

# El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de las matemáticas en carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Calvillo.

Escalera García Diana Leticia<sup>1</sup>, Jiménez Saucedo Irma<sup>2</sup>, Ramírez Trujillo Carlos Alberto<sup>2</sup>, Armas de Santo Karina Elizeth<sup>3</sup>, Martínez Ortiz Jorge Arturo<sup>2</sup>, y Rodríguez Contreras Jorge Antonio<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Aguascalientes, Dirección de Posgrado e Investigación, Calle Paseo San Gerardo No. 207, Fracc. San Gerardo C.P.20342 Aguascalientes, Ags., México, escalera.garcia96@gamil.com

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Aguascalientes, Ingeniería Industrial, Calle Paseo San Gerardo No. 207, Fracc. San Gerardo C.P.20342 Aguascalientes, Ags., México, irma.jimenez@upa.edu.mx, carlos.ramirez@upa.edu.mx, jorge.martinez@upa.edu.mx

<sup>3</sup> Universidad Politécnica de Aguascalientes, Formación Integral, Calle Paseo San Gerardo No. 207, Fracc. San Gerardo C.P.20342 Aguascalientes, Ags., México, karina.armas@upa.edu.mx

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica de Calvillo, Departamento de Ingeniería, Carretera al Tepetate No. 102, Colonia El Salitre C.P.20860 Calvillo, Ags., México, jorge.rodriguez@utcalvillo.edu.mx

## Resumen

En la enseñanza de las matemáticas predomina los métodos tradicionales de enseñanza, lo cual, en muchas ocasiones, lleva al alumno a considerar la materia difícil, aburrida o incluso innecesaria, provocando desinterés y rendimiento académico bajo. En esta investigación se diseñó una estrategia de enseñanza considerando el Aprendizaje basado en problemas, para temas de vectores y transformaciones lineales y fue implementada a dos carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica de Calvillo, con el objetivo de estudiar el rendimiento académico de los alumnos después de implementar la estrategia y compararlo con el rendimiento académico de los alumnos de las generaciones anteriores. El análisis estadístico se realizó con el software Excel, donde se analizó la información recolectada mediante gráficas y tablas, y el software estadístico R para realizar pruebas de hipótesis de Kruskal-Wallis y análisis ANOVA para comparar la información con la información de años anteriores, resultando que la estrategia diseñada logró un buen rendimiento académico en los alumnos mejorando las calificaciones de años anteriores en temas de álgebra vectorial.

**Palabras clave**— Aprendizaje basado en problemas, enseñanza tradicional, rendimiento académico, matemáticas.

## Abstract

In the mathematics teaching traditional teaching methods predominate, which, on many occasions, leads the student to consider the subject difficult, boring, or even unnecessary, causing disinterest and academic underachievement. In this research a teaching strategy considering the Problem based learning was designed for vectors and linear transformations topics and was implemented in two engineering careers at the Universidad Tecnológica de Calvillo, with the objective of studying the academic performance of students after implementing the strategy and comparing it with the academic performance of students from previous generations. Statistical analysis was performed with the Excel software, where the information collected was analyzed using graphs and tables, and the statistical software R to perform Kruskal-Wallis hypothesis tests and ANOVA analysis to compare the information with the information from previous years, resulting that the designed strategy achieved a good academic performance in students improving the grades of previous years in vector algebra subjects.

**Key words**— Problem based learning, traditional teaching, academic performance, mathematics.

## I. INTRODUCCIÓN

La vida, el campo laboral, la tecnología, etc. sufren grandes cambios con el paso del tiempo, por lo que los estudiantes deben estar preparados para incorporarse al campo laboral una vez terminen sus estudios y poder enfrentar y solucionar los problemas que se puedan presentar en su práctica profesional (Morales y Landa, 2004). Con la metodología de enseñanza tradicional los alumnos difícilmente logran desarrollar habilidades necesarias en el campo laboral, como lo son la comunicación, manejo de la tecnología, investigación, entre otras (Morales y Landa, 2004).

El problema de que actualmente se siga implementando la metodología tradicional de enseñanza es que la forma de aprender consiste en memorización y donde el alumno tiene un rol pasivo, lo cual provoca que los alumnos olviden lo

aprendido al poco tiempo, no desarrollen buenas capacidades de razonamiento e incluso de responsabilidad y trabajo en equipo. Además, en muchos casos los alumnos ven la educación como algo obligatorio y no ven la importancia que tiene en la realidad y en su proceso educativo (ITESM, s.f.), en particular, en materias de matemáticas, los alumnos no relacionan los ejercicios matemáticos con su entorno, así como dificultades para relacionar conocimientos nuevos con los previos, por lo que también se ve afectado su rendimiento académico (Caisa, 2021).

Habilidades como la comunicación, manejo de tecnología, investigación, capacidades y competencias como obtener juicios sustentados, evaluar información, adaptabilidad, motivación, ingenio, creatividad, entre otras, difícilmente pueden ser desarrolladas mediante la metodología de enseñanza tradicional en los estudiantes (Morales y Landa, 2004).

Rodríguez (2014) resalta que el aprendizaje basado en problemas es una estrategia que contribuye para que los estudiantes desarrollen habilidades cognitivas de alto nivel como el razonamiento, solución de problemas y aprendizaje autodirigido, así como competencias de trabajo en equipo, comunicación, respeto y responsabilidad, buscando mejorar el modelo tradicional de enseñanza y la práctica docente. Este modelo de enseñanza impulsa el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que benefician al desempeño profesional y personal de los alumnos (ITESM, s.f.).

El aprendizaje basado en problemas (ABP) tuvo sus orígenes durante los años 60's en la universidad de McMaster en Canadá ante la necesidad de que los estudiantes de medicina logaran una mejor preparación y desempeño profesional una vez se integren en el ámbito laboral. Para la educación médica era necesario hacer cambios en la metodología de enseñanza, de manera que el perfil de los egresados incluyera las habilidades necesarias para analizar información, crear hipótesis y probarlas mediante la investigación de nuevos conocimientos, es decir, la habilidad de buscar soluciones a los problemas que puedan enfrentar en su práctica profesional (Morales y Landa, 2004).

A partir de esta propuesta, muchas otras instituciones han propuesto programas y cursos en los que se ha implementado esta estrategia de enseñanza (Morales y Landa, 2004), la cual fue conocida y adoptada como Aprendizaje basado en problemas, término acuñado por Don Woods (Rodríguez, *et al*, 2017), dando inicio a una nueva metodología de enseñanza integradora, sistemática e interdisciplinaria centrada en el estudiante (Rodríguez, 2014), que actualmente se implementa en diversas áreas del conocimiento a nivel superior (ITESM, s.f.).

Rodríguez, Kolmos y Guerra (2017) definen el aprendizaje basado en problemas como “una estrategia educativa, un método para organizar el proceso de aprendizaje de tal manera que los estudiantes participen activamente en la búsqueda de respuestas por sí mismos” (p. 12). Méndez E. y Méndez J. (2021) resaltan que el ABP es “un modelo didáctico-metodológico, para desarrollar el aprendizaje en torno a estrategias, formas correctas de organizar y aplicar las actividades durante el proceso de enseñanza” (p. 15). En esta estrategia de enseñanza, tanto los conocimientos, habilidades y actitudes son de gran importancia (ITESM, s.f.).

El ABP se sustenta principalmente en la teoría constructivista de enseñanza (Rodríguez, 2014; ITESM, s.f.). En el constructivismo, el conocimiento es un proceso dinámico en el que el alumno transforma su conocimiento previo a un conocimiento más complejo construido de manera activa mediante sus propias experiencias, logrando un aprendizaje significativo (Rodríguez, 2014).

El aprendizaje basado en problemas es un método de enseñanza en el que se aplica el enfoque de aprendizaje constructivista donde en el proceso de buscar una solución a los problemas que se plantean, el alumno debe identificar lo que necesita para resolverlos, investiga y busca una solución, lo que logra a través de la observación, trabajo en equipo, la reflexión (Rodríguez, 2014).

El implementar el ABP ha demostrado que se obtienen y buenos resultados en el aprendizaje de las matemáticas como el desarrollo de competencias matemáticas, la investigación, comprensión de los temas (Paredes *et al.*, 2015), mejora en el rendimiento académico y resolución de problemas (Espinoza y Sanchez, 2014), además de fomentar el aprendizaje autónomo y la actitud y motivación de los alumnos (Ortiz y Cutimbo, 2020).

Así, estrategias didácticas no tradicionales como el Aprendizaje basado en problemas contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas y capacidades de trabajo en equipo, comunicación, y responsabilidad, buscando mejorar el modelo tradicional de enseñanza y la práctica docente (Rodríguez, 2014), las cuales benefician al desempeño profesional y personal de los alumnos (ITESM, s.f.).

Por lo que, en la presente investigación se diseña e implementa una metodología de enseñanza utilizando la estrategia no tradicional de ABP para la enseñanza de materias de matemáticas, particularmente, en temas de álgebra vectorial, los cuales comprenden conceptos de vectores y transformaciones lineales, que son parte del plan de estudios de las carreras de Técnico superior universitario (TSU) en Procesos industriales (PIM) y en Tecnologías de la Información (TIDSM) en la Universidad tecnológica de Calvillo (UTC), buscando probar la hipótesis de que el rendimiento académico de los estudiantes es mejor al implementar el ABP que estrategias de enseñanza tradicionales, con el objetivo de proponer una alternativa de enseñanza diferente a las estrategias tradicionales con la que se busca mejorar el aprendizaje de los alumnos y como consecuencia mejorar su rendimiento académico, de manera que puedan contar con conocimientos y mejores habilidades y puedan estar más capacitados al momento de comenzar a laborar como profesionistas.

## II. MÉTODOS Y MATERIALES

La presente investigación cuenta con un enfoque del tipo cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental debido a que busca el efecto que tiene la implementación del ABP en el rendimiento académico de los estudiantes de carreras de ingeniería de la UTC que cursan la materia de Funciones matemáticas, de los cuales se consideran dos grupos que conforman la muestra y que fueron seleccionados de manera no probabilística por conveniencia (Hernández *et al.*, 2014).

Se diseña una metodología didáctica basada en la estrategia de ABP, en la que se abordan los temas y objetivos de aprendizaje del plan de estudios de la unidad de aprendizaje “Álgebra vectorial” de la materia “Funciones matemáticas”, que incluye temas de álgebra de vectores y transformaciones lineales y se aplica a un total de 17 alumnos de la UTC, 9 alumnos del TSU en TIDSM y 8 alumnos del TSU en PIM.

Para la implementación de la estrategia se diseñó una planeación didáctica en la que se consideran un total de 14 horas de clase en las que se aplican los instrumentos de recolección de datos y se desarrollan los temas de la unidad de aprendizaje Álgebra vectorial mediante el ABP. La primera hora de clase está destinada a la aplicación de la evaluación diagnóstica y las últimas 2 horas de clase a la evaluación final.

El diseño de la estrategia didáctica está conformado por una guía del profesor y un cuadernillo de trabajo del alumno. La guía del profesor incluye de manera detallada todas las actividades a desarrollar durante las 11 horas de clase restantes, los ejercicios a resolver, problemarios para la práctica de los alumnos, con sus respuestas, toda la teoría que abarcan los temas del plan de estudios como definiciones y fórmulas, así como los objetivos de cada actividad, tiempo estimado de clase y trabajo en casa y los instrumentos de evaluación de cada actividad.

El cuadernillo de trabajo del alumno incluye las instrucciones, objetivos de aprendizaje y tiempo estimado de cada una de las actividades a realizar, así como los problemas a resolver y los instrumentos de evaluación de cada uno de ellos.

Los instrumentos de recolección de datos consisten en una evaluación diagnóstica, con la que se obtiene una calificación inicial del conocimiento que tienen los alumnos sobre vectores y transformaciones lineales, y una evaluación final, con la que se obtiene una calificación final sobre los conocimientos adquiridos por los alumnos en estos temas después de la implementación de la estrategia de ABP.

En las evaluaciones se consideran preguntas y ejercicios que incluyen el uso de los conceptos básicos como vector, componentes de un vector, operaciones con vectores, gráficas, transformaciones lineales y tipos de transformaciones lineales en la resolución de problemas.

Las preguntas son de opción múltiple, de tal manera que se pueda reflejar el conocimiento de los alumnos y se pueda medir este desempeño mediante una rúbrica. Cada rúbrica que se aplica en las evaluaciones y con la que se evalúa el conocimiento de los alumnos en cuanto a los conceptos de los temas que se desarrollarán en la estrategia y consideran 10 criterios que corresponden a las competencias que se espera que los alumnos desarrollen según los temas y objetivos de aprendizaje del plan de estudios. Cada criterio está asociado a una pregunta del examen y cada uno se evalúa en cinco niveles, Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular y Deficiente, a los cuales se les asigna una de las opciones de la pregunta asociada y un valor de 10, 7, 5, 3 y 0, respectivamente, con los que se obtiene la calificación del alumno.

Los instrumentos propuestos se crearon con la intención de poder medir la misma información antes y después de implementar la estrategia de ABP para identificar de manera correcta el aprendizaje, por lo que se evalúan los mismos criterios con la misma rúbrica para las dos evaluaciones.

Con las calificaciones recolectadas se realiza un análisis descriptivo mediante gráficas y tablas realizadas en excel, donde se reflejen los resultados obtenidos. También se realiza un análisis de correlación entre las calificaciones de ambos instrumentos de recolección de datos utilizando el coeficiente de correlación lineal de Pearson.

Considerando que las calificaciones obtenidas de las evaluaciones aplicadas es una variable cuantitativa, se realiza un análisis estadístico de los datos históricos de 3 años anteriores, es decir 2022, 2021 y 2020, de las carreras que se evalúan para lo que se utiliza la prueba de Kruskal-Wallis (Flores *et al.*, 2017) en el software estadístico R, además de

análisis de varianza (ANOVA) de un factor en Excel con las calificaciones promedio de cada año, de manera que se identifique si existe diferencia entre las mismas.

### III. RESULTADOS

Del análisis de las calificaciones obtenidas por los 17 alumnos que conforman la muestra en la evaluación diagnóstica contra las calificaciones de la evaluación final, se puede observar en la Tabla 1. Porcentaje de aprobación, que el total de alumnos que aprobaron la evaluación aumentó de 3 alumnos en la evaluación diagnóstica a 12 alumnos en la evaluación final, lo que representa un porcentaje de incremento del 300% en aprobación, además que el total de alumnos que no aprobaron la evaluación disminuyó de 14 alumnos en la evaluación diagnóstica a 5 alumnos en la evaluación final, por lo que se tiene un 64.28% de disminución en el total de alumnos que no aprobaron., por lo que se observa que el porcentaje de alumnos que aprobaron aumentó considerablemente, mientras que el porcentaje de alumnos no aprobados tuvo una disminución importante.

TABLA I  
PORCENTAJE DE APROBACIÓN

Evaluación	Total aprobados	Porcentaje aprobados	Total no aprobados	Porcentaje no aprobados
Final	12	70.59	5	29.41
Diagnóstica	3	17.65	14	82.35

En la Fig. 1 se puede apreciar la mejora obtenida en las calificaciones de la evaluación final de los alumnos respecto a la evaluación diagnóstica, se aprecia que el alumno 16 es que presenta una mayor mejora en su calificación, mientras que los alumnos 6 y 8 no lograron superar la calificación de la evaluación diagnóstica.

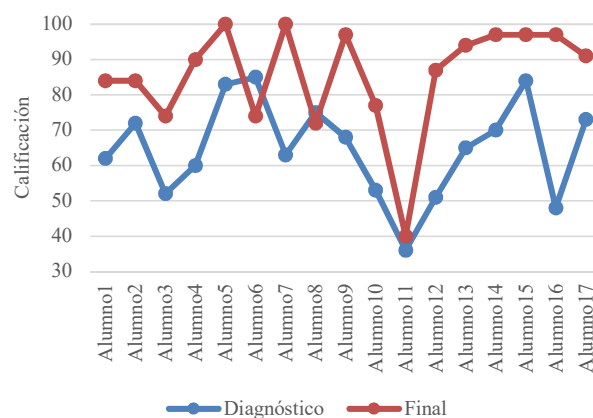


Fig. 1. Calificaciones por alumno

La Tabla II. Calificaciones por alumno, muestra las calificaciones obtenidas por los 17 alumnos en ambas evaluaciones, así como el porcentaje de mejora obtenido para cada uno de ellos. Se puede apreciar que, a excepción de dos alumnos, todos obtuvieron una mejora en los conocimientos de los temas de vectores y transformaciones lineales evaluados en los exámenes, logrando que el 23.529% de los alumnos mejoren

en 50% o más su calificación respecto a la evaluación diagnóstica y el 64.706% de los alumnos tuvieron una mejora menor al 50%, mientras que los otros dos alumnos, lo que representa el 11.764% de la muestra, no lograron mejorar la calificación en la evaluación final. Se destaca que el alumno 16 logró un porcentaje de mejora de más del 100% respecto a la calificación de la evaluación diagnóstica.

TABLA II  
CALIFICACIONES POR ALUMNO

Alumno	Diagnóstico	Final	Porcentaje de mejora
Alumno1	62	84	35.48
Alumno2	72	84	16.67
Alumno3	52	74	42.31
Alumno4	60	90	50.00
Alumno5	83	100	20.48
Alumno6	85	74	-12.94
Alumno7	63	100	58.73
Alumno8	75	72	-4.00
Alumno9	68	97	42.65
Alumno10	53	77	45.28
Alumno11	36	40	11.11
Alumno12	51	87	70.59
Alumno13	65	94	44.62
Alumno14	70	97	38.57
Alumno15	84	97	15.48
Alumno16	48	97	102.08
Alumno17	73	91	24.66

En la Fig. 2. Gráfico de dispersión, se puede apreciar una correlación positiva no tan fuerte entre las calificaciones de ambas evaluaciones, se observa que las calificaciones finales aumentaron respecto a las iniciales, a excepción de una de ellas, que se representa con el dato más alejado de la nube de puntos.

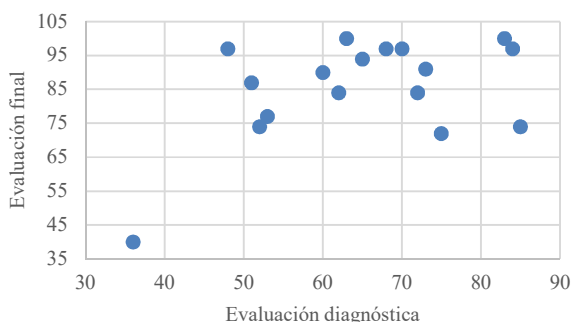


Fig. 2. Gráfico de dispersión

El análisis de la correlación de Pearson entre las calificaciones obtenidas en la evaluación diagnóstica y en la evaluación final después de implementada la estrategia diseñada da un valor de 0.466, por lo que, se tiene una correlación moderada entre las calificaciones obtenidas por los alumnos, es decir, si se puede apreciar una correlación positiva

entre la estrategia implementada con ABP y el rendimiento que tuvieron los alumnos en la evaluación, observando una mejora ya que el coeficiente de correlación es positivo.

Por otro lado, analizando los resultados de acuerdo a la estructura de los instrumentos de recolección de datos, los cuales constan de preguntas de opción múltiple, donde a cada una de estas opciones se le asignó una ponderación, 0, 3, 5, 7 o 10, de acuerdo a la rúbrica de evaluación para el examen, se observa en la Figura 3. Frecuencia de puntajes, que la cantidad de veces que los alumnos obtuvieron puntajes bajos (0, 3, 5) en las preguntas de la evaluación final es menor que en las preguntas de la evaluación diagnóstica, mientras que, en los puntajes más altos, son más en la evaluación final que en la diagnóstica, lo que indica que los alumnos obtuvieron más respuestas correctas en el examen final.

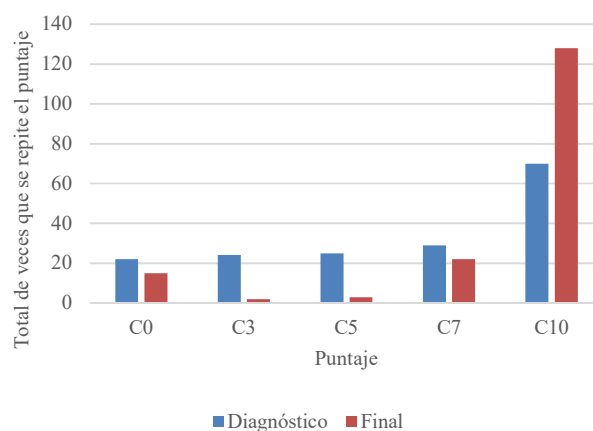


Fig. 3. Frecuencia de puntajes

En promedio, las calificaciones obtenidas por los alumnos para cada pregunta, presentan una mejora, como se observa en la Tabla III. Promedio de calificación por pregunta.

TABLA III  
PROMEDIO DE CALIFICACIÓN POR PREGUNTA

Pregunta	Diagnóstico	Final	Porcentaje de mejora
P1	7.47	10.00	33.86
P2	8.29	8.41	1.42
P3	6.24	9.24	48.11
P4	7.65	8.82	15.38
P5	5.94	5.65	-4.95
P6	5.41	8.06	48.91
P7	5.29	7.35	38.89
P8	7.65	9.41	23.08
P9	4.53	9.41	107.79
P10	6.24	9.24	48.11

Se observa que la pregunta 5 no presenta mejora en las respuestas de los alumnos, teniendo un porcentaje de mejora negativo del -4.95%, y la pregunta 2 presenta un porcentaje de mejora muy pequeño del 1.42%, mientras que la pregunta 9 presenta una mejora de más del 100% respecto a la evaluación

diagnóstica. Así, en 9 de las 10 preguntas, los estudiantes lograron mejorar las respuestas seleccionadas, lo que se puede apreciar también en la Fig. 4, la cual muestra el comportamiento del promedio por pregunta en ambas evaluaciones.

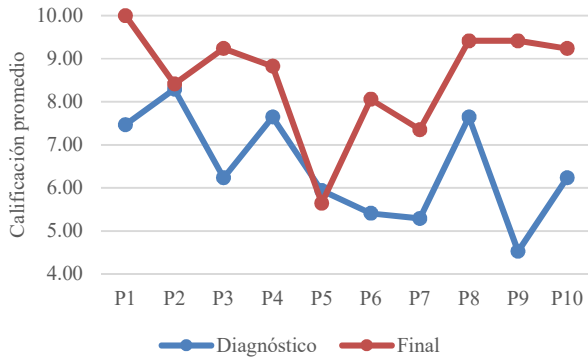


Fig. 4. Promedio por pregunta

Para el análisis de los datos históricos de las calificaciones se consideran las calificaciones de la Unidad de aprendizaje VI Álgebra vectorial de los años 2020, 2021 y 2023 para ser comparadas con las obtenidas en 2023 después de implementar la estrategia planeada. Las calificaciones finales de la unidad de aprendizaje, se observan en la Tabla IV. Resumen de calificaciones de la unidad de aprendizaje, se comparan con las calificaciones de los años anteriores, de 2020 a 2022, en los que se utilizó enseñanza tradicional.

Se observa que, en promedio, la calificación de 8.66 en la unidad de aprendizaje obtenida en 2023 al implementar la estrategia de ABP es mayor que la calificación promedio de 2021 y 2022 para la carrera de PIM, mientras que para la carrera de TIDSM la calificación de 8.71 para la unidad de aprendizaje obtenida en 2023 es menor que en los años anteriores. Sin embargo, considerando todos los datos, la calificación obtenida con el ABP es de 8.68, la cual es mayor que en 2021 y 2020, pero sigue siendo menor que en 2021.

TABLA IV  
RESUMEN DE CALIFICACIONES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Carrera	Año	Calificación promedio	Total	Aprobados	No aprobados
Procesos Industriales	2023	8.66	8	6	2
	2022	8.98	9	9	0
	2021	7.72	10	8	2
	2020	6.97	21	12	9
Tecnologías de la información	2023	8.71	9	7	2
	2022	8.87	9	9	0
	2021	9.03	10	10	0
	2020	9.26	14	14	0
Todos los datos	2023	8.68	17	13	4
	2022	8.92	18	18	0
	2021	8.38	20	18	2
	2020	7.89	35	26	9

También se aprecia que con la implementación del ABP se tienen 4 alumnos que no aprobaron la unidad de aprendizaje, lo que corresponde al 23.529% de la muestra, solo superado por el año 2020 en el que no aprobó el 25.71%, lo cual también se puede apreciar en la Figura 5 se observan los porcentajes de alumnos que obtuvieron calificaciones de acuerdo a los rangos presentados, donde se aprecia que en 2021 y 2023 se tiene la mayoría de alumnos con calificaciones mayores a 9.5 y las menor cantidad de calificaciones menores a 7.

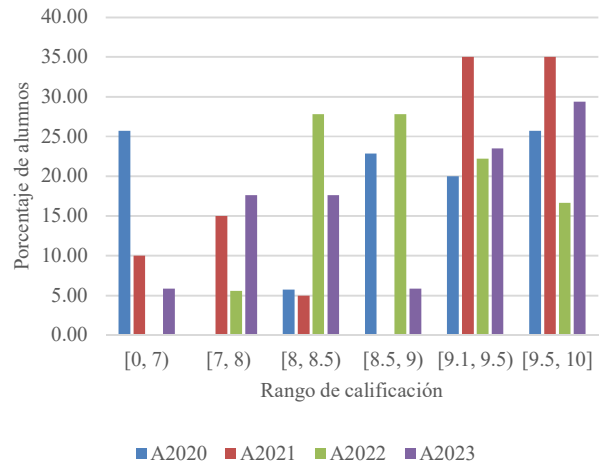


Fig. 5. Frecuencia de puntajes

Para las pruebas de hipótesis se utiliza la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis, con una confianza del 95%, la cual prueba si todas las muestras independientes que se comparan tienen la misma distribución de probabilidad o no. Se utiliza el software estadístico R para la comprobación de estas hipótesis.

Para los datos de la carrera de PIM se obtiene un valor p de 0.2671, el cual es mayor que el nivel de significancia 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, es decir, las calificaciones de todos los años a partir de 2020 e incluyendo las obtenidas con la estrategia diseñada tienen la misma distribución de probabilidad. De manera similar, para la carrera de TIDSM, se obtiene un valor p de 0.6104, el cual es mayor a 0.05, por lo que tampoco se rechaza la hipótesis nula.

Por otro lado el análisis ANOVA de los promedios de las calificaciones por carrera de cada uno de los cuatro años, con una confiabilidad del 95%, el valor p obtenido es de 0.0005734, el cual es menor que el nivel de significancia 0.05, por lo que se puede concluir que los promedios por año y carrera presentan diferencias, es decir, si se presenta una diferencia entre los años en los que se utilizó estrategias de enseñanza tradicional y con el año 2023 en el que se aplicó la estrategia de Aprendizaje basado en problemas.

#### IV. CONCLUSIONES

Del análisis de los datos recolectados se destaca que el 82.35% de los alumnos lograron conocimientos significativos en los temas de vectores y transformaciones lineales, al obtener una mejora significativa en la evaluación final de su aprendizaje comparado con la evaluación diagnóstica, por lo que, de

acuerdo con Ortiz y Cutimbo (2022), el ABP logra aprendizajes significativos al resolver problemas y relacionar los conocimientos previos con los nuevos.

Así la estrategia diseñada logró que los alumnos tuvieran un buen aprendizaje por lo que se concluye, coincidiendo con Neyra (2020), que el aprendizaje basado en problemas influye de manera positiva en el rendimiento académico, en temas de vectores y transformaciones lineales, ambos grupos lograron un 75% de respuestas correctas con el máximo puntaje en la evaluación final.

En 2023, con la estrategia ABP el 29.41% de los alumnos obtuviera una calificación mayor o igual a 9.5, y el 76.47% aprobó la unidad de aprendizaje, siendo estos porcentajes mayores que los años 2020 y 2021, de manera que, en 2023, con la implementación de la estrategia de ABP diseñada se obtuvieron mejores resultados que en 2020 y 2021, años en los que se utilizó la enseñanza tradicional. Además de que estadísticamente existe diferencia entre los años en los que se utilizó estrategias de enseñanza tradicional con el año 2023 en el que se aplicó la estrategia de Aprendizaje basado en problemas, por lo que se lograron mejores resultados en comparación a las calificaciones de años anteriores en los que se utilizó estrategias de enseñanza tradicionales, confirmando la conclusión de Latasa, Lozano y Ocerinjuregui (2012).

Por lo tanto, el implementar la estrategia de Aprendizaje basado en problemas en los temas de vectores y transformaciones lineales sí da buenos y mejores resultados que al implementar estrategias de enseñanza tradicional.

Así, estrategias como la propuesta pueden adaptarse a diferentes materias de matemáticas y niveles educativos, de manera que los docentes puedan implementarla y mejorar y ampliar sus herramientas de enseñanza. Para complementar y seguir estudiando sobre el tema, realizar una investigación en la que se puedan aplicar la estrategia de ABP de manera simultánea con estrategias de aprendizaje tradicional, de manera que se pueda hacer otro análisis diferente al que se presenta en esta investigación, en el que se puedan comparar los dos grupos bajo las mismas condiciones, y seguir buscando la mejora en el aprendizaje de los alumnos y su rendimiento académico.

#### REFERENCIAS

- Caisa Velez, C. J. (2021). El Modelo Pedagógico Tradicional y el Rendimiento Académico en la asignatura de Matemáticas. (Tesis de maestría). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Espinoza Melo, C. C., & Sánchez Soto, I. R. (2014). Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. *Paradigma*, 35(1), 103-128.
- Flores Ruiz, E., Miranda Novales, M. y Villasís Keever, M. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Alergia México*; 64(3):364-370. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v64n3/2448-9190-ram-64-03-0364.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta Edición Editorial mexicana.
- ITESM, (s.f.) El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>
- Latasa, I., Lozano, P., & Ocerinjuregui, N. (2012). Aprendizaje Basado en Problemas en Currículos Tradicionales: Beneficios e Inconvenientes. *Formación Universitaria*, 5(5),15-26. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534506003>

- Méndez Urresta, E. M. & Méndez Urresta, J. B. (2021). Aprendizaje basado en problemas, teoría y práctica desde la experiencia en la educación superior. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 10-28.
- Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157.
- Neyra Quezada, E. R. (2020). Aprendizaje basado en problemas para el aprendizaje significativo en matemática, en estudiantes de tercer año de secundaria, Chao 2019.
- Ortiz Díaz, J. A., & Cutimbo Lozano, G. F. (2022). Aprendizaje basado en problemas: una metodología aplicada a la asignatura universitaria Matemática Básica. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (22), 155-172.
- Paredes, H. D. H., Gutiérrez, E. A. M., López, J., & Giraldo, L. E. P. (2015). Aprendizaje basado en problemas como potencializador del pensamiento matemático. *Plumilla educativa*, 15(1), 299-312.