

**EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN EL PROCESO DE
ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL ÁLGEBRA LINEAL EN LA CARRERA
INGENIERÍA EN METALURGIA Y MATERIALES**

**IMPLEMENTING PROBLEM-BASED LEARNING IN THE TEACHING AND
LEARNING PROCESS OF LINEAL ALGEBRA WITHIN METALLURGICAL
AND MATERIALS ENGINEERING PROGRAM**

Liannet Delia Virgilí Llamas. llamas@ismm.edu.cu. Universidad de Moa, Holguín
Cuba_ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8685-0652>

José Luis Montero O` Farril. jmontero@ismm.edu.cu. Universidad de Moa, Holguín
Cuba ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3421-4181>

**Autor para la correspondencia editorial: llamas@ismm.edu.cu*

Fecha de recepción: 10 de octubre de 2025

Fecha de aceptación: 15 de noviembre de 2025

RESUMEN

Se propuso una estrategia didáctica para aplicar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la carrera Ingeniería en Metalurgia y Materiales en la Universidad de Moa para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje debido al bajo rendimiento académico en la asignatura Temas de Matemática. Se utilizó un enfoque cuantitativo, de carácter descriptivo y exploratorio, así como métodos empíricos y matemáticos-estadísticos como el análisis documental, la observación y las encuestas para explorar el impacto de la propuesta. Los resultados muestran que, la aplicación de la estrategia trazada genera un impacto significativo en la motivación y, por consiguiente, en el aprendizaje de los estudiantes; además, contribuye a formar ingenieros metalúrgicos capacitados para resolver problemas industriales con rigor científico.

PALABRAS CLAVE: pensamiento lógico; motivación; rendimiento académico; Temas de Matemática

ABSTRACT

This work is a proposal of didactic strategy to implement Problem-Based Learning (PBL) in the Metallurgic and Materials Engineering career at the University of Moa to improve the teaching- learning process due to the academic performance in the subject of Mathematics Topics. The research employed a quantitative, descriptive, and exploratory approach, as well as empirical and mathematical-statistical methods such as reviews, direct observation and documentary analysis in order to explore the impact of the proposal. The results showed that the implemented strategy has a significant impact in motivation and consequently in the students' learning; besides contributing to the metallurgic engineers' formation trained for solving industrial problems with a scientific rigor.

KEYWORDS: logical thinking; motivation; academic performance; topics of Mathematics

INTRODUCCIÓN

La Matemática es una ciencia abstracta que se ocupa del estudio de las cantidades, estructuras, patrones y cambios. Se basa en el razonamiento lógico y utiliza un lenguaje simbólico para formular teorías y resolver problemas. A través de sus diversas ramas, como la Aritmética, el Álgebra, la Geometría y el Cálculo, proporciona las herramientas necesarias para entender y describir fenómenos en el mundo real. Su naturaleza rigurosa y precisa la convierte en un pilar fundamental en muchas disciplinas científicas y técnicas.

Una rama del Álgebra (en lo adelante el AL) que se ocupa del estudio de los sistemas de ecuaciones lineales y de las transformaciones lineales, se ha convertido en una herramienta fundamental en la ingeniería moderna debido a su capacidad para modelar, analizar y resolver problemas complejos en una amplia variedad de campos (Castro, Sánchez, Toscano & Pamela, 2023).

Además, han permitido importantes avances en el diseño, análisis y simulación de sistemas y procesos en una extensa gama de disciplinas. En resumen, ha tomado gran importancia para la ingeniería por lo que hay que tenerla en cuenta en los planes de estudio.

El proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra Lineal en las carreras de Ingeniería contribuye al desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico y aporta los fundamentos básicos de un especialista de estas ciencias, dado que todo ingeniero considera representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos, con los cuales refleja los rasgos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos que estudia León et al., 2019.

Santana, Esquivel, Avena & Ortiz (2015); Hurtado & Pupo (2016); Cavani (2020) y Osorio et al., (2023) remarcan que el Álgebra Lineal forma parte del currículo de las ingenierías y otras ciencias, de ahí la relevancia de comprender sus principales conceptos y de enseñarla en virtud de sus aplicaciones. También, Loaiza (2023) refieren que al trabajar con la Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación), el Aprendizaje Basado en Problemas, el estudio de caso y herramientas innovadoras como: Socrative, GeoGebra, Kahoot, Simbolab, los estudiantes mejoraron la comprensión de los contenidos, además, de que relacionan la aplicabilidad de los temas aprendidos de Álgebra Lineal en problemas de su campo profesional.

En el área de la didáctica existen muchos que han señalado el papel que tienen los métodos de enseñanza aprendizaje, especialmente los activos para lograr un aprendizaje desarrollador en el estudiante referenciados por Tunis et al. (2020).

González (2012) refiere que los métodos de enseñanza aprendizaje activos son aquellos en los que el alumno participa activamente y el profesor se convierte en un orientador, un guía, un incentivador y no en un transmisor de saber; como por ejemplo los métodos problémicos basados en la enseñanza problémica; destacándose entre ellos el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

El ABP se enfoca en la solución de problemas relacionados con la interacción de los estudiantes y su entorno profesional. La esencia del método consiste en identificar, describir, analizar y resolver tales problemas, lo cual se logra con ayuda del profesor. Frente a cualquier situación que se le presente al estudiante, el mismo será capaz de innovar, integrar y aplicar conocimientos asociados a su perfil (Velázquez, García, Zúñiga & Landin, 2021).

Por otra parte, la utilización del método de aprendizaje basado en problemas resulta uno de los enfoques más innovadores en la formación académica actual (Garcet, 2021; Manso & Garrido, 2022; Cámac et. al, 2023; Escalera et al., 2023).

En el caso de la Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez, una casa de estudios para varias carreras, entre las que se encuentra la Ingeniería en Metalurgia y Materiales, la necesidad de esta investigación se hace evidente al considerar los desafíos actuales que enfrenta en la enseñanza de ramas de la Matemática como el Álgebra Lineal.

La falta de motivación, el escaso reconocimiento de la aplicación del Álgebra Lineal en la ingeniería en Metalurgia y el bajo rendimiento académico son problemas recurrentes que afectan no solo el éxito académico de los estudiantes, sino también su percepción y actitud hacia la ciencia.

El objetivo general de esta investigación es elaborar una estrategia didáctica para la aplicación del método de enseñanza-aprendizaje ABP en el proceso de enseñanza del Álgebra Lineal en la carrera Ingeniería en Metalurgia y Materiales, en la Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez. Este objetivo se basa en la premisa de que el Aprendizaje Basado en Problemas puede servir como una herramienta poderosa para transformar la enseñanza del Álgebra Lineal, haciendo que los conceptos abstractos sean más accesibles y comprensibles para los estudiantes a través de problemas reales vinculados a su especialidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque metodológico de esta investigación está en correspondencia con la metodología mixta de investigación porque se combinan métodos, técnicas y procedimientos tanto, cualitativa como cuantitativa, de carácter descriptivo y exploratorio. Se utilizaron métodos empíricos como el análisis documental, la observación, las encuestas a estudiantes y profesores y métodos matemáticos-estadísticos con dos grupos de la carrera para explorar los métodos empleados en la enseñanza del Álgebra Lineal.

Población y muestra

La población estuvo conformada por 67 estudiantes del curso diurno de la carrera Ingeniería en Metalurgia y Materiales. La muestra, seleccionada de manera no probabilística por conveniencia, incluyó a 34 estudiantes del primer y segundo año de la carrera. La elección de esta muestra se basó en la disponibilidad y el interés de los estudiantes y docentes por participar en el estudio. Además, participaron cinco docentes del Departamento de Matemática, lo que permitió contrastar y complementar los resultados obtenidos en los estudiantes, con una visión integral del impacto de la intervención.

Instrumentos

Para comprender mejor el nivel de conocimiento y el uso que los docentes hacen de los métodos de enseñanza aprendizaje, se realizó una encuesta a cinco profesores de Matemática. Estos fueron seleccionados para compartir sus experiencias y perspectivas sobre como el empleo de este método en el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de Álgebra Lineal en la asignatura Temas de Matemática para Metalurgia ha influido en la motivación de sus estudiantes. El cuestionario de tipo Likert está compuesto por un total de 21 ítems en una escala de valoración que variaba desde 1 (indicando «Totalmente en desacuerdo») hasta 5 (indicando «Totalmente de acuerdo»).

De la misma forma, el instrumento utilizado para evaluar la calidad de la docencia recibida por los estudiantes constó de 28 ítems organizados en cuatro dimensiones o subescalas: importancia del álgebra lineal, aprendizaje

del álgebra lineal, desarrollo de las clases con el profesor y formación profesional del álgebra lineal en la carrera. Los participantes evaluaron cada ítem en una escala de valoración que variaba desde uno hasta cinco.

RESULTADOS

Observación

En la observación de clases se comprobó el comportamiento de la definición, explicitación y la orientación de los objetivos, los métodos de enseñanza aprendizaje empleados, el tratamiento de los contenidos, los recursos que se utilizaron, las formas de organización de la clase, la evaluación, la orientación del estudio independiente, así como la comunicación que existe con los estudiantes, donde se constató que los docentes con su estilo propio cumplen con cada una de las categorías docentes evaluadas.

Encuesta a docentes

Se realizó una encuesta a cinco docentes de Matemática para evaluar su conocimiento y percepción sobre el Aprendizaje Basado en Problemas en el aula como se muestra en la figura 1.

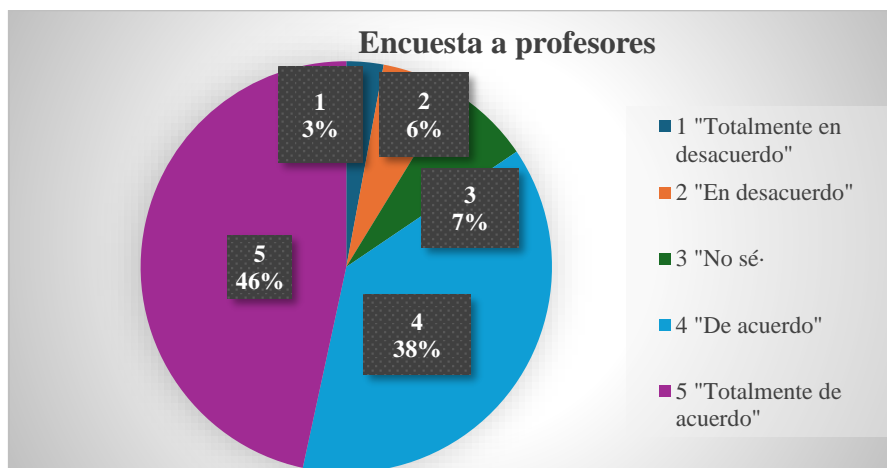


Figura 1. Percepción de los docentes sobre la aplicación del método ABP

Se pudo corroborar que el 84% de los profesores afirma que los contenidos de Álgebra Lineal son fundamentales para la formación de ingenieros metalúrgicos, fomentan la participación activa, el trabajo colaborativo y el debate entre los estudiantes para resolver problemas de Álgebra Lineal

vinculados a su carrera, los métodos de enseñanza empleados se adaptan a las diferentes necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, incorporan herramientas digitales (MATLAB, Python, simuladores) para reforzar el aprendizaje y utilizan métodos activos (ABP, estudios de caso, proyectos) para enseñar conceptos abstractos de Álgebra Lineal proporcionando una retroalimentación oportuna y constructiva sobre el desempeño de los estudiantes.

Pese a esto se debe señalar que, de los cinco profesores encuestados, solamente uno de ellos es licenciado en Matemáticas, dos son profesores auxiliares, dos poseen 15 años de experiencia o más, y solamente tres de ellos son máster lo que podría considerarse como una debilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.

Encuesta a estudiantes

Se realizó una encuesta a 34 estudiantes con la finalidad de mejorar la calidad de la docencia recibida en la asignatura Temas de Matemática (figura 2).

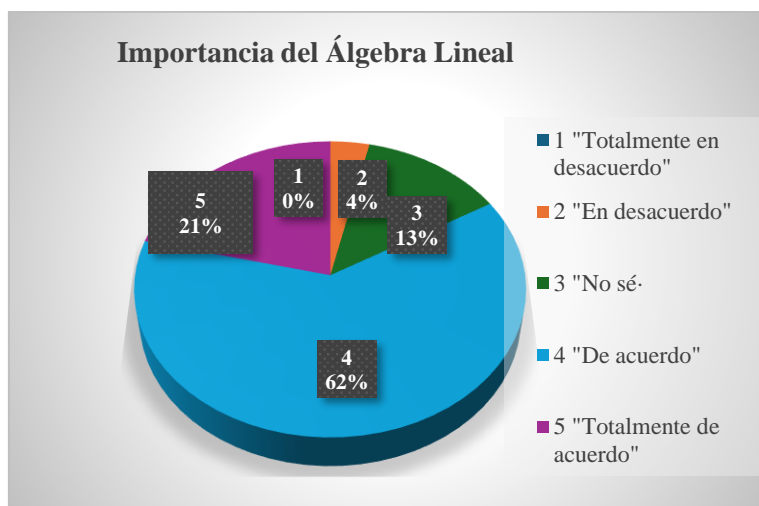


Figura 2. Percepción de la importancia del AL

Se constató que el 62% de los estudiantes considera que el Álgebra Lineal es necesaria para la carrera, para su progreso académico y aplicable a otros estudios, a la vez que los ayuda a pensar, a razonar y a desarrollar el pensamiento abstracto.

Asimismo, como se muestra en la figura 3, el 49% de los estudiantes se sienten satisfecho con su aprendizaje del AL debido a que han aprendido a calcular correctamente, aplicar algoritmos, realizar conjeturas y analizar situaciones problémicas.

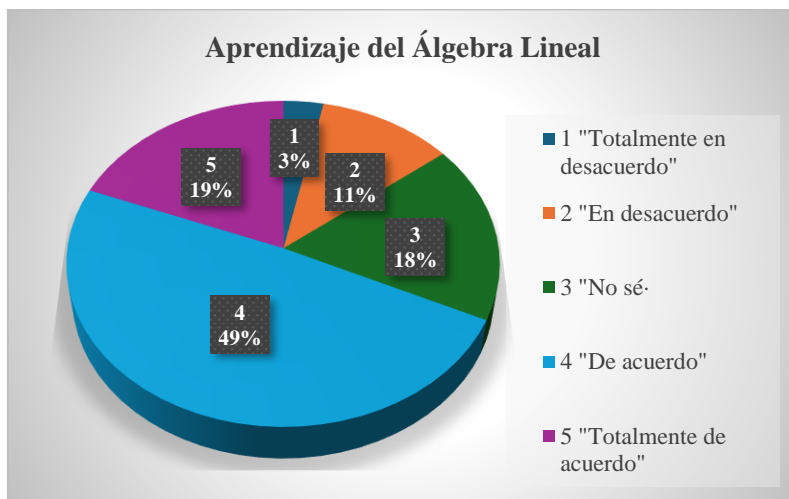


Figura 3. Percepción del aprendizaje del AL

Además, (figura 4) el 86% de los estudiantes concuerda con que el profesor utiliza el diálogo para guiarlos a comprender el nuevo contenido, demuestra un dominio adecuado y es capaz de explicarlo claramente y trabaja sistemáticamente sobre los aspectos que deben tenerse en cuenta para la solución de problemas vinculados con la profesión, y vías para solucionarlos.

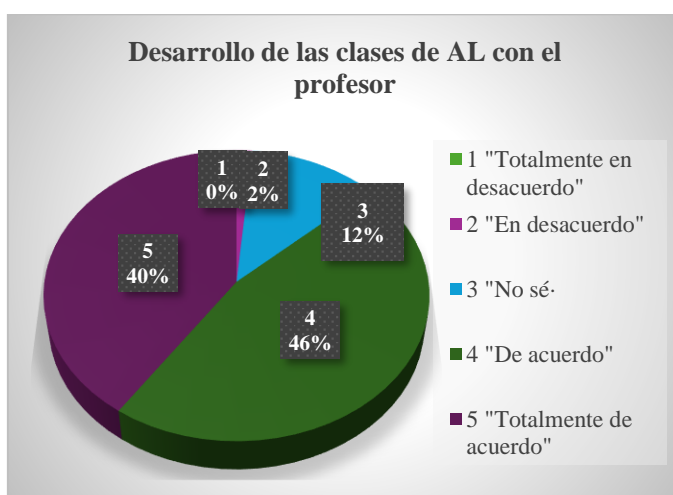


Figura 4. Desarrollo de las clases con el profesor

En la figura 5 se muestra que el 53% de los estudiantes está de acuerdo con que el aprendizaje del Álgebra Lineal es esencial para el desarrollo de competencias en Ingeniería en Metalurgia y Materiales, los conceptos aprendidos son aplicables a problemas reales en este campo, a la par que proporciona una base sólida para entender otros cursos avanzados en la carrera pues permite desarrollar habilidades analíticas y de resolución de problemas que son útiles y aplicables en mis proyectos y prácticas profesionales.

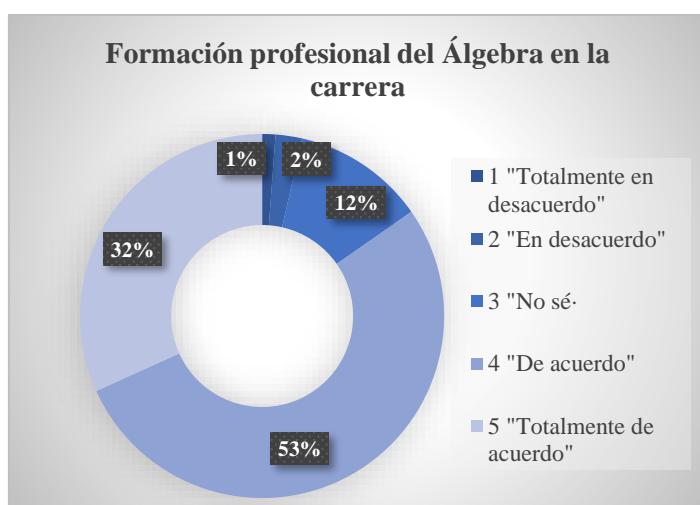


Figura 5. Formación profesional del AL en la carrera

Rendimiento Académico

La revisión documental de las actas de la asignatura y de las pruebas parciales relacionadas con el tema de Álgebra (figuras 6-7) arrojó los siguientes resultados:

1. 56% de los estudiantes alcanzó la calificación de 4 puntos en el 2021 siendo esta la nota más alta en ese año y el 20% obtuvo como resultado 2 puntos. En el 2022 solo el 4% obtuvo la nota de 4 puntos siendo la calificación más alta, mientras que el 96% obtuvo la nota de 3 puntos en la prueba parcial y en el 2023 el 35% logró la calificación de 5 puntos, sin embargo, el 47% tuvo la nota de 2 puntos en dicha prueba.

2. En el 2021, 7 estudiantes terminaron la asignatura con 5 puntos mientras que 2 de ellos reprobaron y 5 obtuvieron 3 como nota final. En 2022, 8 estudiantes lograron la nota final de 5, a pesar de esto 3 desaprobaron la asignatura y 9 terminaron con 3 puntos. En el 2023 solo 3 estudiantes no aprobaron, 11 terminaron con 3 puntos como calificación final y también solo 3 alcanzaron la máxima nota de 5 puntos.

3. La nota promedio final osciló en los tres años entre 3.95, 3.74 y 3.46 respectivamente a medida que pasaban los cursos, mientras que la nota parcial promedio en ese período tuvo un comportamiento variable pues en el 2021 fue de 3.36, en el 2022 fue de 3.04 y en el 2023 fue de 3.41 lo cual indica que en el transcurso del 2021 al 2022 disminuyó y del 2022 al 2023 aumentó. En ambos casos se debe señalar que la nota promedio parcial y final nunca alcanzó el valor de 4 puntos, siendo un resultado desfavorable a tener en cuenta en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura en la carrera.

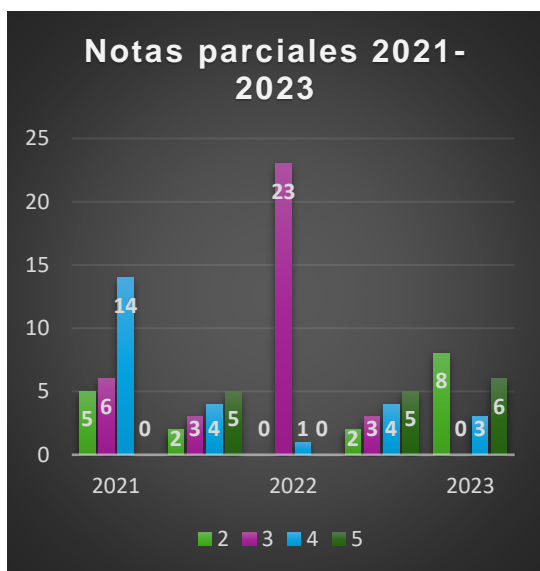


Figura 6. Notas parciales 2021-2023

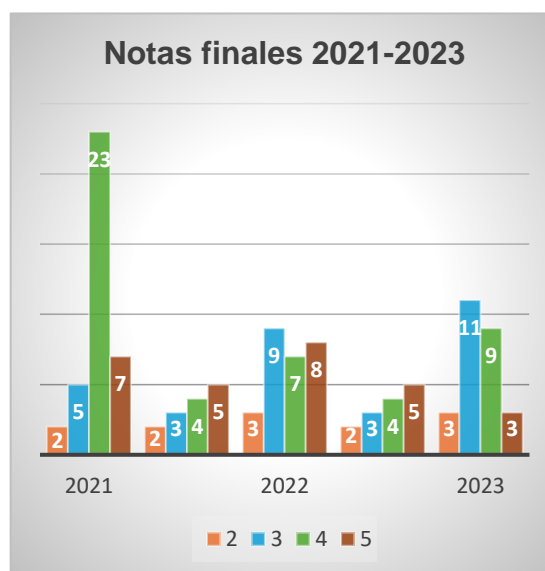


Figura 7. Notas finales 2021-2023

DISCUSIÓN

Aunque la mayoría de los estudiantes (62%) reconoce la importancia del Álgebra Lineal para su carrera y desarrollo, un 17% no considera que sea relevante para su perfil profesional. Además, un 32% no está totalmente satisfecho con lo aprendido, una posible desconexión entre la enseñanza de la materia y sus aplicaciones prácticas en el campo de la Ingeniería en Metalurgia y Materiales.

Un 14% de los estudiantes manifiesta su desacuerdo con los métodos de enseñanza empleados por el profesorado, lo que señala una necesidad de revisar y diversificar las estrategias pedagógicas para atender a todos los estudiantes.

El análisis de las actas y pruebas parciales revela un problema central:

- ✓ Las notas promedio (tanto parciales como finales) nunca alcanzaron el valor de 4 puntos en los tres años analizados.
- ✓ La nota promedio final mostró una tendencia a la baja: 3.95 (2021), 3.74 (2022), 3.46 (2023).
- ✓ Existe un alto porcentaje de estudiantes con calificaciones bajas o que reprueban. Por ejemplo, en 2023, un 47% obtuvo una nota de 2 en un parcial, y solo 3 estudiantes de un grupo aprobaron con la máxima calificación (5 puntos).

La plantilla docente presenta una debilidad significativa:

- ✓ Solo uno de los cinco profesores es licenciado en Matemáticas.
- ✓ Solo tres poseen grado de Máster en Educación Superior.
- ✓ Si bien dos profesores tienen más de 15 años de experiencia, esta no se traduce en resultados académicos satisfactorios, lo que sugiere que la experiencia por sí sola no garantiza la efectividad.

Se debe señalar que no son graduados de Matemática; pero tampoco han pasado cursos de didáctica ni tienen formación pedagógica, por tanto, cómo saben el conocimiento y aplicación del método activo, cómo saben lo que es

el ABP. Sus acciones no están acordes con los fundamentos de la didáctica y la pedagogía, por tanto, no poseen los cimientos principales para desarrollar eficazmente el proceso de enseñanza aprendizaje, de forma que no saben anticipar las dificultades de los estudiantes y diseñar estrategias específicas que los guíen a su descubrimiento.

Las principales deficiencias radican en una combinación de resultados académicos bajos y en declive, una percepción dividida entre los estudiantes sobre la utilidad de la materia, métodos de enseñanza que no logran conectar con una parte del alumnado y una plantilla docente cuya formación académica de base en didáctica podría estar limitando la profundidad y efectividad de la enseñanza.

Sobre la base de las deficiencias detectadas en el estudio, los autores consideran que el ABP es la solución para las debilidades identificadas porque transforma el Álgebra Lineal de una asignatura abstracta en una herramienta práctica para la Metalurgia. Su enfoque activo y contextualizado:

- ✓ Mejora el aprendizaje al hacerlo significativo.
- ✓ Conecta el Álgebra Lineal con el perfil profesional.
- ✓ Reafirma la utilidad y consolida el conocimiento al aplicar lo aprendido en otras asignaturas y en la práctica.
- ✓ No solo mejora la enseñanza del álgebra, sino que contribuye a la formación de ingenieros metalúrgicos capacitados para resolver problemas industriales con rigor científico.

Parra (2003) refiere que el método Aprendizaje Basado en Problemas tiene las siguientes ventajas:

- 1- Desarrolla el pensamiento crítico en los alumnos.
- 2- Fortalece los valores de tolerancia, respeto y responsabilidad.
- 3- Mejora el nivel de argumentación y manejo de la información.
- 4- Permite la adquisición de habilidades y competencias para la resolución de problemas matemáticos.

Alarcón, Gastelú & Domínguez (2023) realizaron una revisión sistemática de la literatura relacionada con el ABP y determinaron que el mismo promueve el desarrollo de competencias transversales, digitales, comunicativas y colaborativas, incidiendo en la formación de la competencia matemática como una forma superior de comprensión de la estructura matemática abstracta de los fenómenos de la realidad objetiva.

La estrategia didáctica sustentada en ABP que se propone transformará la experiencia del Álgebra Lineal, de una materia árida y abstracta en una disciplina viva, relevante y apasionante. Los estudiantes no solo aprenden conceptos matemáticos, sino que desarrollan las habilidades de pensamiento crítico, colaboración y resolución de problemas que son absolutamente esenciales en el mundo profesional moderno. Es, sin duda, una de las formas más efectivas de «humanizar» y conectar las matemáticas avanzadas con las necesidades e intereses de los estudiantes.

El término estrategia refiere a un sistema de planificación aplicable a un conjunto articulado de acciones para llegar a una meta. La estrategia debe estar fundamentada en un método, pero a diferencia de éste, la estrategia es flexible y puede tomar forma en base a las metas a donde se quiere llegar. En su aplicación, la estrategia puede hacer uso de una serie de técnicas para conseguir los objetivos que persigue.

Según Sepúlveda & Véliz (2013), la estrategia didáctica se concibe como la estructura de actividad en la que se hacen reales los objetivos y contenidos. Por su parte, Parra (2003) sustentan que las estrategias de enseñanza - aprendizaje constituyen actividades secuenciadas, ordenadas y planificadas, así como procedimientos flexibles y adaptativos que el docente elige para facilitar la comprensión de determinados temas, permitiendo que el aprendizaje sea más efectivo.

Torres, Suárez & Ocampo (2017); Lima (2012) consideran la estrategia didáctica como un conjunto de acciones secuenciales e interrelacionadas que, partiendo de un diagnóstico inicial y los objetivos propuestos, dirigen el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se coincide con los autores que una estrategia didáctica es un conjunto organizado y secuencial de

acciones y técnicas que, partiendo de un diagnóstico inicial, el docente planifica y utiliza para activar el aprendizaje, orientando el proceso hacia objetivos propuestos y adaptándose a las necesidades del proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.

El proceso de implementación de la estrategia didáctica en la asignatura Temas de Matemática para Metalurgia se desarrolló de manera estructurada en cuatro etapas que se detallan a continuación:

I. DIAGNÓSTICO: se realiza para caracterizar el estado actual de los estudiantes en el aprendizaje del Álgebra Lineal y su vínculo con el perfil profesional.

Acciones:

- a) Adecuar los indicadores para el diagnóstico según el momento y condiciones particulares del grupo de estudiantes.
- b) Selección y/o elaboración de instrumentos.
- c) Aplicación de los instrumentos seleccionados a los implicados.
- d) Interpretación de los principales resultados obtenidos.

II. PLANIFICACIÓN: se desarrolla la planificación del conjunto de acciones a partir de los resultados que se obtuvieron con los instrumentos aplicados durante la etapa de diagnóstico y las formas organizativas a emplear en la estrategia y la evaluación.

Acciones:

- a) Determinar los problemas profesionales a tratar.
- b) Determinar las formas de enseñanza aprendizaje que se utilizarán.
- c) Disponibilidad de los recursos tecnológicos necesarios para realizar las acciones que permitan un cambio.
- d) Definir las formas de evaluación.

III. EJECUCIÓN: en esta etapa se ejecutan las acciones previstas en la planificación, teniendo en consideración las exigencias de la práctica educativa.

Acciones:

- a) Presentación del problema, definición del problema, trabajo en grupo, formulación de los objetivos de aprendizaje, investigación, división de tareas, trabajo individual, retroalimentación por grupos de trabajo, síntesis y representación, evaluación y autoevaluación, generación de conocimiento y desarrollo de habilidades.

IV EVALUACIÓN: está dirigida a evaluar la aplicación del método Aprendizaje Basado en Problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje del Álgebra Lineal.

Acciones:

- a) El docente evalúa bajo el método establecido, que no consista solamente en el procedimiento de evaluación tradicional, sino en una alternativa que permita una valoración integral y en diferentes momentos del estudiante.
- b) En ese orden, se debe propiciar evaluación y autoevaluación de cada integrante de la actividad a través de criterios que desarrollen la autocrítica y la reflexión correspondientes frente a las deficiencias presentadas, o la felicitación y el refuerzo académico de los logros adquiridos o de las habilidades desarrolladas por los integrantes de los equipos.

En resumen, los resultados de esta investigación reflejan coherentemente la relación entre las categorías de la didáctica al tiempo que proporciona un conjunto de actividades y procedimientos de flexible realización. Las soluciones a problemas contextualizados posibilitan una mayor motivación en los estudiantes al mostrar la utilidad inmediata del Álgebra Lineal en el perfil profesional; además, contribuye a formar ingenieros metalúrgicos capacitados para resolver problemas industriales con rigor científico.

CONCLUSIONES

La aplicación de la estrategia didáctica sustentada en el Aprendizaje Basado en Problemas transforma la experiencia de aprendizaje en más dinámica, participativa y significativa para los estudiantes. Al vincular el ABP a problemas reales del perfil metalúrgico se genera un impacto positivo directo en el rendimiento académico al convertir los conceptos abstractos del AL en más accesibles, lo que contribuye a una mejorar la motivación en el alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, M. D. P. A., Gastelú, C. A. T., & Domínguez, A. L. (2023). Aprendizaje basado en problemas para el desarrollo de competencias en estudiantes. Revisión sistemática de literatura. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad la Salle*, 15(59), 131-166.
<https://revistasinvestigacion.lasalle.mx/index.php/recein/article/view/3491>
- Cámac Tiza, M. M., Farfán García, J., Riojas Rivera, J. R., Santos Jiménez, O. C., Puelles Cacho, L., & Rea Olivares, W. M. (2023). Aprendizaje basado en problemas, el pensamiento crítico y trascendencia del quehacer universitario.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAC_82b0f6c5d448bf09cd41a03d262ef3ed
- Castro, M., Sánchez, C., Toscano, O., & Pamela, T. (2023). Aplicación del álgebra lineal en la ingeniería. *Dominio de las Ciencias*, 9(2), 1639-1656.
- Cavani, M. (2020). Proceso didáctico del álgebra lineal en las tres dimensiones. In *Congreso Caribeño de Investigación Educativa* (Vol. 1, pp. 833-841).
<https://congresos.isfodosu.edu.do/index.php/ccie/article/view/918>

Escalera García, D. L., Jiménez Saucedo, I., Ramírez Trujillo, C. A., Armas de Santo, K. E., Martínez Ortiz, J. A., Contreras, R., & Antonio, J. (2023). El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de las matemáticas en carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Calvillo. *Revista Politécnica de Aguascalientes*, 2. <https://revistapolitecnicaags.upa.edu.mx/wp-content/uploads/2023/12/V2110.pdf>

Fuentes, J. H. (2014). Métodos de enseñanza-aprendizaje. *Obtenido de Revista: Atlante: https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/02/docenteaprendizaje.html.*

Garcet, Y. B. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas como una herramienta para el logro del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica Sinapsis*. <https://www.academia.edu/download/98143931/1083.pdf>

González, J. A. (2012). La clasificación de los métodos de enseñanza en educación superior. *Contextos educativos: Revista de educación*, (15), 93-106. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3972903.pdf>

Hurtado, O. G., & Pupo, M. G. (2016). Aprendizaje del álgebra lineal centrado en el razonamiento plausible en carreras de ingeniería. In *Actas del XVI Congreso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas. Matemáticas, ni más ni menos*. (pp. 191-200). Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales". <https://thales.cica.es/xviceam/pdf/com21.pdf>

León, C. C., Coello, C. B., Goyes, K. G., Barzola, J. C., & León, L. C. (2019). El Proceso Enseñanza Aprendizaje del Álgebra Lineal. Sistematización e Implicación en las Carreras de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. *Revista de Ciencia Sociales y Económicas*, 3(2), 134-155. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/csye/article/view/300>

Lima, A. D. V. (2012). La investigación pedagógica. Otra mirada. *Habana: Pueblo e Educación*.
https://www.academia.edu/download/55246727/LIBRO_1_para_TEMA_4_SEMINARIO_DE_INVESTIGACION-1.pdf

Loaiza, M. A. L., & Loaiza, J. R. L. (2023). Aprender álgebra lineal con metodologías innovadoras y herramientas interactivas aplicado a problemas de la vida cotidiana: Learn Linear algebra with innovative methodologies and interactive tools applied to problems of everyday life. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 176.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9586022>

Manso López, A. M., & Garrido Tapia, E. J. (2022). Aprendizaje basado en problemas: una estrategia didáctica activa en la educación médica superior, Holguín 2022. In *EdumedHolguín2022*, 1-14.
<https://edumedholguin.sld.cu/index.php/edumedholguin22/2022/paper/viewPaper/314>

Osorio Vidal, V. G., Palomino Alca, J. T., Huayhua Prada, M. F., & López, I. G. (2023). Enseñanza del Álgebra Lineal en estudiantes universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(27), 380-387. www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2616-79642023000100380&script=sci_abstract&tlng=es

Parra Pineda, D. M. (2003). Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje.
<https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4855>

Santana, M. A. L., Esquivel, A. L. E., Avena, M. H. A., & Ortíz, O. A. P. (2015). La Enseñanza del Álgebra Lineal en el Nivel Superior. *EDUCATECONCIENCIA*, 7(8), 82-95.
https://www.academia.edu/download/60694852/8.La_Ensenanza_del_Algebra_Lineal_en_el_Nivel_Superior20190924-78969-1bkqbx4.pdf

Sepúlveda, J. M., & Véliz, J. B. (2013). Coherencia entre las estrategias didácticas y las creencias curriculares de los docentes de segundo ciclo, a partir de las actividades didácticas. *Perfiles educativos*, 35(139), 25-39.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185269813718075>

Torres, R. Á., Suárez, V. P., & Ocampo, O. F. (2017). Una experiencia en la utilización del método aprendizaje basado en problemas, desde la relación entre los procesos sustantivos universitarios y el trabajo metodológico. Varona.
<https://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rVar/article/view/81>

Tunis, E. H., Torunchá, J. Z., Carmona, G. B., Hevia, A. E. C., & González, A. M. F. (2020). *Preparación pedagógica integral: para profesores universitarios*. Editorial Universitaria (Cuba).
[https://books.google.com.cu/books?hl=es&lr=&id=rZv6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Tunis,+E.+H.,+Toruncha,+J.+Z.,+Carmona,+G.+B.,+Hevia,+A.+E.,+%26+González,+A.+M.+%282020%29.+Preparación+pedagógica+integral:+para+profesores+universitarios.+Editorial+Universitaria+\(Cuba\).&ots=SScuHfGnmC&sig=y5fjRKfoFPMIRrOxT-ulDcmo7l0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.cu/books?hl=es&lr=&id=rZv6DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Tunis,+E.+H.,+Toruncha,+J.+Z.,+Carmona,+G.+B.,+Hevia,+A.+E.,+%26+González,+A.+M.+%282020%29.+Preparación+pedagógica+integral:+para+profesores+universitarios.+Editorial+Universitaria+(Cuba).&ots=SScuHfGnmC&sig=y5fjRKfoFPMIRrOxT-ulDcmo7l0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Velázquez, R. V., García, W. A. M., Zúñiga, K. M., & Landin, A. L. C. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas aplicada en la enseñanza de las Matemáticas. *Serie científica de la universidad de las ciencias informáticas*, 14(3), 142-155.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590453>