

Capítulo 8

Del pensamiento concreto al formal: una tríada pedagógica entre Ciencia, Lenguaje y Tecnología para la equidad cognitiva en el bachillerato

Víctor Alfonso Crispín Castrejón, Diego Armando Vázquez Macías

Crispín Castrejón, V. A., & Vázquez Macías, D. A. (2026). Del pensamiento concreto al formal: una tríada pedagógica entre Ciencia, Lenguaje y Tecnología para la equidad cognitiva en el bachillerato. En R. Simbaña Q. (Coord). *Investigación educativa en América Latina. Estudios sobre formación docente, prácticas innovadoras y gobernanza institucional (Volumen II)*. (pp. 187-202). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.431.c919>



08

Del pensamiento concreto al formal: una tríada pedagógica entre Ciencia, Lenguaje y Tecnología para la equidad cognitiva en el bachillerato

Resumen

Este capítulo examina la problemática del desarrollo cognitivo en el Nivel Medio Superior (NMS) de la Universidad de Guadalajara, centrándose en el desafío que representa la transición del pensamiento concreto al formal. El texto sitúa el análisis en el contexto de las preparatorias públicas de la Zona Metropolitana de Guadalajara, contrastando los objetivos del Bachillerato General por Competencias (BGC) con la realidad de los indicadores de evaluaciones estandarizadas como PISA y PLANEA. A través de un diagnóstico fundamentado en el test de Lawson, se describe la predominancia del razonamiento empírico-inductivo en el estudiantado y las barreras cognitivas que esto impone en el aprendizaje de disciplinas científicas como la Física. El contenido detalla una propuesta de intervención basada en una tríada pedagógica transversal que vincula la ciencia, el lenguaje y la tecnología. Se describe el papel del bilingüismo (inglés) como un potenciador de las funciones ejecutivas y mecanismo de equidad cognitiva en entornos desfavorecidos. Asimismo, se explora la integración de la Inteligencia Artificial y el seguimiento ocular (*eye-tracking*) como herramientas para el aprendizaje adaptativo y la mediación docente personalizada. Finalmente, el capítulo aborda la necesidad de migrar de un modelo educativo centrado en la cobertura de contenidos hacia uno orientado al fortalecimiento de los procesos de pensamiento hipotético-deductivo, planteando esta transición como un imperativo ético para la formación integral del estudiante.

Palabras clave: Pensamiento Formal; Razonamiento; Bilingüismo; Inteligencia Artificial; Bachillerato.

Introducción: el desafío del desarrollo cognitivo en el bachillerato. Etapa crítica para el pensamiento formal

El nivel medio superior (NMS), que comprende a jóvenes de entre 14 y 18 años, representa un periodo crucial para el desarrollo madurativo y cognitivo, debido a que durante esta etapa se debería consolidar el pensamiento formal (Keating, 2013; Kryjevskaja et al., 2021; Piaget, 1991). Esto significa que los estudiantes deberían ser capaces de trascender de un pensamiento concreto, en que es necesaria la observación y manipulación directa de las variables, fenómenos u objetos (Resbiantoro et al., 2022), hacia uno formal, con el que se logra llevar a cabo inferencias de conclusiones abstractas para generar hipótesis, planificar y contrastar información sin necesidad de una manipulación física (Effendy et al., 2018), sino meramente mental. Este tipo de razonamiento constituye el núcleo del pensamiento formal y es el soporte medular para que los alumnos logren aprehender conceptos complejos e intangibles, tales como los fenómenos físicos y/o matemáticos que se presentan durante el proceso de su formación en el NMS.

El contexto regional y el conflicto entre contenidos y procesos cognitivos

A pesar de la relevancia biológica y pedagógica de esta etapa, la realidad educativa en México muestra un rezago significativo. Evaluaciones estandarizadas como PISA y PLANEA revelan niveles insuficientes en el desarrollo de los procesos cognitivos. Por ejemplo, a nivel nacional, los resultados de PISA sitúan a los estudiantes mexicanos por debajo del promedio de la OCDE; de hecho, solo el 1% de los alumnos alcanza niveles de competencia altos, mientras que un 35% no logra el nivel mínimo (OCDE, 2022).

Esta problemática se refleja particularmente en las preparatorias públicas de la Universidad de Guadalajara (UdeG) dentro de la Zona Metropolitana de Guadalajara, puesto que el bajo desempeño se traduce en altos índices de reprobación en unidades de aprendizaje críticas

como física y matemáticas (Crispín Castrejón, 2024a), evidenciando que los estudiantes enfrentan barreras estructurales para acceder al pensamiento lógico-matemático que los propios planes y programas curriculares de las preparatorias exigen.

En este sentido, uno de los principales obstáculos identificados es la tensión entre las exigencias institucionales y las necesidades cognitivas del alumno. Es decir, la enseñanza actual en las preparatorias de la UdeG tiende a priorizar la cobertura exhaustiva de contenidos temáticos, dejando de lado el fortalecimiento de los procesos de pensamiento subyacentes. Esta dinámica contradice el propósito original del Bachillerato General por Competencias (BGC), el cual fue diseñado bajo un enfoque integral que buscaba el aprendizaje significativo en oposición a la mera acumulación de conocimientos (SEMS, 2024). Sin embargo, en la implementación de este modelo parece haberse llevado al extremo la primacía de lo concreto y lo procedimental sobre lo abstracto.

Lo anterior resulta en una brecha donde se busca la adquisición de conocimientos de forma aislada, sin considerar las estructuras de pensamiento necesarias para el aprendizaje de disciplinas científicas. En otras palabras, si lo que se busca es la consolidación del pensamiento formal, la enseñanza no debe enfocarse solo en la cobertura de contenidos, sino en identificar y promover los procesos de razonamiento que permitan al estudiante generar hipótesis, planificar y contrastar información.

Ante este panorama, el fortalecimiento y promoción del pensamiento formal no pueden ser responsabilidad de una sola asignatura o unidad de aprendizaje, sino el resultado de una integración curricular estratégica y transversal. Para ello, se propone una tríada pedagógica que surge de los resultados de investigaciones realizadas en el NMS, en la que se vincule la ciencia, el lenguaje, y la tecnología. Por ejemplo, en donde la física actúe como el campo experimental ideal para transitar del pensamiento concreto al formal mediante el análisis de variables; el bilingüismo –en particular el idioma inglés– que funcione como un potenciador del razonamiento que mitigue las desventajas socioeconó-

micas presentes en las escuelas públicas; y la inteligencia artificial, que se integre como la herramienta tecnológica clave para personalizar el aprendizaje, permitiendo superar las barreras tradicionales de la enseñanza de las ciencias en grupos numerosos.

Esta articulación pedagógica no sólo busca cumplir con el perfil de egreso institucional de las preparatorias de la UdeG –en donde el pensamiento formal es clave–, sino que también sirva para preparar al estudiante para los desafíos del siglo XXI mediante una formación holística que vincule el lenguaje, la ciencia y la tecnología.

El diagnóstico: ¿Dónde estamos actualmente?

Los hallazgos derivados de las investigaciones realizadas en diversas preparatorias de la Universidad de Guadalajara revelan un panorama cognitivo crítico: la mayoría de los estudiantes evaluados (336 de una muestra de 351) operan predominantemente en un nivel de razonamiento empírico-inductivo (Crispin Castrejon, 2023). De acuerdo con los parámetros del test de Lawson, este estado se caracteriza por un pensamiento anclado en lo concreto, donde el alumno depende de la observación directa y de objetos tangibles para procesar la información. Si bien estos jóvenes son capaces de realizar experimentos mentales simples, manifiestan serias dificultades al intentar formular o probar hipótesis que no son inmediatamente observables, lo que limita su capacidad de abstracción frente a problemas complejos.

Este techo cognitivo impone barreras específicas en asignaturas de alta demanda conceptual, como la física, cuyas limitaciones principales que se han encontrado son la gestión de variables y la dificultad con lo intangible (Crispín Castrejón, 2024b). En cuanto a la primera, los estudiantes en este nivel logran identificar datos básicos (como distancia o tiempo en problemas de cinemática), pero suelen omitir factores abstractos o de segundo orden, como la resistencia del aire, las variaciones de aceleración o la importancia de las conversiones de unidades. Con respecto a la segunda, existe un rezago notable en áreas

que requieren pensamiento proporcional, probabilístico y el control de variables referencia. Esto impide que el alumno comprenda fenómenos que no pueden experimentarse de forma directa o sencilla, como las interacciones electromagnéticas o la mecánica de fluidos a nivel teórico.

Ahora bien, como se ha referido con anterioridad, es posible identificar que una de las causas raíz de que los estudiantes se encuentren con estas limitaciones radica en que el sistema educativo actual prioriza la cobertura de contenidos temáticos por encima del desarrollo de procesos cognitivos, las cuales no necesariamente tienen que ver con el docente, sino con las exigencias institucionales, la carga administrativa y el elevado volumen de alumnos por aula en el bachillerato público. Esta dinámica relega a un segundo plano el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento formal, transformando la enseñanza en un ejercicio de memorización y repetición, en lugar de una plataforma para el razonamiento crítico.

Si objetivo ideal del bachillerato es que los estudiantes logren desarrollar un pensamiento formal, el guiarlos activamente hacia un razonamiento hipotético-deductivo permitiría a los alumnos validar hipótesis basadas tanto en fenómenos observados como en constructos teóricos no observados, otorgándoles la autonomía mental necesaria para resolver problemas nuevos y complejos ya no únicamente dentro del aula, sino también fuera de ésta, rompiendo el estancamiento del pensamiento concreto.

Este escenario justifica la integración de herramientas transversales, como el bilingüismo y la inteligencia artificial, no como complementos opcionales, sino como catalizadores necesarios para superar las limitaciones cognitivas actuales.

El bilingüismo como potenciador cognitivo

Las investigaciones realizadas con estudiantes de bachillerato en la Zona Metropolitana de Guadalajara aportan evidencia robusta so-

bre la relación positiva y estadísticamente significativa entre el dominio del inglés y la capacidad de razonamiento general (Crispín-Castrejón, 2025). Un estudio comparativo que aplicó la Batería de Pruebas de Razonamiento (BPR) entre estudiantes con un nivel intermedio (B2) y aquellos con un nivel básico (A2) del Marco Común Europeo de Referencia para las Lengua (MCERL) reveló una brecha notable en el desempeño cognitivo: mientras que el grupo con mayor competencia lingüística obtuvo un promedio de razonamiento de 94.85, el grupo de nivel bajo alcanzó apenas los 83.05 puntos.

Esta diferencia, respaldada por un valor de significancia de $p = 0.005$, demuestra que el dominio de un segundo idioma está estrechamente asociado con un mejor desempeño en pruebas de razonamiento abstracto, verbal y numérico, sugiriendo que la competencia bilingüe expande las capacidades analíticas del alumno, fomentando la metacognición (Crispín-Castrejón, 2025), ya que obliga al estudiante a reflexionar sobre la estructura misma del lenguaje, permitiéndole formular argumentos más sólidos y estructurados.

Además, uno de los hallazgos más relevantes para nuestros contextos, es que el bilingüismo puede actuar como un mecanismo compensatorio que mitiga las desventajas asociadas a entornos socioeconómicos desfavorecidos. Es decir, que los estudiantes de entornos marginados que desarrollan competencias bilingües suelen mostrar un mejor desempeño en tareas ejecutivas (como la memoria de trabajo o la flexibilidad cognitiva) y de razonamiento no verbal que sus pares monolingües en situaciones similares (Calvo & Bialystok, 2014; Crispín-Castrejón, 2025; Engel de Abreu et al., 2012; Yang et al., 2011). De este modo, promover el aprendizaje intensivo del inglés en las preparatorias públicas no es sólo una meta académica, sino una estrategia para fomentar una equidad cognitiva. Es decir, que más allá de la adquisición de conocimientos, se promueva el fortalecimiento de los procesos cognitivos que permitan el desarrollo de los aprendizajes en los estudiantes.

No obstante, pese a estos beneficios, persiste una desvinculación entre la enseñanza de idiomas y el resto de las áreas del conocimiento en el NMS. El bilingüismo no debe ser visto como un compartimento aislado, sino como un eje transversal que abona a la asimilación de conceptos en las ciencias experimentales. Al fortalecer las estructuras mentales a través del lenguaje, el estudiante adquiere más y mejores herramientas para enfrentar el rigor lógico que exige la Física, cerrando la brecha entre el pensamiento concreto y la abstracción científica.

El uso de las tecnologías como puente hacia el pensamiento formal

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el aula del NMS surge como una respuesta innovadora para superar los obstáculos que se presentan para el desarrollo del razonamiento que resulte en la consolidación del pensamiento formal. Más allá de funcionar como una herramienta de consulta, la IA permite diseñar entornos de aprendizaje que atienden y promueven específicamente los procesos cognitivos subyacentes al pensamiento complejo (Küchemann, Steinert, et al., 2023). Por ejemplo, si se toman de base marcos pedagógicos como la Taxonomía de Marzano y Kendall, la IA pudiera facilitar el tránsito desde el recuerdo y la comprensión básica hasta el análisis profundo y la utilización del conocimiento en contextos científicos, puesto que al personalizarse al nivel cognitivo del estudiante sería posible crear tareas que se ajustan a su nivel de razonamiento actual —partiendo de su estado empírico-inductivo— para guiarlo gradualmente hacia estructuras mentales más abstractas.

En este sentido, una propuesta desarrollada por la Universidad Ludwig Maximilian de Múnich (LMU-Munich) destaca la implementación de interfaces especializadas como LEAP (Learn Physics with AI). Basada en la arquitectura de ChatGPT, LEAP permite a los docentes de física generar tareas intuitivas y accesibles que se adaptan al nivel cognitivo de los estudiantes (Küchemann, Steinert, et al., 2023). Además, es importante referir que esta herramienta optimiza el tiem-

po del profesor al eliminar la necesidad de conocimientos avanzados en programación, lo que le permite enfocarse en su rol de mediador cognitivo y diseñador de experiencias de aprendizaje significativas.

Otra herramienta que puede brindar un apoyo para la creación de este puente hacia el pensamiento formal es el uso estratégico del seguimiento ocular (*eye-tracking*) (Becker et al., 2020). Esta tecnología permite a los investigadores —en un primer momento— identificar en el estudiante los focos de atención ante una tarea, siendo crucial para determinar con exactitud en qué elementos de esa tarea se centra el interés del alumno y en qué puntos se produce una pérdida de atención o confusión (Becker et al., 2020; Küchemann, Ubben, et al., 2023); y —en un segundo momento— permitirían a los docentes ajustar las instrucciones en tiempo real, pues estos datos apoyarían para refinar los *prompts* o instrucciones dadas a la IA (Küchemann, Steinert, et al., 2023), permitiendo que el docente ajuste su estrategia didáctica de acuerdo con los procesos de pensamiento que se pretenden desarrollar en ese momento específico.

Al integrar estas herramientas, se fomenta activamente el razonamiento hipotético-deductivo, debido a que el alumno ya no es un receptor pasivo de datos, sino que a partir de que la IA se adapta a su ritmo, el estudiante se ve obligado a contrastar sus conocimientos previos con nuevos supuestos y verificar sus efectos mediante la experimentación digital. Así, la tecnología se convierte en un aliado fundamental para transitar del pensamiento concreto al formal.

Conclusión: hacia el cierre de la brecha cognitiva

El análisis expuesto permite reafirmar que el estancamiento de los estudiantes en un nivel de razonamiento empírico-inductivo no debe considerarse un destino inevitable, sino un desafío pedagógico que demanda una intervención multidimensional. La evidencia presentada demuestra que tanto el dominio de un segundo idioma —como el inglés— y el uso estratégico de la IA no son fines en sí mismos, sino herramientas cognitivas que pueden actuar como el andamiaje necesario para facilitar la transición hacia el pensamiento formal, permitien-

do que el alumno trascienda la observación tangible para adentrarse en la abstracción científica.

Para que el bachillerato cumpla su función transformadora, sería necesario que las instituciones y los docentes asuman un compromiso activo en tres ejes fundamentales:

1. Romper los silos disciplinares (Transversalidad Real): el desarrollo cognitivo no ocurre en compartimentos estancos. Se requiere que los docentes de ciencias y de lenguas extranjeras colaboren sistemáticamente. El bilingüismo debe dejar de ser sólo una materia de comunicación para convertirse en un andamiaje para el razonamiento, aprovechando que el dominio de una segunda lengua fortalece este proceso.
2. Migrar del contenido al proceso: Es necesario que las autoridades educativas y los docentes resistan la presión institucional de simplemente “terminar el programa”. Se deben priorizar actividades que estimulen el pensamiento formal, como el control de variables, el pensamiento probabilístico y la formulación de hipótesis. Esto implica sustituir la memorización de fórmulas por el uso de simuladores y experimentación donde el alumno sea un agente activo en la validación de sus propios supuestos.
3. Adoptar la tecnología como aliada: No basta con la presencia de infraestructura tecnológica; se debe integrar la IA para personalizar la enseñanza según el nivel de razonamiento de cada estudiante. El llamado es a utilizar estas herramientas para cerrar la brecha cognitiva, especialmente en entornos desfavorecidos de la Zona Metropolitana de Guadalajara, donde el bilingüismo y la tecnología pueden actuar como potenciadores que nivelen las oportunidades de éxito académico.

Así, el objetivo final de esta propuesta no es que el estudiante apruebe un examen de física o inglés, sino dotarlo de la capacidad de

pensar críticamente. Si no se actúa con urgencia para elevar el razonamiento, el sistema educativo seguirá entregando egresados capaces de repetir información, pero incapaces de resolver los problemas complejos que el siglo XXI les demandará.

La formación integral, alineada con el perfil de egreso del SEMS de la UdeG, no es una meta administrativa: es un imperativo ético y cognitivo para garantizar que cada joven tenga la autonomía mental necesaria para transformar su realidad y la de su entorno.

Referencias

- Becker, S., Küchemann, S., Mukhametov, S., & Kuhn, P. J. (2020). Mobile eye-tracking for the diagnosis of learning difficulties in student experiments. Conference: EARLI SIG 27 virtual conference.
- Calvo, A., & Bialystok, E. (2014). Independent effects of bilingualism and socioeconomic status on language ability and executive functioning. *Cognition*, 130(3), 278–288. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.11.015>
- Crispín Castrejón, V. A. (2023). Desarrollo del razonamiento científico en el aula de física con estudiantes de bachillerato de contextos marginados. *Boletín de la Universidad Khalel Dosmukhamedov Atyrau*, 1(68), 34–42. <https://doi.org/10.47649/vau.2023.v68.ii.04>
- Crispín Castrejón, V. A. (2024a). *Diagnóstico del razonamiento científico en física de estudiantes de bachillerato del SEMS*. Sistema de Educación Media Superior.
- Crispín Castrejón, V. A. (2024b). The design of an instrument to assess cognitive levels of informal inferential reasoning in high school physics. *Boletín de la Universidad Khalel Dosmukhamedov Atyrau*.
- Crispín-Castrejón, V. A. (2025). Associations between English language proficiency and reasoning performance in high school education. En S. N. Idrisov, K. M. Utepkaliev, & G. K. Kaiyrgaliev, (eds.). *Modern innovations and artificial intelligence in science and education development. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of Kh. Dosmukhamedov Atyrau University* (pp. 382–388). Kh. Dosmukhamedov Atyrau University Press; ASUPress.
- Effendy, S., Hartono, Y., & Ian, M. (2018). The ability of scientific reasoning and mastery of physics concept of state senior high school students in Palembang city. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 247, 504–509. <https://doi.org/10.2991/iset-18.2018.102>

- Engel de Abreu, P. M. J., Cruz-Santos, A., Tourinho, C. J., Martin, R., & Bialystok, E. (2012). Bilingualism enriches the poor: Enhanced cognitive control in low-income minority children. *Psychological Science*, 23(11), 1364–1371. <https://doi.org/10.1177/0956797612443836>
- Keating, D. P. (2013). Cognitive and brain development. En R. M. Lerner, & L. Steinberg, (eds.). *Handbook of adolescent psychology: Second edition* (pp. 45–84). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780471726746.ch3>
- Kryjevskaia, M., Heron, P. R. L., & Heckler, A. F. (2021). Intuitive or rational? Students and experts need to be both. *Physics Today*, 74(8), 28–34. <https://doi.org/10.1063/PT.3.4813>
- Küchemann, S., Steinert, S., Revenga, N., Schweinberger, M., Dinc, Y., Avila, K. E., & Kuhn, J. (2023). Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT. *arXiv preprint*. <http://arxiv.org/abs/2304.10014>
- Küchemann, S., Ubben, M., Dzsotjan, D., Mukhametov, S., Weidner, C. A., Qerimi, L., Kuhn, J., Heusler, S., & Sherson, J. F. (2023). The impact of an interactive visualization and simulation tool on learning quantum physics: Results of an eye-tracking study. *arXiv preprint*. <http://arxiv.org/abs/2302.06286>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2022). *El programa PISA de la OCDE: Qué es y para qué sirve*. OECD Publishing.
- Piaget, J. (1991). *6 estudios de psicología*. Editorial Labor.
- Resbiantoro, G., Setiani, R., & Dwikoranto. (2022). A review of misconception in physics: The diagnosis, causes, and remediation. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 403–427. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.128>
- SEMS. (2024). Conocimiento matemático I. Bachillerato general SEMS. En *Programa de asignatura* (pp. 1–15). Sistema de Educación Media Superior.

Yang, S., Yang, H., & Lust, B. (2011). Early childhood bilingualism leads to advances in executive attention: Dissociating culture and language. *Bilingualism: Language and Cognition*, 14(3), 412–422. <https://doi.org/10.1017/S1366728910000611>

Víctor Alfonso Crispín Castrejón

Universidad de Guadalajara | Zapopan | México

<https://orcid.org/0000-0001-8474-0783>

victor.crispin@academicos.udg.mx

vac.castrejon@gmail.com

Doctor en Cognición y Aprendizaje formado en distintas universidades como la Universidad de Guadalajara, la Universidad de Colima y la Universidad Pedagógica Nacional, con experiencia internacional en la Université Lumière Lyon 2. Docente e investigador en la UdeG y candidato al Sistema Nacional de Investigadores.

Diego Armando Vázquez Macías

Universidad de Guadalajara | Zapopan | México

<https://orcid.org/0009-0008-0450-8238>

diego.vazquez2526@academicos.udg.mx

diego_vazquez@live.com.mx

Licenciado en Letras Hispánicas por la Universidad de Guadalajara, L1 (1er año de Licenciatura) en Etnología por la Université de Lille, Maestría en Estudios Filosóficos por la Universidad de Guadalajara.

From Concrete to Formal Thinking: A Pedagogical Triad of Science, Language, and Technology for Cognitive Equity in High School

Abstract

This book chapter examines the challenges of cognitive development in Senior High School students at the University of Guadalajara, focusing on the critical transition from concrete to formal operational thought. The analysis is situated within the context of public high schools in the Guadalajara Metropolitan Area, contrasting the objectives of the Competency-Based General Baccalaureate (BGC) with the reality of standardized performance indicators such as PISA and PLANEA. Drawing on a diagnostic assessment based on the Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning, the text describes the predominance of empirical-inductive reasoning among the student body and the cognitive barriers this imposes on learning scientific disciplines such as Physics. The content details a pedagogical intervention proposal centered on a transversal triad that links science, language, and technology. It describes the role of bilingualism (English) as an enhancer of executive functions and a mechanism for cognitive equity in disadvantaged environments. Furthermore, it explores the integration of Artificial Intelligence and eye-tracking technology as tools for adaptive learning and personalized teaching mediation. Finally, the chapter addresses the necessity of shifting from an educational model focused on content coverage toward one oriented to the strengthening of hypothetical-deductive reasoning processes, framing this transition as an ethical imperative for the student's holistic formation.

Keywords: Formal Thinking; Reasoning; Bilingualism; Artificial Intelligence; High School.

Do Pensamento Concreto ao Formal: Uma Tríade Pedagógica entre Ciência, Linguagem e Tecnologia para a Equidade Cognitiva no Ensino Médio

Resumo

Este capítulo examina a problemática do desenvolvimento cognitivo no Nível Médio Superior (Nível Medio Superior, NMS) da Universidade de Guadalajara, focalizando

o desafio que representa a transição do pensamento concreto para o formal. O texto situa a análise no contexto das escolas públicas de ensino médio da Zona Metropolitana de Guadalajara, contrastando os objetivos do Bacharelado Geral por Competências (Bachillerato General por Competencias, BGC) com a realidade dos indicadores de avaliações padronizadas como o PISA e o PLANEA. Por meio de um diagnóstico fundamentado no teste de Lawson, descreve-se a predominância do raciocínio empírico-indutivo nos estudantes e as barreiras cognitivas que isso impõe à aprendizagem de disciplinas científicas como a Física. O conteúdo detalha uma proposta de intervenção baseada em uma tríade pedagógica transversal que vincula ciência, linguagem e tecnologia. Discute-se o papel do bilinguismo (inglês) como potencializador das funções executivas e mecanismo de equidade cognitiva em ambientes desfavorecidos. Da mesma forma, explora-se a integração da inteligência artificial e do rastreamento ocular (eye-tracking) como ferramentas para a aprendizagem adaptativa e a mediação docente personalizada. Por fim, o capítulo aborda a necessidade de migrar de um modelo educacional centrado na cobertura de conteúdos para outro orientado ao fortalecimento dos processos de pensamento hipotético-dedutivo, apresentando essa transição como um imperativo ético para a formação integral do estudante.

Palavras-chave: Pensamento formal; raciocínio; bilinguismo; inteligência artificial; ensino médio.