, el estudiante termina internalizando, transformando su estructura mental y su forma de enfrentar el conocimiento disciplinar.

Otro hallazgo relevante es la importancia de la metacognición como puente entre las funciones ejecutivas y el pensamiento complejo. Los datos

indican que cuando el estudiante es consciente de cómo aprende, es capaz de activar voluntariamente su flexibilidad cognitiva para corregir errores. Este proceso de "pensar el pensamiento" es lo que permite que el conocimiento deje de ser una acumulación de fragmentos y se convierta en un sistema interconectado y con sentido para la vida del joven.

En el escenario específico del Liceo del Llano, estas comprensiones permiten replantear las dificultades asociadas a la planificación académica o a la persistencia en tareas escolares como procesos en construcción, mediados por condiciones institucionales y territoriales. El análisis no conduce a generalizaciones abstractas, sino a una lectura situada que reconoce la interdependencia entre sujeto y entorno. En este sentido, los hallazgos no solo integran marcos conceptuales, sino que aportan criterios interpretativos para comprender la autorregulación como fenómeno contextualizado.

Se identificó además que la identidad territorial influye en la motivación intrínseca, la cual es el motor de las funciones ejecutivas calientes (aquellas vinculadas a la emoción). En Arauquita, la integración de problemas reales del territorio en el currículo de secundaria no solo aumenta el interés, sino que exige al cerebro un mayor esfuerzo de planificación y toma de decisiones éticas, fortaleciendo así la arquitectura cognitiva de manera más eficaz que los problemas abstractos de los textos escolares tradicionales.

Por último, el análisis concluye que la praxis pedagógica no es neutra: o bien fortalece las funciones ejecutivas mediante el desafío y el apoyo, o bien las debilita mediante la repetición y la fragmentación. Los hallazgos subrayan que la educación en secundaria, bajo la lente de la complejidad, debe ser entendida como un proceso de co-evolución donde el docente, al transformar su metodología, transforma también las redes neuronales y las posibilidades de futuro de sus estudiantes en contextos complejos.

En conjunto, la articulación entre funciones ejecutivas y pensamiento complejo, derivada del proceso hermenéutico desarrollado, configura un marco interpretativo coherente que fundamenta las conclusiones del estudio y orienta posibles líneas de acción pedagógica en educación secundaria.

V. CONCLUSIONES

El análisis documental desarrollado permite concluir que las funciones ejecutivas constituyen un fundamento estructurante del aprendizaje en la educación básica secundaria, al regular procesos de planificación, control conductual y flexibilidad cognitiva indispensables para la autorregulación académica. Lejos de ser habilidades accesorias al currículo, estos procesos configuran la arquitectura cognitiva que sostiene la toma de decisiones frente a demandas escolares complejas. Esta comprensión desplaza la mirada centrada exclusivamente en el rendimiento disciplinar y sitúa la regulación cognitiva como eje formativo transversal.

La interpretación hermenéutica de la literatura revisada evidencia, no obstante, que su comprensión no puede limitarse a una perspectiva neuropsicológica aislada. Integradas desde el pensamiento complejo, las funciones ejecutivas emergen como procesos sistémicos donde convergen dimensiones biológicas, emocionales y socioculturales. La autorregulación académica se configura, así, como fenómeno emergente de la interacción entre estructura neurocognitiva, experiencia pedagógica y contexto territorial.

En el caso de la Institución Educativa Liceo del Llano, en el municipio de Arauquita, esta integración adquiere particular relevancia. Las condiciones territoriales e institucionales inciden en la manera como los estudiantes organizan su aprendizaje, persistiendo o reorientando sus estrategias frente a la exigencia académica. Reconocer esta interdependencia permite evitar explicaciones reduccionistas y orienta la reflexión hacia la responsabilidad formativa de la praxis pedagógica.

Se concluye igualmente que la neuroeducación, articulada críticamente con el pensamiento complejo, ofrece criterios para una práctica docente consciente del impacto formativo de sus decisiones didácticas. Diseñar experiencias que demanden planificación deliberada, reflexión metacognitiva y resolución de situaciones problemáticas favorece la consolidación de procesos ejecutivos sin incurrir en aplicaciones mecanicistas de la neurociencia. La escuela no solo transmite saberes: configura estructuras de autorregulación.

Desde el campo educativo, este estudio aporta una lectura integradora que amplía el debate pedagógico más allá de enfoques fragmentados del rendimiento escolar y propone comprender el aprendizaje como proceso sistémico en permanente interacción con su entorno.

En consecuencia, se recomienda que las instituciones de educación básica secundaria, particularmente aquellas ubicadas en contextos territoriales complejos, incorporen en su planeación curricular estrategias orientadas al fortalecimiento deliberado de la autorregulación académica. Esto implica consolidar prácticas de evaluación formativa centradas en el proceso, diseñar situaciones de aprendizaje vinculadas al

contexto sociocultural y propiciar espacios sistemáticos de reflexión sobre el propio aprendizaje.

Finalmente, se sugiere avanzar hacia investigaciones empíricas que exploren la relación entre praxis pedagógica y desarrollo ejecutivo en escenarios fronterizos, con el fin de complementar la fundamentación conceptual aquí construida y profundizar en la comprensión situada de estos procesos. La articulación entre teoría y práctica continúa siendo un desafío central para la educación contemporánea.

REFERENCIAS

- Barrero Trejos, S. J., & Montoya Londoño, D. M. (2024). Efecto del ajedrez en funciones ejecutivas en adolescentes. *Educación y Educadores*, 26(3), e2636. <https://doi.org/10.5294/edu.2023.26.3.6>
- Caballero-Cobos, M., Núñez-Flores, M., & Llorent, V. J. (2025). Executive functions and key competencies in secondary education students: Can we improve the teaching-learning process? *Trends in Neuroscience and Education*, 40, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2025.100265>
- Cui, Y., & Zhang, H. (2021). Training teachers in educational neuroscience: A professional development program's effect on teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Frontiers in Psychology*, 12, 792723. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.792723>
- Diamond, A. (2020). Executive functions. En Elsevier (Ed.), *Encyclopedia of Behavioral Neuroscience* (2.^a ed.). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>
- Flick, U. (2015). *Introducing research methodology: A beginner's guide to doing a research project* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Gamino, J. F., Spence, J. S., Nguyen, A., et al. (2022). Higher-order executive function in middle school: Training to boost mathematical achievement. *Frontiers in Psychology*, 13, 867264. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.867264>
- Kitil, M. J. M., Diamond, A. D., Guhn, M., & Schonert-Reichl, K. A. (2025). Longitudinal relations of executive functions to academic achievement and wellbeing in adolescence. *Frontiers in Education*, 10, 1573107. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1573107>
- Mora, F. (2020). *Neuroeducación y lectura: De la emoción a la comprensión de las palabras*. Alianza Editorial. https://www.alianzaeditorial.es/primer_capitulo/neuroeducacion-y-lectura.pdf
- Morin, E. (2020). *Cambiamos de vía: Lecciones de la pandemia*. Paidós. <https://www.planetadelibros.com/libro-cambiamos-de-via/321527>
- Pradeep, K., Sulur Anbalagan, R., Mahalingam, B., Inbaraj, X. A., Jothi, N., & Parvathy, V. S. (2024). Neuroeducation: Understanding neural dynamics in learning and teaching. *Frontiers in Education*, 9, 1437418. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418>
- Rodríguez-Martínez, M. del C., Calvente Barrero, E., & Romero Ayuso, D. M. (2021). Evaluación de funciones ejecutivas y procesamiento sensorial en el contexto escolar: Revisión sistemática. *Universitas Psychologica*, 20. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy20.efep>
- Sánchez-Macías, I., Rodríguez-Medina, J., & Aparicio-Herguedas, J. L. (2021). Evaluar la creatividad y las funciones ejecutivas: Propuesta para la escuela del futuro. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(2). <https://doi.org/10.6018/reifop.456041>

- Soltani Nezhad, M., & Delroba, M. (2024). Investigating the relationship between students' executive functions, emotion regulation, and academic achievement. *Discover Psychology*, 4, 120. <https://doi.org/10.1007/s44202-024-00238-y>
- World Bank, Bill & Melinda Gates Foundation, FCDO, UNESCO, UNICEF, & USAID. (2022). Guide for learning recovery and acceleration: Using the RAPID framework to address COVID-19 learning losses and build forward better. World Bank. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/e52f55322528903b27f1b7e61238e416-0200022022/related/Guide-for-Learning-Recovery-and-Acceleration-06-23.pdf>
- Zelazo, P. D. (2020). Executive function and psychopathology: A neurodevelopmental perspective. *Annual Review of Clinical Psychology*, 16, 431–454. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-072319-024242>
- Zmigrod, L., et al. (2024). Measuring cognitive flexibility: A brief review of conceptualizations and assessment approaches. *Frontiers in Human Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1331960>