



Aprendizaje basado en problemas en educación médica: estado del arte y direcciones futuras

Problem-based learning in medical education: state of the art and future directions

Luis Carlos Domínguez-Torres*, Johanna María Bolaños-Macias, Andrés Bula-Calderón

Facultad de Medicina, Fundación Universitaria Sanitas, Bogotá, Colombia

Aceptado: 10 octubre 2025

Publicado: 14 febrero 2026

*Correspondencia: Luis Carlos Domínguez-Torres. decanaturamedicina@unisanitas.edu.co

Resumen

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una filosofía educativa centrada en el estudiante que emergió formalmente en la Universidad McMaster (Canadá) en la década de 1960 como una alternativa innovadora a la educación médica tradicional. Inspirado en el pensamiento de Dewey y Kilpatrick, su implementación inicial respondió a la insatisfacción de un grupo de médicos con los métodos educativos convencionales. Aunque frecuentemente se atribuye a Howard Barrows, el ABP fue el resultado de una propuesta colectiva cuyo enfoque estructurado integra el trabajo en pequeños grupos, la tutoría activa y la resolución de problemas reales como estímulo para el aprendizaje significativo. El ABP se fundamenta en cuatro principios teóricos: contextualización, construcción activa del conocimiento, autodirección y colaboración. A lo largo de cinco décadas, el ABP ha evolucionado en respuesta a cambios sociales, culturales y educativos. Se ha globalizado con éxito en diversos contextos, aunque persisten desafíos relacionados con su implementación en entornos clínicos, la formación docente continua, la incorporación de tecnologías emergentes y la evaluación longitudinal de sus efectos en el desempeño profesional. El presente artículo ofrece una revisión sobre el estado del arte, fundamentos teóricos e instruccionales, evidencia, vacíos y nuevas direcciones del ABP.

Palabras clave: Educación médica. Aprendizaje basado en problemas. Currículum. Metodología. Colombia.


Abstract

Problem-Based Learning (PBL) is a student-centred educational philosophy that formally emerged at McMaster University (Canada) in the 1960s as an innovative alternative to traditional medical education. Inspired by the ideas of

Med 2025; 47(3): 335-343

<https://doi.org/10.56050/RM-47-3-01>

www.revistamedicina.net

© 2025 Los autores. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia **Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**. Publicado con  **index** en nombre de Academia Nacional de Medicina de Colombia.

Dewey and Kilpatrick, its initial implementation arose from the dissatisfaction of a group of physicians with conventional teaching methods. Although frequently attributed to Howard Barrows, PBL was the outcome of a collective initiative whose structured approach integrates small-group teaching, active tutoring, and the use of real problems as stimuli for meaningful learning. PBL rests on four theoretical principles: contextualization, active construction of knowledge, self-direction, and collaboration. Over the past five decades, PBL has evolved in response to social, cultural, and educational changes. It has been successfully globalized across diverse contexts, although challenges remain regarding its implementation in clinical settings, continuous faculty development, the integration of emerging technologies, and the longitudinal evaluation of its effects on professional performance. This article offers a review of the state of the art, theoretical and instructional foundations, empirical evidence, gaps, and new directions for PBL.

Keywords: Medical education. Problem-based learning. Curriculum. Methodology. Colombia.

Una mirada histórica del aprendizaje basado en problemas

Aunque el Aprendizaje Basado en Problemas, en adelante ABP, tiene una fuerte raíz en la práctica y la tutoría, su historia “científica” se remonta a la Universidad McMaster (Canadá) en la década de 1960¹, en línea con las perspectivas de William Kilpatrick y John Dewey sobre la experiencia, el pragmatismo y el aprendizaje significativo². Llamativamente, el ABP es un “gemelo histórico” de la Medicina Basada en Evidencia (MBE), también originaria de McMaster, y suele identificarse por la comunidad científica y educativa como un “experimento pedagógico” que transformó radicalmente la educación médica, e incluso la educación superior³.

En 2019, Servant-Miklos analizó la historia del ABP en McMaster y su necesidad de transformación mediante enfoques hermenéuticos⁴. El ABP fue impulsado por cinco médicos de la Facultad de Medicina de Toronto (John Evans, William Spaulding, James Anderson, William Walsh y Fraser Mustard), quienes, sin formación en educación, buscaban superar su insatisfacción con la enseñanza médica tradicional. Su iniciativa no partió de una filosofía educativa específica, sino de la intención de ofrecer una experiencia distinta basada en la resolución de problemas, el empoderamiento estudiantil, la lectura crítica y la comunicación. Con apoyo institucional y aprovechando algunas innovaciones disponibles,

iniciaron en 1966 un comité que formalizó el modelo en 1969 con veinte estudiantes⁴.

El ABP surgió en un contexto de transformación cultural y educativa. Durante las décadas de 1960 y 1970, el ingreso masivo a las universidades y la crítica a la autoridad académica impulsaron cambios en varios países, incluido Colombia. En este escenario, los impulsores del ABP reconocieron la necesidad de renovar la enseñanza médica. Así, su origen respondió más a una inquietud académica que a intereses ideológicos o políticos⁴. Por estas razones, aunque suele asociarse con Howard Barrows, este no fue su creador. Barrows trabajó en McMaster entre 1970 y 1981, y luego en la Universidad del Sur de Illinois⁵. Se destacó por introducir pacientes simulados para desarrollar el razonamiento clínico¹ y fue el primero en publicar un libro sobre ABP en la década de 1980.

Más específicamente, el ABP de McMaster se inspiró en avances previos en educación médica, especialmente en el currículo de la Universidad Western Reserve (1952), que reemplazó las asignaturas paralelas por núcleos y bloques temáticos interdisciplinarios organizados por sistemas⁶. En 1967, Spaulding visitó Western Reserve y utilizó su estructura curricular en McMaster. La innovación del ABP en McMaster consistió en integrar ciencias básicas y clínicas por sistemas, promover el aprendizaje en grupos pequeños guiados por un tutor, utilizar problemas reales como disparadores

del aprendizaje y reemplazar la evaluación sumativa por retroalimentación formativa, al considerar que las calificaciones afectaban negativamente el proceso. Por ello, las clases magistrales y otros métodos centrados en el profesor quedaron fuera del modelo original⁴.

En sus inicios, el modelo de McMaster enfrentó fallas e improvisaciones, como la falta de consenso entre tutores sobre los objetivos de aprendizaje y el bajo desempeño en los exámenes del *Licentiate of the Medical Council of Canada* (LMCC), lo que llevó a incorporar evaluación sumativa desde la década de 1980. Aun así, los tutores coincidían en que el trabajo en grupos pequeños fortalecía habilidades como comunicación, liderazgo, trabajo en equipo y resolución de problemas, algo que fue confirmado más adelante⁴. Hoy, la evaluación sumativa es de uso común en el ABP³⁸.

Luego, el ABP llegó a los Países Bajos en 1974⁷, cuando la Facultad de Medicina de la Universidad de Maastricht lo implementó tras una visita a McMaster en 1969¹. Más tarde, se extendió a otras facultades como derecho, economía, psicología y artes⁸. Aunque los primeros estudios fueron criticados por sesgos, las investigaciones en los Países Bajos no hallaron diferencias académicas significativas entre enfoques ABP y tradicionales⁹. Un aporte relevante de esta experiencia de los Países Bajos al ABP fue la estrategia de los “siete pasos”¹⁰.

En 1979, la Universidad de Nuevo México fue la primera en Estados Unidos en implementar un currículo ABP, ofrecido en paralelo al tradicional y de elección voluntaria para los estudiantes¹¹. Más adelante, la Universidad Mercer abrió su Facultad de Medicina en Georgia en 1982 y se convirtió en el primer programa de los Estados Unidos completamente sustentado en ABP¹¹.

Otro hito en la historia del ABP fue su adopción por la Facultad de Medicina de Harvard, que en 1984 implementó el currículo *New Pathway* como modelo innovador. Inicialmente fue una opción voluntaria para estudiantes y profesores, y más adelante se convirtió en el estándar para toda la facultad¹².

Harvard es importante en la historia del ABP porque lo adoptó exitosamente tras reformar su currículo tradicional¹¹.

El ABP fue disruptivo al cuestionar la educación tradicional fragmentada entre ciencias básicas y clínicas, propuesta por Flexner, y al permitir la interacción temprana de los estudiantes con situaciones del mundo real³. El informe Flexner de 1910 impulsó un modelo de enseñanza médica centrado en la biología de la enfermedad y la atención individual, promoviendo la fragmentación del conocimiento, la especialización y un currículo disciplinar aislado¹³. Como respuesta a esas limitaciones, el ABP marcó la segunda gran transformación de la educación médica en el siglo XX, antecediendo a la tercera: la educación basada en competencias¹⁴.

En cinco décadas, el ABP ha evolucionado generando posturas divergentes: unos defienden su forma “pura” de McMaster, centrada en lo cognitivo, y otros abogan por su adaptación contextual e “híbrida”, en conjunto con otras estrategias educativas, ante desafíos contemporáneos. Sin embargo, no toda práctica que se denomina ABP lo es; a menudo se confunde con la resolución rutinaria de casos clínicos, pese a que el ABP es un enfoque estructurado, con fines formativos definidos y distinto del modelo tradicional³.

El ABP se ha globalizado desde la década de 1990, pero en contextos no occidentales suele enfrentar dificultades debido a diferencias culturales en las expectativas sobre el aprendizaje estudiantil y los métodos de facilitación¹⁵. En las últimas dos décadas, se han hecho ajustes para adaptar el ABP a contextos culturales locales, especialmente en África y Medio Oriente^{16,17}. Actualmente, más de quinientas instituciones a nivel global ofertan sus programas con base en ABP¹.

Fundamentos teóricos contemporáneos e implicaciones instruccionales en el ABP

El ABP se sustenta en cuatro principios respaldados teóricamente: es contextual, constructivo, autodirigido y colaborativo¹⁸. A continuación, se explican estos aspectos en mayor profundidad (**Figura 1**).

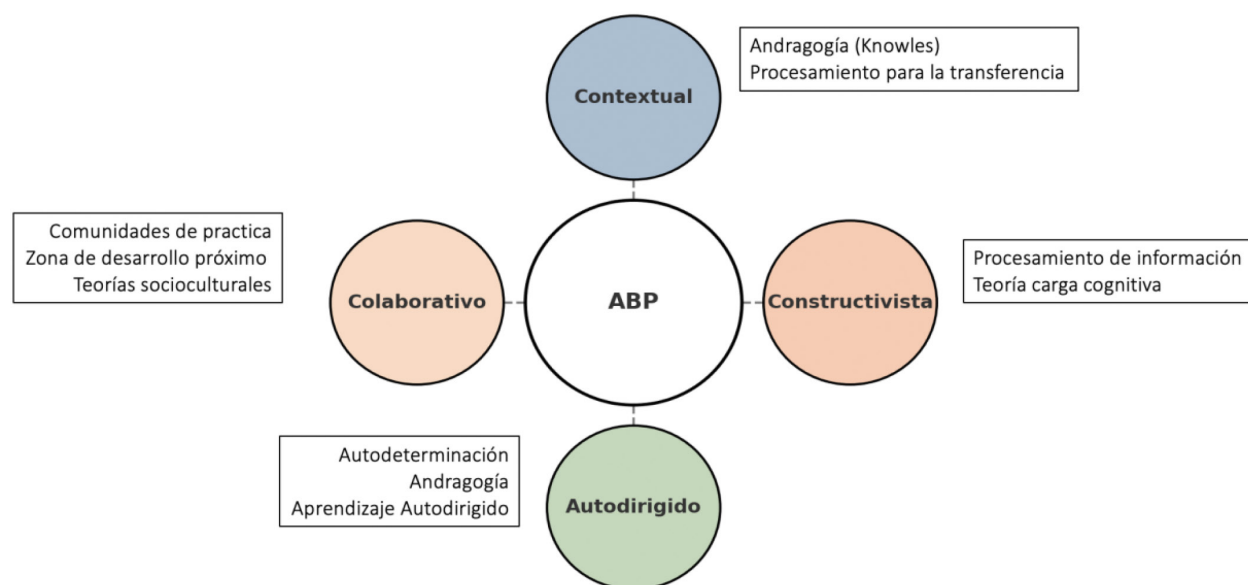


Figura 1. Fundamentos teóricos del Aprendizaje Basado en Problemas.

Fuente: elaboración propia.

Es contextual porque los estudiantes perciben los problemas como relevantes según el entorno en que se presentan, considerando factores como el perfil epidemiológico, demográfico y los recursos disponibles. Esta percepción de utilidad, clave para su futura práctica, se alinea con el modo en que aprenden los adultos, por lo que la andragogía resulta útil para comprender este proceso¹⁹.

En el ABP, el conocimiento es *construido* por el estudiante con base en su saber previo, con el fin de resolver un problema, por lo general, de naturaleza compleja¹⁸. Esto promueve la generación de conocimiento duradero y significativo, mediante la lectura crítica, el razonamiento, la argumentación y su aplicación en contextos reales. El ABP favorece la construcción de esquemas mentales duraderos al conectar conceptos, en línea con teorías sobre procesamiento de la información y activación del conocimiento²⁰. De hecho, las primeras explicaciones sobre los beneficios del ABP se basaron en el cognitivismo, especialmente en la idea del procesamiento apropiado para la transferencia: aprender resolviendo problemas facilita recuperar y aplicar ese conocimiento en situaciones similares o incluso distintas²¹. En la toma de decisiones, el procesamiento de la

información reduce sesgos cognitivos, mejorando la seguridad del paciente y la atención clínica^{22,23}. Estos aspectos respaldan los beneficios del ABP en la metacognición⁵ y promueven innovaciones como mapas conceptuales, trabajo en pequeños grupos y retroalimentación efectiva.

Es *autodirigido*, ya que el estudiante identifica sus necesidades, lidera su aprendizaje y se autorregula. En coherencia, el ABP requiere un rol activo del estudiante, para controlar y adaptar su comportamiento al objeto de estudio¹⁸. Además, la autorregulación y el aprendizaje autodirigido son cruciales para el procesamiento de la información²⁴. Un estudiante que aplica estrategias deliberadas como el análisis, la planificación, la organización y la evaluación puede mejorar la transferencia del conocimiento a la memoria a largo plazo^{25,26}. No obstante, la autorregulación en el ABP ha sido malinterpretada como ausencia de apoyo, lo que ha generado críticas y fallos en su aplicación. En realidad, el acompañamiento profesoral y un entorno adecuado son esenciales para fomentar el aprendizaje autodirigido^{18,19}.

Según Dolmans, un entorno de aprendizaje con soporte fortalece el aprendizaje autodirigido al

personalizarlo, potenciando tanto la cognición como la motivación intrínseca mediante autonomía, competencia y el relacionamiento¹⁸. En este marco, la teoría de la autodeterminación²⁷ ocupa un papel protagónico en la comprensión de estos aspectos. Así, el ABP no solo cumple objetivos cognitivos, sino que también incorpora principios motivacionales que promueven un aprendizaje profundo y duradero.

En cuarto lugar, el ABP es *colaborativo*¹⁸; el conocimiento se construye en un entorno de intercambio y cooperación, es decir, en sistemas complejos en los que intervienen procesos cognitivos y sociales¹⁶. La teoría del procesamiento de la información ayuda a entender cómo aprenden los estudiantes de forma individual, pero tiene limitaciones para explicar el aprendizaje en contextos sociales⁵. Las teorías socioculturales permiten llenar estos vacíos, ya que compartir y co-construir conocimientos mejora los resultados hacia una meta común¹⁶. Un aspecto clave de estas teorías es el concepto de andamiaje²⁸, el cual permite abordar tareas complejas al activar funciones cognitivas básicas dentro de la zona de desarrollo próximo⁵. Algunas teorías como la interdependencia²⁹ y las comunidades de práctica³⁰ son ejemplos de perspectivas contemporáneas que permiten comprender estos aspectos.

No obstante, como señala Hmelo (2004), la intención del ABP no es únicamente resolver el problema presentado, sino más bien introducir a los estudiantes en un proceso de investigación y análisis que les permita comprender las causas profundas³¹. En este proceso, el tutor es clave, pues actúa como mediador y andamiaje temporal, guiando el pensamiento crítico, la autorregulación y la colaboración, según el enfoque socio-constructivista de Vigotsky³². La tutoría promueve un aprendizaje activo y seguro, facilitando la construcción de conocimiento significativo según el contexto, la motivación y las capacidades previas del estudiante, y les permite reconocer patrones, comparar situaciones y transferir conocimientos, fortaleciendo su pensamiento crítico^{33,34,32}.

La evidencia empírica sobre el ABP

Los primeros estudios sobre el ABP correspondieron a descripciones sobre su implementación, principalmente a partir de las percepciones de estudiantes y profesores¹⁸. Durante casi veinte años, los estudios sobre el ABP mostraron alta satisfacción estudiantil, menor estrés y mejoramiento en competencias como liderazgo, trabajo en equipo, autonomía y creatividad⁷. A pesar de que los estudios iniciales del ABP (1985-2007) en educación preclínica no mostraron grandes beneficios, muchas instituciones en el mundo lo adoptaron basándose en resultados positivos percibidos³⁵.

Luego, entre 1990 y 2015, la investigación sobre el ABP se enfocó en su efectividad mediante comparaciones con programas tradicionales. La primera etapa (1990–2005) indagó si el ABP funcionaba, y la segunda (2005–2015), cómo lo hacía³⁶. Al respecto, en una revisión de alcance publicada en 2022 para evaluar la efectividad del ABP en educación médica de pregrado, los resultados obtenidos de 124 estudios (1990-2020) permiten extraer conclusiones interesantes³⁷. La mayoría de estudios sobre la efectividad del ABP en el rendimiento académico son comparativos (80%) y el resto experimentales. Cerca del 70% muestra mejores resultados con ABP frente al currículo tradicional, el 25% no encuentra diferencias y solo el 5% lo considera inferior.

El ABP también favorece el desarrollo de habilidades sociales, comunicativas, trabajo en equipo y relaciones interpersonales. Además, aunque los estudiantes no siempre superan a los de otras disciplinas en conocimientos disciplinares, muestran mayor capacidad para resolver problemas⁷. Por estas razones, cuando se comparan los índices de calidad de la educación superior, los programas ABP por lo general ocupan mejores posiciones, como ocurre en los Países Bajos⁷. Según la revisión de 2022, el éxito del ABP se asocia con grupos pequeños, casos reales y una tutoría efectiva. En contraste, su fracaso se vincula con una comunicación deficiente de la metodología, mala

organización, tutores sin experiencia y falta de estandarización³⁷.

Una tercera etapa en la investigación en ABP se ha ocupado de las experiencias en diferentes contextos a nivel global¹⁸. Esta etapa representa una ola de investigación contemporánea o de “especialización” (de 2015 en adelante) la cual se concentra en cómo funciona el ABP en contextos específicos³⁶. En términos generales, es posible pasar de un currículo tradicional a uno basado en ABP. Sin embargo, su implementación es compleja, exige muchos recursos humanos y materiales y un fuerte compromiso con el desarrollo profesoral. Aun así, puede aplicarse con éxito incluso en contextos de recursos limitados³⁷.

En la última década, el ABP ha sido un campo de innovación tecnológica. Una revisión de 2014 que incluyó 28 estudios (1996–2014) evidenció efectos positivos del uso de software educativo, objetos digitales, pizarras interactivas, pantallas de plasma y sistemas de gestión. Estas tecnologías facilitan la creación de contextos auténticos, el acceso y organización del conocimiento, la colaboración, la reflexión y la reducción de la carga cognitiva³⁸. Asimismo, un grupo importante de estudios se ha focalizado en las influencias culturales en el ABP^{16,17}, aunque se requiere más evidencia sobre estos aspectos, particularmente en contextos no occidentales y en países de economía emergente y bajos ingresos.

Vacíos de conocimiento y nuevas direcciones del ABP

El ABP ha evolucionado para responder a demandas actuales, enfocándose en desarrollar capacidades analíticas, adaptativas y colaborativas, y promoviendo la experticia colectiva, integrando además aspectos no cognitivos relevantes para el trabajo y la ciudadanía³⁹. Estas cuestiones exigen evidencia empírica más conclusiva sobre los efectos del ABP en las habilidades socioemocionales que, al menos intuitivamente, se cree que son estimuladas⁴⁰.

Por otra parte, los estudios de ABP suelen centrarse en el ABP en entornos de aula, mientras que se necesita mucha más investigación en el lugar de trabajo y ambientes interprofesionales¹⁸. El ABP en posgrado y en educación clínica aún requiere mayor evidencia. La mayoría de los estudios se enfocan en los primeros años de medicina, mientras que son pocos los que analizan los resultados en graduados⁴⁰. Ante las tendencias en cuidado de alto valor y seguridad del paciente en contextos de incertidumbre y riesgo, es clave evaluar cómo el ABP puede aportar desde su implementación efectiva con residentes y evitar confundir cualquier situación clínica con ABP. Kek y Huijser (2017) denominan “ABP ágil” a un enfoque que responde a este tipo de contextos y promueve una pedagogía proactiva, capaz de adaptarse al flujo continuo y dinámico del conocimiento³⁹. El ABP ágil integra la complejidad del contexto en una ecología de aprendizaje, transformándose en una forma de aprendizaje permanente, conectado y actualizado, que articula tecnologías, saberes y toma de decisiones.

Una línea clave de futuro es integrar el ABP con la neuroeducación. Aunque el ABP tiene base cognitivista, pocos estudios han analizado su efecto en funciones como la atención, memoria o toma de decisiones bajo presión. Incorporar hallazgos de las neurociencias permitiría diseñar experiencias de ABP más eficaces, especialmente en contextos clínicos exigentes⁴¹. Sin embargo, se requiere atención sobre los componentes sociales del aprendizaje, ya que la ciencia cognitiva no basta para respaldar por completo las prácticas del ABP³. La educación depende del contexto, lo que ayuda a comprender el funcionamiento del ABP. La investigación basada en el diseño (IBD) permite estudiarlo en entornos reales mediante teoría y colaboración con actores clave⁴². Este tipo de investigación puede cerrar brechas sobre la adaptabilidad del ABP a diversos contextos culturales¹⁵. Hoy falta evidencia sobre su aplicación en países no occidentales, y se requiere estudiar su evolución más allá de la etapa de implementación³⁷.

También, se necesita indagar más sobre las diversas aplicaciones de la tecnología educativa en los currículos de ABP para aprovechar su potencial³⁸. La investigación sobre ABP en entornos combinados con tecnología es limitada. Aún se requiere comprender de forma integral cómo los procesos de aprendizaje mediado por inteligencia artificial impactan sus resultados⁴³. Hung, Dolmans y Merriënboer (2019) proponen que, ante la diversificación del ABP y la aparición de modelos híbridos, incluidos los mediados por tecnología, la próxima ola de investigación debería responder: “¿Por qué un ABP con ciertas características funciona o no en contextos específicos?”³⁶.

Finalmente, otra línea pendiente de investigación es el desarrollo profesoral. Hasta ahora, los estudios se han centrado en describir la formación inicial de tutores, mientras que la investigación sobre su desarrollo continuo ha sido limitada⁴⁰. En este escenario se requiere evidencia sobre nuevos enfoques para la inducción y el desarrollo profesional de los profesores participantes de programas de ABP. Igualmente, poco se ha investigado sobre el impacto del ABP en egresados a mediano y largo plazo. Aunque hay evidencia de sus beneficios tempranos, se desconoce su efecto sostenido en la práctica clínica, liderazgo o gestión. Esta falta de datos dificulta evaluar y optimizar el ABP desde una perspectiva de resultados profesionales y sociales⁴⁴.

Conclusión

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una filosofía educativa y una estrategia pedagógica que fomenta la integración de conocimientos, el pensamiento crítico, la colaboración y la autorregulación. Desde McMaster hasta su expansión global, el ABP ha demostrado ser adaptable, pero su efectividad depende de una implementación rigurosa, tutores capacitados y sensibilidad cultural. Sus retos clave son integrarlo en entornos clínicos, aprovechar tecnologías y generar evidencia sobre su impacto a largo plazo. En este escenario,

el ABP ágil emerge como una alternativa adecuada para contextos educativos dinámicos.

Financiación

El estudio contó con apoyo institucional de Unisanitas (Colombia).

Contribución de los autores

Los autores certifican haber contribuido de igual manera en la concepción y el diseño del estudio, la elaboración del material científico e intelectual y la redacción del manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Aprobación de aspectos éticos

Los aspectos éticos del estudio fueron aprobados por Unisanitas (Colombia).

Uso de IA

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial en ninguna fase de la elaboración del manuscrito.

Referencias

1. Ansarian L, Teoh ML. Problem-Based Language Learning: An Innovative Approach to Learn a New Language [Internet]. Singapore: Springer; 2018 [consultado 13 mayo 2025]. p. 15–24. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-0941-0>
2. Hmelo-Silver CE. Problem-based learning: What and how do students learn? *Educ Psychol Rev.* 2004;16: 235–266.
3. Servant-Miklos VFC, Woods NN, Dolmans DHJM. Celebrating 50 years of problem-based learning: progress, pitfalls and possibilities. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2019;24:849–851.
4. Servant-Miklos VFC. Fifty years on: a retrospective on the world's first problem-based learning programme at McMaster University Medical School. *Health Prof Educ.* 2019;5(1):3–12.
5. Hmelo-Silver CE, Eberbach C. Learning theories and problem-based learning. In: *Problem-Based Learning in Clinical Education: The Next Generation.* Dordrecht: Springer; 2012. p. 3–17.
6. Servant-Miklos VFC. The Harvard connection: how the case method spawned problem-based learning

- at McMaster University. *Health Prof Educ.* 2019;5(3): 163–171.
7. Moust J, Bouhuijs P, Schmidt H. Introduction to problem-based learning. 3rd ed. Groningen: Noordhoff; 2021.
 8. Moust JHC, VanBerkel HJM, Schmidt HG. Signs of erosion: reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University. *High Educ.* 2005;50:665–683.
 9. Tio RA, Schutte B, Meiboom AA, Greidanus J, Dubois EA, Bremers AJA. The progress test of medicine: the Dutch experience. *Perspect Med Educ.* 2016;5(1):51–55.
 10. Schmidt HG. Problem-based learning: rationale and description. *Med Educ.* 1983;17(1):11–16.
 11. Donner RS, Bickley H. Problem-based learning in American medical education: an overview. *Bull Med Libr Assoc.* 1993;81(3):294–298.
 12. Moore GT. Initiating problem-based learning at Harvard Medical School. In: *The Challenge of Problem-Based Learning*. 3rd ed. London: Routledge; 2013. p. 195–202.
 13. Narro-Robles J. La herencia de Flexner. Las ciencias básicas, el hospital, el laboratorio, la comunidad. *Gac Med Mex.* 2004;140(1):52–55.
 14. Buja LM. Medical education today: all that glitters is not gold. *BMC Med Educ.* 2019;19:110.
 15. Chan SCC, Gondhalekar AR, Choa G, Rashid MA. Adoption of problem-based learning in medical schools in non-Western countries: a systematic review. *Teach Learn Med.* 2024;36(2):141–152.
 16. Frambach JM, Driessen EW, Chan LC, Van der Vleuten CPM. Rethinking the globalisation of problem-based learning: how culture challenges self-directed learning. *Med Educ.* 2012;46(8):738–747.
 17. Al-Eraky M. The cultural flavours of problem-based learning. *Med Educ.* 2013;47(9):873–875.
 18. Dolmans DHJM. How theory and design-based research can mature PBL practice and research. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2019;24(5):879–891.
 19. Knowles MS. *Self-directed learning: a guide for learners and teachers*. New York: Association Press; 1975.
 20. Schmidt HG, De Volder ML, De Grave WS, Moust JHC, Patel VL. Explanatory models in the processing of science text: the role of prior knowledge activation through small-group discussion. *J Educ Psychol.* 1989;81(4):610–619.
 21. Schmidt HG. The rationale behind problem-based learning. In: Schmidt HG, editor. *Foundations of problem-based learning*. Maastricht: Maastricht University Press; 1989.
 22. Norman G. Dual processing and diagnostic errors. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* [Internet]. 2009 [consultado 2 mayo 2021];14:37–49. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10459-009-9179-x>
 23. Norman GR, Eva KW. Diagnostic error and clinical reasoning. *Med Educ* [Internet]. 2010 [consultado 29 abril 2021];44:94–100. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20078760/>
 24. Zimmerman BJ. Investigating self-regulation and motivation: historical background, methodological developments, and future prospects. *Am Educ Res J* [Internet]. 2008 [consultado 1 septiembre 2022];45(1):166–183. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0002831207312909>
 25. Low R, Jin P. Self-regulated learning. In: Seel NM, editor. *Encyclopedia of the sciences of learning* [Internet]. Boston (MA): Springer; 2012 [consultado 29 agosto 2022]. p. 3015–3018. Disponible en: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4419-1428-6_202
 26. Panadero E. A review of self-regulated learning: six models and four directions for research. *Front Psychol* [Internet]. 2017 [consultado 4 septiembre 2022];8:422. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28503157/>
 27. Ryan RM, Deci EL. *Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. New York: Guilford Press; 2017. Disponible en: <https://www.amazon.com/Self-Determination-Theory-Psychological-Motivation-Development-ebook/dp/B01LWTXJZB>
 28. Collins A, Brown JS, Newman SE. Cognitive apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: Resnick LB, editor. *Knowing, learning, and instruction: essays in honor of Robert Glaser*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1989. p. 453–494.
 29. Torre DM, Van der Vleuten C, Dolmans DHJM. Theoretical perspectives and applications of group learning in problem-based learning. *Med Teach.* 2016;38(2):189–195.
 30. Lave J, Wenger E. *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge (UK): Cambridge University Press; 1991.
 31. Hmelo-Silver CE. Problem-based learning: what and how do students learn? *Educ Psychol Rev.* 2004;16:235–266.
 32. Collins A, Brown JS, Newman SE. *Cognitive apprenticeship: teaching the craft of reading, writing, and mathematics*. Urbana-Champaign: University of Illinois; 1987.
 33. Hmelo-Silver CE, Eberbach C. Learning theories and problem-based learning. In: *Problem-based learning in clinical education: the next generation*. Dordrecht: Springer; 2012. p. 3–17.
 34. Dolmans DHJM. How theory and design-based research can mature PBL practice and research. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2019;24(5):879–891.
 35. Hartling L, Spooner C, Tjosvold L, Oswald A. Problem-based learning in pre-clinical medical education: 22 years of outcome research. *Med Teach* [Internet]. 2010 [consultado 15 mayo 2025];32(1): 28–35. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20095771/>
 36. Hung W, Dolmans DHJM, van Merriënboer JJJ. A review to identify key perspectives in PBL meta-analyses and reviews: trends, gaps and future research directions. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2019;24:943–957.
 37. Trullàs JC, Blay C, Sarri E, Pujol R. Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review. *BMC Med Educ.* 2022;22(1):104.

38. Jin J, Bridges SM. Educational technologies in problem-based learning in health sciences education: a systematic review. *J Med Internet Res*. 2014;16(12): e251.
39. Kek MYCA, Huijser H. Towards an ecology for connected learning. In: *Problem-based learning into the future*. Singapore: Springer; 2017.
40. Bridges S, Whitehill TL, McGrath C. The next generation: research directions in problem-based learning. In: *Problem-based learning in clinical education: the next generation*. Dordrecht: Springer; 2012.
41. Howard-Jones PA. Neuroscience and education: myths and messages. *Nat Rev Neurosci*. 2014;15(12): 817–824.
42. Novak DA, Hallowell R. Design-based research: a methodology for studying innovation in teaching and learning in medical education. *Acad Med*. 2022;97(7):1042–1048.
43. Huang C, Zhong Y, Li Y, Wang X, Han Z, Zhang D, et al. Enhancing student reading performance through a personalized two-tier problem-based learning approach with generative artificial intelligence. *Humanit Soc Sci Commun* [Internet]. 2025 [consultado 18 mayo 2025];12(1):1–16. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41599-025-04919-4>
44. Bridges S, McGrath C, Whitehill TL, editors. *Problem-based learning in clinical education: the next generation*. Dordrecht: Springer; 2012.