



FILHA



Autor: Joaquín Trujillo. Título: A los viejos, 2020. Impresión con pigmento en papel de algodón. 58x42cm.



FILHA

Montaño Quirino, Luis Mario. (2025). Impacto del *b-learning* en la comprensión y resolución de problemas de la segunda ley de Newton en el nivel medio superior. Revista digital FILHA. Julio-diciembre. Número 33. Publicación semestral. Zacatecas, México: Universidad Autónoma de Zacatecas. Disponible en: <http://www.filha.com.mx>. ISSN: 2594-0449.

Luis Mario Montaño Quirino. Mexicano. Docente investigador de la Unidad Académica de Preparatoria, Benemérita Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas". Maestro en Tecnología Informática Educativa. Orcid id: <https://orcid.org/0009-0007-9603-3593>. Contacto: luis.montano@uaz.edu.mx

Primera ronda.

Fecha de recepción: 2-mayo-2025. Fecha de aceptación: 2-julio-2025.



IMPACTO DEL *B-LEARNING* EN LA COMPRENSIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

Impact of *b-learning* on understanding and problem-solving of Newton's second law at the upper secondary level

Resumen: Esta investigación evaluó la influencia de un enfoque de enseñanza Blended Learning (B-Learning) sobre el rendimiento en la resolución de problemas matemáticos en Física I, relacionados con la Segunda Ley de Newton, en estudiantes del Programa XII de la Unidad Académica de Preparatoria de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Utilizando la plataforma Moodle para la implementación de actividades didácticas y la administración de aprendizaje, se seleccionó una muestra aleatoria en grupos de intervención y control. La metodología incluyó la comparación de una evaluación previa y posterior a la intervención, donde el grupo de B-Learning demostró una mejora significativa en el rendimiento y una mayor eficiencia en el tiempo de resolución de problemas, en comparación con el grupo control, que mantuvo sólo una instrucción tradicional. Este estudio aporta evidencia sobre la eficacia de la comprensión conceptual y del enfoque B-Learning en la enseñanza de la Física, particularmente en el rendimiento en los ejercicios matemáticos, destacando además la relevancia del uso de tecnología educativa para fortalecer el rendimiento académico y el aprendizaje autónomo.

Palabras clave: Física, Educación Media Superior, Resolución de Problemas Matemáticos, Comprensión Conceptual, B-Learning, Tecnología Educativa, Segunda Ley de Newton.

Abstract: This research evaluated the impact of a Blended Learning (B-Learning) approach on performance in solving mathematical problems in Physics I, specifically those related to Newton's Second Law, among students of Program XII at the Academic Preparatory Unit of the Autonomous University of Zacatecas. Implementing the Moodle platform for didactic activities and learning management, a sample was randomly selected and divided into intervention and control groups. The methodology involved comparing assessments conducted before and after the intervention. The B-Learning group demonstrated significant improvement in performance and greater efficiency in problem-solving time compared to the control group, which received only traditional instruction. This study provides evidence on the effectiveness of the conceptual understanding and B-Learning approach in the teaching of Physics, particularly in the performance in mathematical exercises, also highlighting the relevance of the use of educational technology to strengthen academic performance and autonomous learning.

Keywords: Physics, High School, Mathematical Problem Solving, Conceptual Understanding, B-Learning, Educational Technology, Newton's Second Law.

Introducción

Las materias de Física en el nivel medio superior del sistema educativo mexicano se incluyen en el currículo que los estudiantes deben cursar como parte de su formación en las diversas áreas del conocimiento. En adición a ello, este nivel es la

antesala de la educación superior, además la Física es esencial para numerosos programas universitarios.

A pesar de la gran relevancia de la asignatura, su enseñanza supone un desafío por la implicación de ecuaciones matemáticas en los ejercicios que se plantean. Resulta paradójico que una ciencia tan presente en la cotidianidad, con la cual se puede experimentar, en la práctica de los ejercicios pierda ese enfoque para dar paso a la abstracción matemática. Tal situación podría constituir un obstáculo para los estudiantes respecto a su comprensión y aplicación, pues se presenta una desvinculación entre los ejercicios que implican procedimientos matemáticos y la esencia intrínseca de la Física, la cual se manifiesta en todos los aspectos de la naturaleza.

4

Dadas estas dificultades que suponen verdaderos retos, se evidencia la necesidad de desarrollar estrategias de aprendizaje que vinculen los ejercicios matemáticos planteados en la materia de Física con los conceptos que involucran, de tal forma que adquieran un significado para el estudiante reduciendo su abstracción. En esta investigación se aborda dicha problemática mediante el enfoque *B-Learning*, en el Programa XII de la UAP-UAZ, implementando actividades orientadas a la comprensión de los conceptos relacionados con los problemas matemáticos, concretamente para el tema Segunda Ley de Newton incluido en el programa de estudios de la asignatura Física I, evaluando la contribución de esta estrategia para mejorar el porcentaje de ejercicios resueltos correctamente, es decir, la correlación que tendrán respecto al desempeño de los estudiantes. Para su implementación, se empleó el sistema de gestión del aprendizaje *Moodle*, que ha probado ser efectivo en la enseñanza y facilita la autorregulación del aprendizaje en los estudiantes.

La enseñanza de la Física en el nivel medio superior

La Física es una ciencia factual presente en la vida cotidiana, pues estamos rodeados de fenómenos naturales, característica que debiera reducir su nivel de abstracción y por consiguiente facilitar su enseñanza. Sin embargo, Ávila y Suárez (2021) aseveran que para comprender los conceptos de la Física es necesario el uso de registros y representaciones, que implican procesos verbales, pictóricos y analíticos. Adicionalmente, se requiere el uso de matemáticas para describir cuantitativamente los fenómenos que la asignatura aborda. Fraser *et al.* (2014) consideran que la habilidad de los estudiantes para resolver problemas y aprender los conceptos fundamentales es una dimensión importante en el aprendizaje de la Física.

Autores como Barrón y Ramírez (2021) plantean que la Física es considerada una ciencia dura y de difícil comprensión para la mayoría de los estudiantes. Gómez *et al.* (2020) señalan que los alumnos, en su caso de estudio, la conciben como difícil de aprobar, altamente demandante de tiempo y carente de sentido práctico, con

énfasis en el pensamiento lógico-matemático. Además, indican que esta materia cuenta con el mayor índice de reprobación en la malla curricular, seguida por matemáticas. El énfasis en procesos abstractos percibido por los estudiantes puede resultar paradójico dada la omnipresencia de la Física en la vida cotidiana.

Lo mencionado anteriormente concuerda con lo expresado por Vidales *et al.* (2013) en su caso de estudio de la UAP-UAZ, pues indican que el índice de reprobación de los alumnos en la materia de Física asciende a un 31.8% y es solamente superado por Matemáticas, siendo ambas impartidas en los primeros dos semestres del nivel medio superior, etapa que también presenta mayores tasas de reprobación en general. Además, indican que dicho problema no ha disminuido en los últimos cuarenta años, sino que ha experimentado un incremento. Estos indicadores apuntan a que los estudiantes presentan dificultades en su aprendizaje de manera similar a las Matemáticas, materia con un mayor nivel de abstracción pero que es ampliamente vinculada con la Física dada la frecuencia con que se emplea en esta asignatura.

Duit *et al.* (2014) señalan que las matemáticas, con su alto nivel de abstracción, tienen un papel preponderante como una de las principales dificultades que los estudiantes enfrentan en la Física. Parra, Vanegas y Bustamante (2021) observaron que muchos estudiantes de enseñanza media perciben a la asignatura de Física como una clase adicional a la de Matemáticas, a pesar de las diferencias significativas que tienen entre ambas, siendo la primera una ciencia factual y la segunda del ámbito formal. Godoy y González (2018) expresan que las Matemáticas tienen una estrecha relación con la comprensión de la Física, pero que en algunas ocasiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizan de manera tan abstracta que reducen el interés de los estudiantes en la ciencia formal. Esto vislumbra el alto grado de matematización y abstracción con la que se aborda la Física, dejando de lado el significado que tienen sus variables respecto a sus conceptos.

Como podemos notar, los ejercicios matemáticos en la asignatura de Física se incluyen prácticamente en la mayoría de los procesos de enseñanza de la materia, tratándose usualmente como un componente separado de los conceptos vinculados. En este sentido, Parra *et al.* (2021) advierten que la enseñanza de la Física es percibida por los estudiantes como un mero proceso de aprendizaje de fórmulas, reglas y procedimientos de cálculo que, si bien son juzgados por ellos mismos como parte importante de su formación, los consideran tediosos.

Torres *et al.* (2018) indican que los estudiantes que recién inician su educación superior consideran que el enfoque abstracto fue predominante en la enseñanza de la asignatura de Física, mencionando no entender los ejercicios, siendo las ecuaciones y cálculos parte de la dificultad, habiendo recibido la mayoría una metodología de enseñanza tradicional. Además, expresaron que existe la necesidad

de la contextualización en su aprendizaje, por lo que añadir un enfoque cualitativo puede favorecer el interés de los estudiantes por la materia.

La disociación entre las operaciones matemáticas y los conceptos

De acuerdo a Docktor *et al.* (2016), la resolución de problemas se utiliza en la enseñanza de la Física como estrategia para demostrar el logro de los estudiantes. En esta tónica, Docktor *et al.* (2015) mencionan que los estudiantes generalmente perciben a las ecuaciones como el elemento central en la resolución de problemas para obtener respuestas cuantitativas, ignorando la información conceptual. Resaltan que lo anterior puede ser efectivo para obtener respuestas, pero falla en el entendimiento conceptual del proceso de solución, por lo que es típico que los estudiantes no retengan dicho conocimiento en los cursos introductorios de Física. Además, enfatizan que los materiales tradicionales tienden a promover la manipulación de las ecuaciones a expensas de la comprensión conceptual.

Sin embargo, Parra *et al.* (2021) señalan que los estudiantes creen haber aprendido física cuando resuelven los ejercicios propuestos por el profesor, conduciéndolos a la afirmación de que la Física es matemática aplicada. Aunque Reddy y Panacharoensawad (2017) sostienen que la deficiencia en las habilidades matemáticas de los estudiantes es un obstáculo mayor en la resolución de problemas, también lo es la falta de comprensión del problema en sí.

Además, Byu y Lee (2014) investigaron si el logro académico, la autoconfianza y la comprensión conceptual de la materia de Física, en estudiantes de nivel medio superior, incrementa de acuerdo al número de problemas de la asignatura resueltos. Encontraron que un mayor número de ejercicios resueltos no tiene impacto alguno en los aspectos mencionados, mientras que el desempeño de los estudiantes para resolver los problemas puede ser mejorado mediante estrategias específicas que se les enseñen y sean efectivamente aplicadas.

En este sentido, Khasanah *et al.* (2016) indican que cuando una persona pretende resolver un problema, modelará en su mente una forma de resolver dicho ejercicio, siendo este modelo preponderante en el proceso del planteamiento al que se pretende dar solución. Por lo tanto, el modelo debiera incluir los elementos que se buscan para el aprendizaje del contenido, es decir, sin excluir los conceptos involucrados en la resolución del problema.

Acorde con este planteamiento, tras una extensa revisión de la literatura, Ince (2018) concluyó que los estudios muestran que los estudiantes expertos en la resolución de problemas tratan en primer lugar de entender el problema considerando las leyes físicas, determinando los conceptos y su relación con la información dada, las fórmulas, para luego establecer un plan, previo a abordarlos

con métodos matemáticos, y finalmente evalúan el resultado. En contraste, indica que los estudiantes novatos tratan de usar las operaciones matemáticas en primer lugar, siendo evidente que no pueden establecer las relaciones conceptuales que los expertos hacen.

En este sentido, Ali *et al.* (2014) señalan que los estudiantes que utilizan una estrategia metacognitiva para la resolución de problemas muestran un mejor desempeño y características de expertos en resolución, la cual implica habilidades como la planeación, monitoreo y evaluación al aplicar su propio conocimiento. Se exhibe entonces que la resolución de problemas en Física no debe estar dissociada de sus conceptos, los cuales deben relacionarse apropiadamente a la hora de la resolución del componente matemático, de tal manera que el estudiante sea capaz de entender el porqué de los resultados e incluso pueda predecirlos previo a las operaciones matemáticas, dándole significado en términos físicos.

Enfoques que involucran los conceptos en la resolución de problemas

Docktor *et al.* (2015) distinguen dos aproximaciones para la resolución de problemas, la explícita y la tradicional. La primera implica como primer paso que el estudiante se enfoque en el problema, llevándolo a un primer acercamiento en términos de conceptos y principios para luego describir la física involucrada y posteriormente planear una solución con una subsecuente ejecución de un plan, evaluando finalmente la solución. Además, señala que el enfoque tradicional carece de la descripción de los conceptos físicos que implica el primero, iniciando con la formulación de un boceto y la definición de las cantidades conocidas y desconocidas, para luego seleccionar ecuaciones, resolverlas y verificar la respuesta. El contraste principal entre dichos enfoques es la comprensión de los conceptos involucrados en los problemas.

Acorde con el enfoque explícito, Godoy y González (2018) reconocen la importancia de las matemáticas en la enseñanza de la Física, pero insisten en reducir su nivel de abstracción mediante estrategias innovadoras y motivantes, puesto que consideran que para los estudiantes puede ser su primer encuentro formal con esta área de formación y la experiencia marcará un éxito o fracaso en su comprensión, y con ello el aprendizaje de las demás asignaturas afines. En este sentido, proponen combinar aspectos matemáticos con elementos prácticos de la vida cotidiana que permitan reducir su nivel de abstracción.

Abubakar y Danjuma (2012) realizaron un estudio para determinar el efecto del enfoque explícito en estudiantes de nivel preparatoria respecto a su desempeño académico y retención en la materia de Física, donde señalan que este enfoque es significativamente mejor que el método tradicional, puesto que sí mejora el

desempeño y la retención. Concluyen que es evidente que la comprensión de la Física requiere estrategias de enseñanza que promuevan el involucramiento activo de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, en tanto que el docente debe facilitarlo y promover el interés en la asignatura.

Para la resolución de problemas, Docktor *et al.* (2015) aplicaron la resolución conceptual de problemas en el nivel medio superior, el cual exponen como un enfoque flexible que promueve la resolución de los problemas matemáticos involucrando los elementos conceptuales y un análisis cualitativo para después formular las soluciones cuantitativas. Describen también que no se trata de un currículo, sino de un marco para la resolución de problemas en la materia de Física que puede ser adaptado fácilmente a los materiales preexistentes. Este marco tiene la intención de proveer de la suficiente estructura que ayude a los estudiantes a describir sus estrategias.

En el enfoque explícito, de acuerdo con Heller y Heller (2000), la etapa referente a analizar el problema dirige a los alumnos hacia la formulación de una estrategia general basada en conceptos y principios que, sin embargo, no hace énfasis en la justificación de por qué estos principios son adecuados, a diferencia del método de resolución conceptual de problemas. Esta sería una diferencia fundamental entre este enfoque y la resolución conceptual de problemas, puesto que en este último la justificación es un elemento importante.

Docktor *et al.* (2015) indican que la resolución conceptual de problemas consta de tres partes: el concepto que es aplicable al problema, la justificación que sustenta por qué ese principio es el apropiado y un plan que incluye los pasos a seguir y ecuaciones a utilizar para la resolución final del problema. Sin embargo, este enfoque no requiere que los estudiantes desarrollen el concepto y justificación previa a la resolución cuantitativa, aunque en su estudio, exponen que tanto estudiantes como profesores tienden a realizar estos pasos antes de proponer y resolver las ecuaciones, además de que frecuentemente trabajaron en equipo.

Al aplicar este enfoque, Docktor *et al.* (2015) observaron que, aunque su aplicación fue en un periodo de tiempo corto, se mostró un claro beneficio, con un incremento estadísticamente significativo en la resolución de problemas y preguntas conceptuales, incluso tras la finalización de los cursos de Física, demostrando mejoría en pruebas distritales. Un aspecto llamativo es que, según apreciaron, los docentes más experimentados adaptaron los materiales propuestos con el enfoque a sus propios ejercicios, mientras el docente con menos experiencia en la materia usó los materiales tal cual se le proporcionaron.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la enseñanza de la Física

Existen numerosos casos en los que se aprovecha el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación -TIC-. Otero (2021), al analizar la implementación de diversas herramientas tecno-pedagógicas, que incluyeron pequeñas cápsulas y cuestionarios de autoevaluación para los estudiantes, encontró que mostraron mayor preferencia en los contenidos incluidos en cápsulas informativas, es decir, aquellas que abordan los temas indispensables, optándose por videos de corta duración y explicativos, esquemas y gráficos interactivos, así como contenido multimedia. En síntesis, comprobó que la implementación de dichas herramientas tecno-pedagógicas concisas mejoraron el ambiente de aprendizaje de los estudiantes al centrarse en los aspectos verdaderamente relevantes de una forma gráfica e interactiva.

En este sentido, Morphey *et al.* (2020) analizaron el efecto que tienen los videos que presentan resoluciones de problemas de Física en la metacognición y el aprendizaje de la asignatura. Señalan que muchos estudiantes suelen quedarse estancados mientras resuelven problemas cuando llegan al límite de las habilidades que tienen en ese momento, y que una técnica efectiva es proveer ejemplos resueltos durante el proceso. Para estudiar el efecto que tienen los ejemplos previamente establecidos, decidieron investigar implementándolos en formato de video y animaciones para determinar su incidencia en el aprendizaje. Los resultados mostraron que los estudiantes aprenden de manera similar con distintos estilos de video que siguen determinados principios multimedia, tales como el tener cuidado en que la información visual y auditiva sea coherente, sin redundancias y evitando siempre elementos que puedan hacer interferencia. Además, indican que las animaciones que mostraron los pasos para llegar a la solución se presentaron en segmentos pequeños y coherentes.

Otro aspecto relevante observado por Morphey *et al.* (2020) es que, si los estudiantes tratan de resolver los problemas antes de recurrir a los videos, se facilita el aprendizaje si estos problemas están sólo un poco fuera de sus habilidades, pero no es así para aquellos que son más complejos. Sostienen además que, los alumnos demostraron un mejor rendimiento en las pruebas de seguimiento cuando los videos y animaciones se mostraron paso a paso, en comparación con quienes usaron materiales cuya presentación no se hizo de esa manera. Adicionalmente señalan que es importante incorporar ejemplos de problemas matemáticos y conceptuales para ayudar a los estudiantes a obtener mejores resultados académicos.

El enfoque Blended Learning o *B-Learning*

González-Morales (2017) describe el Blended Learning o *B-Learning* como la combinación de las tecnologías usadas de manera presencial, y no presencial, es decir, físicamente y virtualmente, con el propósito de optimizar el proceso de

aprendizaje. Esto implica la implementación de los recursos tecnológicos necesarios para que puedan llevarse a cabo las actividades no presenciales.

Una consideración relevante al utilizar este enfoque, es la realizada por López *et al.* (2018), quienes señalan que en un ambiente de aprendizaje combinado, debe existir un andamiaje que ayude al estudiante a monitorear su aprendizaje, autoevaluarse y le facilite emprender acciones respecto a sus resultados, por lo que una característica necesaria es que sea del tipo adaptativo, lo que significa que ofrezca opciones que le resulten útiles al alumno durante su proceso de estudio en reacción a lo hecho por él mismo, tomando como punto de partida la conciencia de sus experiencias previas.

Respecto a la resolución conceptual de problemas, Docktor *et al.* (2015) plantean que el uso de las TIC puede ayudar a superar las dificultades en la implementación de este enfoque, facilitando a los estudiantes a desarrollar el análisis mediante preguntas que los guíen y recibiendo retroalimentación, algo que podría contribuir a reducir la frustración, siguiendo un flujo direccionado, en contraparte con la versión basada en papel donde en ocasiones se estancaban. Además, exponen que la posibilidad de poder aplicar el enfoque dentro o fuera de clases, puede darles más tiempo para pensar en la aplicación de conceptos, y brindaría aún más flexibilidad a los maestros para su implementación. Aunque no es mencionado explícitamente, estas características son propias del *B-Learning*, y exploran posibles ventajas que otros autores ya han constatado.

Adicionalmente, Díaz y Tec (2018) mencionan la importancia del aprendizaje ubicuo describiendo el mobile learning o m-learning como una metodología que se basa en la utilización de la tecnología móvil para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje con aplicaciones expresamente diseñadas para la educación, o bien aquellas que puedan utilizarse para este fin.

Salica y Almirón (2020) analizaron la utilidad del m-learning para la educación secundaria, haciendo uso también del enfoque *B-Learning*, observando que promueve la capacidad de los estudiantes para administrar sus tiempos de aprendizaje ubicuo, es flexible y potencia la gestión de los recursos didácticos para su disponibilidad sin importar el lugar y tiempo; manifiestan además que los jóvenes no suelen discriminar entre las distintas formas de aprendizaje.

Huertas *et al.* (2017) consideran necesario que el aprendizaje en línea tenga también un apoyo pedagógico o didáctico del docente de manera presencial antes de emprender el proceso de manera independiente, en un escenario de aprendizaje combinado o *B-Learning*, promoviendo de esta forma la autorregulación. Por estas razones, la mera implementación de materiales sin encontrarse en unidades definidas, sin ser parte de un plan estructurado o carente de supervisión, podría resultar contraproducente, a la vez que el estudiante debe poder revisar su propio progreso, pero sin dejar por ello de ser supervisado.

En este sentido, Kostons, Van Gog y Paas (2012) sostienen que enseñar a los estudiantes para hacer autoevaluaciones más precisas de su propio aprendizaje, promueve en ellos un mejor desempeño y hace posible una mayor precisión en su seguimiento.

Respecto a las plataformas que permiten la implementación de este enfoque, Fayanto *et al.* (2019) observaron que la implementación de *Moodle* en el nivel medio superior resultó en un incremento significativo en el aprendizaje de los estudiantes, así como en su interés por el aprendizaje de la asignatura. Además, señalan que *Moodle* cuenta con muchas ventajas, como el posibilitar que los estudiantes envíen tareas y tomen pruebas en línea, lo que promueve una mayor interacción, además de incorporar simulaciones en el proceso de aprendizaje, y presentar el contenido de una manera atractiva, elementos que ayudan a que los estudiantes muestren una actitud positiva en su uso. Sin embargo, mencionan que, al implementarse, el docente debe ser sistemático para ordenar sus materiales de aprendizaje, con una orientación a facilitarlo, además de que el estudiante debe tener la libertad de poder elegir el orden en que utilizarán los materiales.

Lo anterior, es consistente con lo señalado por Xu y Mahenthiran (2016), quienes describen que el cómo está organizado el sistema de aprendizaje, así como si su contenido está ordenado sistemáticamente, y la facilidad con la que los estudiantes puedan acceder al material y completar las actividades, son factores que influyen directamente en los resultados del aprendizaje obtenido con la implementación de una plataforma de aprendizaje, pues se debe fomentar el involucramiento activo e interacción de los estudiantes con esta tecnología.

Diseño de la investigación

La presente investigación se clasifica como experimental, y para el desarrollo del trabajo se ha adoptado un enfoque cuantitativo. El objetivo principal es examinar el impacto de las actividades pedagógicas basadas en el enfoque *B-Learning* en el rendimiento académico de los estudiantes de Física I, inscritos en el Programa XII de la Unidad Académica de Preparatoria de la Universidad Autónoma de Zacatecas -UAP-UAZ-.

La variable independiente en este estudio es la aplicación de actividades didácticas *B-Learning*, y se manipuló de forma intencional para observar su efecto en la variable dependiente, que es el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos. Se midió el rendimiento académico de los alumnos de ambos grupos antes y después de la intervención con el fin de estudiar su efecto potencial, junto con el tiempo invertido y empleado en la realización de las actividades didácticas. En conjunto, estas variables dependientes proporcionaron una visión global del efecto de la intervención *B-Learning* en el aprendizaje de los alumnos, permitiendo la validación de este enfoque.

A efectos de esta investigación, el rendimiento de los estudiantes se define operacionalmente como la capacidad de resolver problemas matemáticos en el contexto de la Segunda Ley de Newton, expresada a través de las puntuaciones obtenidas en las pruebas que se crearon para cuantificar esta competencia. Las calificaciones se expresan en porcentajes, que son la proporción de respuestas correctas respecto al total de problemas presentados. Por su parte, la intervención *B-Learning* se define como un conjunto de actividades de aprendizaje planificadas y sistemáticas que conllevan componentes de enseñanza tanto en modalidad digital como presencial, con el propósito de mejorar la comprensión conceptual y la capacidad para utilizarla en la resolución de problemas matemáticos. La presente intervención hace uso de la plataforma *Moodle*, que proporciona contenidos y recursos interactivos, apoyada por sesiones presenciales que permiten el intercambio dialógico y la aclaración de dudas, fomentando de esta manera un enfoque híbrido de aprendizaje.

El diseño del estudio es cuasiexperimental ya que, si bien hubo una manipulación dirigida de la variable independiente, las condiciones ambientales y el hecho de que los participantes no pudieran tener acceso a recursos tecnológicos propios del plantel, impusieron algunas restricciones propias de este tipo de estudios.

A pesar de las restricciones en el manejo de variables y la distribución aleatoria, este enfoque sigue siendo útil para encontrar tendencias, desarrollar hipótesis y ayudar a futuras investigaciones, así como para tomar decisiones educativas dentro del programa académico de la UAP-UAZ. Se hizo un esfuerzo concertado para controlar tantas variables externas como fuera posible; sin embargo, se reconoce que el control no alcanzó el mismo nivel de exhaustividad que el de un diseño experimental puro.

Esta investigación asumió un enfoque mixto, integrando los alcances descriptivo, correlacional y explicativo. En primer lugar, se describió y midió el rendimiento de los alumnos en problemas matemáticos asociados a la Segunda Ley de Newton. En segundo lugar, se analizó la correlación entre la aplicación de actividades didácticas en *B-Learning* y el rendimiento académico en Física I, buscando una correlación estadística para evaluar la eficacia de la intervención. Por último, la investigación pretendió esclarecer de qué manera y por qué la intervención *B-Learning* afecta a dicho rendimiento, utilizando un diseño experimental dirigido a comprender los mecanismos subyacentes que impulsan los cambios atestiguados, proporcionando enfoques que puedan ayudar a mejorar las estrategias educativas.

Asimismo, se establecieron dos grupos: un grupo de intervención y un grupo de control. Hubo un proceso experimental de asignación aleatoria para intentar, en un sentido probabilístico, establecer equivalencia entre dos o más grupos. Aunque el propósito final es procurar la equivalencia de dichos grupos tanto demográfica como académicamente, utilizar una asignación aleatoria completa puede no haber sido posible. Esto se debe a que se basó en la participación voluntaria; por lo tanto, cada

vez que un estudiante decidía no formar parte de un grupo específico o declaraba no poseer un dispositivo disponible al que acceder para participar en la actividad, se daba la oportunidad a otro estudiante elegido al azar. Este fenómeno podría ser capaz de introducir diferencias persistentes dentro de los grupos. No obstante, los resultados de la evaluación previa a la intervención se confirmaron mediante la comparación entre los grupos de control y de intervención, garantizando de este modo que no había diferencias estadísticamente significativas, elemento que se indica en los resultados.

El grupo de intervención participó en un programa estructurado de actividades educativas que se llevaron a cabo mediante el enfoque *B-Learning*. El programa fue diseñado para mejorar la comprensión de conceptos relacionados con problemas matemáticos asociados a la Segunda Ley de Newton, dentro de la asignatura de Física I, e incidir en el desempeño en la resolución de estos ejercicios. Este enfoque aúna tecnologías digitales con estrategias presenciales, con el objetivo de reforzar el aprendizaje en curso y maximizar el rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas. Por otro lado, el grupo de control siguió utilizando el método convencional de instrucción presencial, lo que facilitó la realización de análisis comparativos eficaces para medir el impacto de la intervención.

El presente plan experimental, que implica la utilización de grupos de control y grupos de intervención, refuerza la validez interna del estudio y garantiza que cualquier cambio en el rendimiento de los alumnos pueda atribuirse con mayor certeza a la aplicación de las actividades de *B-Learning*. Esta estrategia cuantitativa y experimental es necesaria para obtener resultados válidos y fiables, que ayuden a mejorar las estrategias didácticas en la enseñanza de la Física.

Población y muestra

La población corresponde a los estudiantes del Programa XII de la UAP-UAZ, cursando la modalidad escolarizada, la cual fue de 314 alumnos, en el ciclo que comprende de agosto a diciembre de 2023 (UAP-UAZ, 2023). En cuanto a la población de estudio, se considera a aquellos que cursan el primer semestre, con un total de 132 estudiantes (UAP-UAZ, 2023), puesto que son a quienes se les impartió la materia de Física I en el periodo mencionado, cuyo rango de edad era de 15 a 17 años, dentro del sistema de educación de nivel medio superior formal, escolarizado, que se atiende de lunes a viernes, factores que fueron los únicos criterios de selección.

La muestra constó de 99 estudiantes, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. La mitad constituyó el grupo que se intervino, mientras que el resto correspondió al grupo de control, haciendo una distribución equitativa para maximizar la probabilidad de que el resultado haya correspondido a la intervención en sí, y no por diferencias en el tamaño de los grupos, superando también el tamaño

mínimo recomendado de la muestra por Mertens (2015). La asignación de estudiantes a cada grupo se hizo de manera aleatoria para minimizar cualquier sesgo. Asimismo, ambos grupos tuvieron las mismas características, tanto demográficas y con una calidad de enseñanza semejante y consistente, compartiendo el mismo docente. De esa forma, se controló el mayor número de variables posible y se redujo la posibilidad de que existiera algún sesgo por diferencias en la enseñanza, y al controlar las variables, mejorando la validez interna del estudio.

Instrumentos

La implementación de las actividades conceptuales y problemas de la materia se hizo en *Moodle*, un sistema de gestión del aprendizaje en línea, lo que facilitó que los estudiantes accedieran a él en cualquier momento y lugar, características necesarias en el enfoque *B-Learning*. Adicionalmente, dicho sistema es ofrecido como aula virtual por la UAP-UAZ, facilitando de esta manera su uso tanto a docentes como a estudiantes. Otra característica relevante es que esta plataforma se adapta al ser usada mediante un navegador en un dispositivo móvil, ofreciendo incluso una aplicación nativa para celular como opción adicional para el estudiante, lo que permite su uso ubicuo, lo que según Díaz y Tec (2018) favorece el aprendizaje.

Respecto a la recolección de datos, *Moodle* registra la calificación obtenida tras la resolución de problemas, lo que permitió medir el desempeño de los estudiantes. En tanto a la precisión en la resolución, el sistema también registra el tiempo empleado para cada problema y el número de intentos requerido para llegar al resultado correcto, mostrando detalles como el historial de respuestas, así como la fecha y hora de inicio y término de cada una de ellas, característica también útil al registrar el tiempo de resolución de actividades conceptuales para establecer su relación con las variables independientes. La implementación de *Moodle* en esta investigación aseguró una recopilación de datos eficiente, una evaluación precisa del rendimiento de los estudiantes y un análisis detallado de los resultados, contribuyendo significativamente a los propósitos de este estudio.

Procedimiento

En la fase inicial del estudio, se utilizó un cuestionario en línea dentro de *Moodle* para aplicar un examen previo a ambos grupos de investigación. De esta manera, se evaluó su rendimiento en la resolución de problemas relacionados con la Segunda Ley de Newton, tras haberse visto en clases presenciales de manera tradicional. Esta medición antes de la intervención ofreció un punto inicial para evaluar los cambios atribuibles a la intervención. La naturaleza interactiva

de *Moodle* permitió que los estudiantes completaran esta evaluación de manera remota, asegurando la recolección de datos en línea antes de la intervención.

Durante la fase de intervención, la mitad de los estudiantes de la muestra tuvieron acceso a módulos de aprendizaje y recursos multimedia integrados en la plataforma *Moodle*. Estos materiales fueron diseñados para guiar a los estudiantes a través de los conceptos esenciales de la Segunda Ley de Newton, proporcionando ejemplos prácticos, material multimedia y actividades interactivas para reforzar su aprendizaje, procurando que los videos fueran cortos y explicativos, en consonancia con lo planteado por Otero (2021) quien comprobó que este tipo de herramientas concisas mejoran el ambiente de aprendizaje al centrarse en los aspectos verdaderamente relevantes; además de considerar lo señalado por Morphew *et al.* (2020) quienes sostienen que los materiales audiovisuales deben ser coherentes, en pequeños segmentos, sin redundancias y evitando elementos que puedan hacer interferencia. Adicionalmente, los alumnos realizaron ejercicios para el razonamiento de la información y preguntas previas a la resolución matemática de los problemas, donde se midió el tiempo empleado para los ejercicios teóricos orientados a la apropiación de los conceptos necesarios para la comprensión de los problemas matemáticos.

En adición a lo anterior, los participantes recibieron retroalimentación instantánea a través de las actividades y cuestionarios en línea, permitiéndoles identificar áreas de mejora y consolidar su comprensión de los conceptos y ejercicios. Esto brindó a los estudiantes una base de conocimiento antes de la resolución de ejercicios matemáticos, pues como Khasanah *et al.* (2016) señalan, cuando una persona intenta resolver un problema, modela en su mente el proceso con el que pretende dar solución, y es muy importante para esta investigación que ese modelo incluya los conceptos involucrados. Además, autores como Ince (2018) sostienen que los estudiantes expertos en resolución de problemas tratan de entender en primer lugar el problema considerando las leyes físicas, mientras que Ali *et al.* (2014) añaden que los estudiantes que recurren a una estrategia metacognitiva demuestran características de expertos en resolución, mostrando estos argumentos adicionales la importancia de que el estudiante reflexione sobre los propios procesos mentales a través de la retroalimentación.

Tras este acercamiento inicial, se orientó al estudiante a través de ejercicios cuyo objetivo fue la identificación de los datos del ejercicio matemático, su relación con los conceptos y las condiciones del problema. En línea con lo anterior, Sánchez *et al.* (2020) plantean la importancia de identificar los datos y estrategias de solución previas al abordaje de los ejercicios matemáticos. Adicionalmente, el estudiante pudo consultar animaciones y videos que muestren la resolución de ejemplos paso a paso que incorporen los aspectos matemáticos y conceptuales, como se muestra en la figura 1, que de acuerdo con Morphew *et al.* (2020) ayudan al estudiante a obtener mejores resultados académicos.

Figura 1. Muestra de videos disponibles para los estudiantes



Fuente: elaboración propia.

Dichas actividades accesibles para el grupo intervenido, pudieron realizarse sin límite de intentos y con la posibilidad de validar y reintentar cada ejercicio individual. Esta perspectiva, sumada a la retroalimentación instantánea que recibieron, es concordante con lo planteado por López *et al.* (2018) quienes sostienen que en un ambiente de aprendizaje combinado es necesaria la existencia de un andamiaje que permita al estudiante monitorear su aprendizaje y emprender acciones respecto a sus resultados, coincidiendo con Kostons *et al.* (2012) quienes señalan que las autoevaluaciones promueven en los estudiantes un mejor desempeño.

Finalmente, al concluir la intervención, se aplicó un examen a través de *Moodle* para evaluar el impacto de las actividades destinadas a la comprensión de conceptos en el rendimiento de los estudiantes, tanto para el grupo intervenido, como para el de control. Este examen siguió un formato similar a la evaluación previa para permitir comparaciones válidas y medir el cambio en el rendimiento de los estudiantes.

Resultados

Para asegurar que no existiera alguna diferencia estadísticamente significativa en el desempeño inicial de los grupos de control e intervención antes de las actividades de intervención, se realizó una prueba T para muestras independientes, adecuada para comparar las medias de muestras pequeñas y medianas (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008). El análisis, que se ajustó por igualdad de varianzas conforme a la prueba de Levene ($F = 0.109$, $\text{Sig.} = 0.742$), no reveló diferencias significativas

en las puntuaciones previas a la intervención entre los grupos ($t = -1.123$, $gl = 97$, $Sig. = 0.264$), con un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias que abarcaba desde -19.89364 hasta 5.51298, tal como se muestra en la tabla 1. Esta ausencia de diferencia significativa indica que cualquier cambio en el desempeño de los estudiantes atribuible a la intervención puede considerarse como resultado del tratamiento aplicado, y no a disparidades iniciales en la competencia o conocimiento previo entre los participantes de los grupos comparados.

Tabla 1. Prueba T para muestras independientes, aplicada a los resultados de la evaluación previa a los grupos de control e intervención.

Prueba de muestras independientes									
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
Puntaje	Se asumen varianzas iguales	.109	.742	-1.123	97	.264	-7.19068	6.40037	-19.89364 5.51229
	No se asumen varianzas iguales			-1.123	96.939	.264	-7.19068	6.40067	-19.89434 5.51298

Fuente: elaboración propia.

El grupo de control no demostró una mejoría estadísticamente significativa en el rendimiento académico de acuerdo a la prueba T de muestras emparejadas, con un valor t de -1.062, 48 grados de libertad, y un valor p de 0.293, como se muestra en la tabla 2. Esta ausencia de diferenciación significativa entre las evaluaciones previa y posterior exhibe una estabilidad en el desempeño de los estudiantes del grupo de control durante todo el proceso. De manera complementaria, se encontró una correlación significativa entre ambos momentos de evaluación ($r = 0.619$, $p < 0.001$), como se muestra en la tabla 3, lo cual respalda la consistencia de los resultados.

Tabla 2. Prueba T de muestras emparejadas del grupo de control.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Porcentaje en la Evaluación Previa - Porcentaje en la Evaluación Posterior	-4.08265	26.90197	3.84314	-11.80980	3.64450	-1.062	48	.293

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Correlación de muestras emparejadas del grupo de control.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Porcentaje en la Evaluación Previa & Porcentaje en la Evaluación Posterior	49	.619	.000

Fuente: elaboración propia.

Al profundizar en el análisis descriptivo del grupo de control, se observó que la evaluación previa arrojó una media de 40.47%, mediana de 33.33%, y una notoria concentración de frecuencias en el valor mínimo (0.00%), lo cual se muestra en las tablas 4 y 5. Tales estadísticas describen una distribución con asimetría positiva (1.51) y curtosis negativa (-1.403). La evaluación posterior evidenció un incremento en las medidas de tendencia central, incluyendo una media de 44.56% y una mediana de 50.00%, y una modalidad que se elevó al 66.67%, como se aprecia en las tablas 4 y 6. Se registró además una disminución tanto de la asimetría (0.76) como de la curtosis (-0.842). A pesar de estos cambios en estadísticas descriptivas, la falta de significancia en la prueba T (Sig. = 0.293) sustenta el argumento de que las variaciones pueden deberse a otros factores fortuitos.

Tabla 4. Estadísticos del grupo de control.

Estadísticos		Porcentaje en la Evaluación Previa	Porcentaje en la Evaluación Posterior
N	Válido	49	49
	Perdidos	0	0
Media		40.4761	44.5588
Error estándar de la media		4.55908	4.21988
Mediana		33.3300	50.0000
Moda		.00	66.67
Desv. Desviación		31.91356	29.53914
Varianza		1018.476	872.561
Asimetría		.151	.076
Error estándar de asimetría		.340	.340
Curtosis		-1.403	-.842
Error estándar de curtosis		.668	.668
Rango		100.00	100.00
Suma		1983.33	2183.38
Percentiles	10	.0000	.0000
	25	16.6700	16.6700
	50	33.3300	50.0000
	75	66.6700	66.6700
	90	83.3300	83.3300

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Frecuencias de porcentajes en la evaluación previa del grupo de control.

Porcentaje en la Evaluación Previa					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.00	11	22.4	22.4	22.4
	16.67	8	16.3	16.3	38.8
	33.33	8	16.3	16.3	55.1
	50.00	4	8.2	8.2	63.3
	66.67	8	16.3	16.3	79.6
	83.33	9	18.4	18.4	98.0
	100.00	1	2.0	2.0	100.0
	Total	49	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Frecuencias de porcentajes en la evaluación posterior del grupo de control.

Porcentaje en la Evaluación Posterior					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.00	7	14.3	14.3	14.3
	16.67	8	16.3	16.3	30.6
	33.33	7	14.3	14.3	44.9
	50.00	8	16.3	16.3	61.2
	66.67	14	28.6	28.6	89.8
	83.33	1	2.0	2.0	91.8
	100.00	4	8.2	8.2	100.0
	Total	49	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, el grupo de intervención presentó cambios destacables y estadísticamente significativos, con una prueba T de muestras pareadas que reveló un aumento de la media del rendimiento académico de 47.67% a 68.67%. Se calculó una diferencia media de puntaje de 21 puntos (valor t de -3.932, Sig. < 0.001), lo cual indica una mejora sustancial tras la intervención con las actividades *B-Learning*, como puede apreciarse en la tabla 7, y en las figuras 2, 3 y 4. En la figura 5 puede apreciarse un gráfico de líneas verticales con los resultados de las evaluaciones, tanto previa como posterior, de cada estudiante. En adición a lo anterior, el tiempo promedio dedicado a los exámenes se redujo considerablemente de 29.72 minutos a 13.90 minutos, representando una disminución de 15.82 minutos

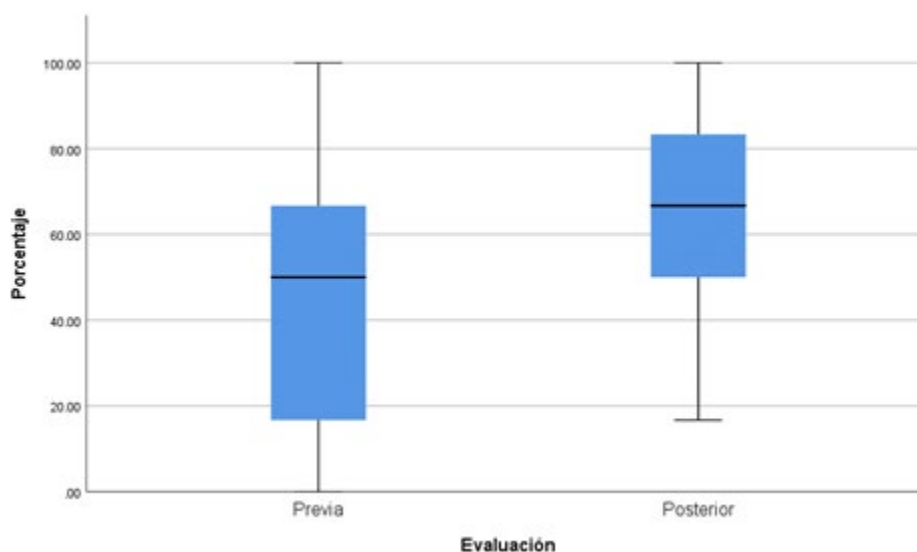
(valor t de 4.165, $p < 0.001$). Este dato resalta una mayor eficiencia en la resolución de las pruebas.

Tabla 7. Prueba T de muestras emparejadas del grupo de intervención.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Porcentaje en la Evaluación Previa - Porcentaje en la Evaluación Posterior	-21.00000	37.76752	5.34113	-31.73341	-10.26659	-3.932	49	.000
Par 2	Minutos empleados en la Evaluación Previa - Minutos empleado en la Evaluación Posterior	15.82400	26.86511	3.79930	8.18902	23.45898	4.165	49	.000

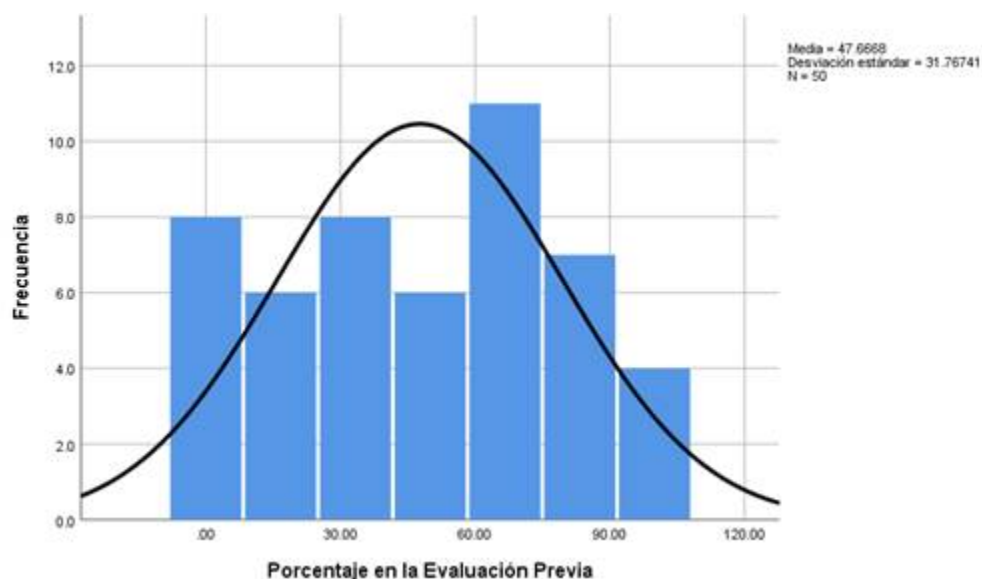
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Gráfico de cajas simple con los resultados de las evaluaciones previa y posterior del grupo de intervención.



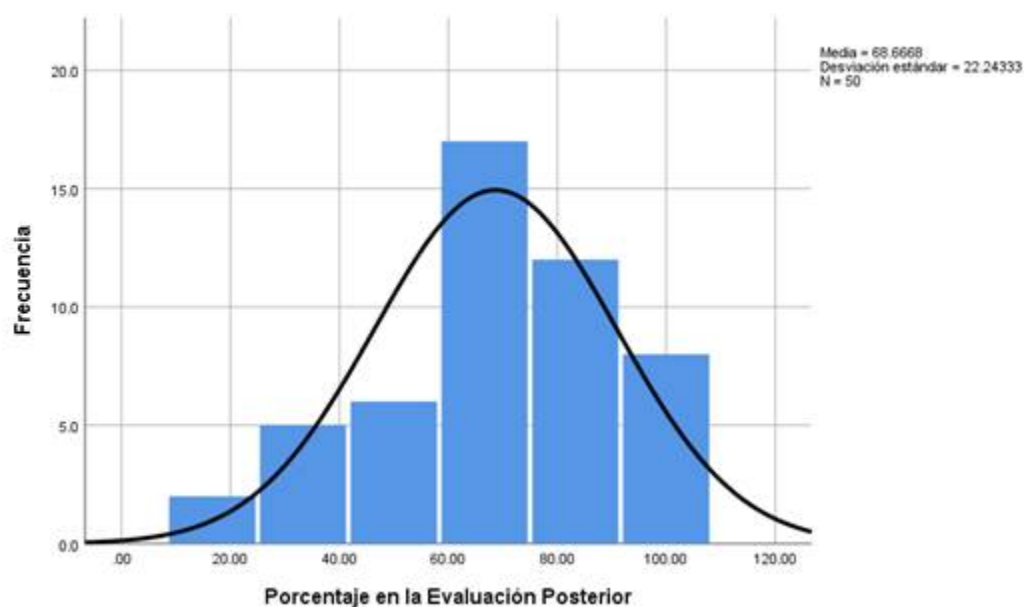
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Histograma con los resultados de la evaluación previa del grupo de intervención.



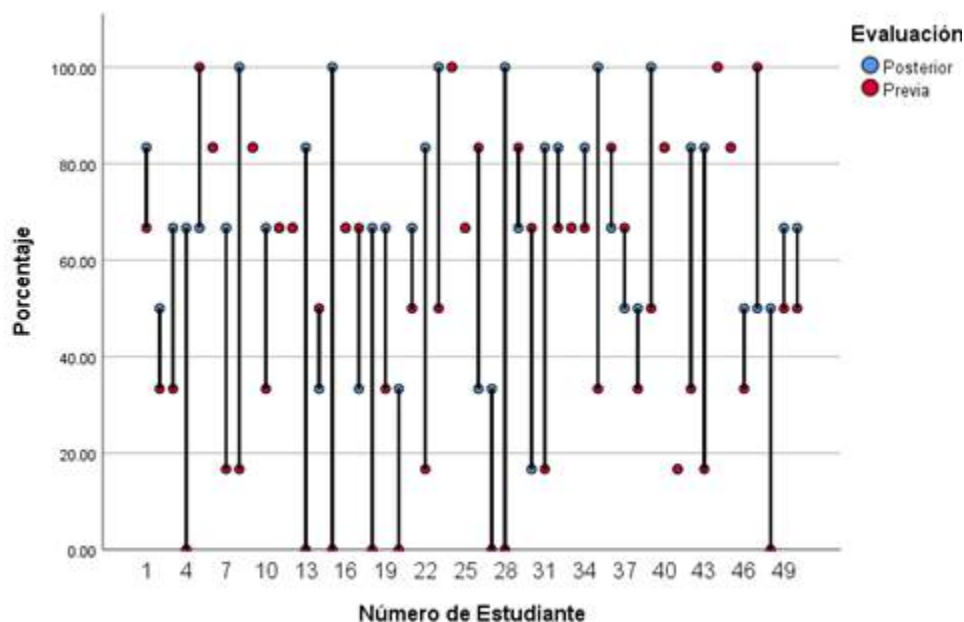
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Histograma con los resultados de la evaluación posterior del grupo de intervención.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Gráfico de líneas con los resultados de las evaluaciones previa y posterior del grupo de intervención.



Fuente: elaboración propia.

Los cambios en las medidas de dispersión, tales como la disminución de la desviación estándar en las puntuaciones de 31.77 a 22.43, y en el tiempo de 27.31 minutos a 7.30 minutos, como se aprecia en la tabla 8, refuerzan la interpretación de que la intervención *B-Learning* favoreció un mayor grado de homogeneidad en el desempeño de los estudiantes. Estos resultados corroboran la efectividad de la intervención, no solo en términos de mejora del rendimiento académico, sino también en la consolidación de un ritmo más uniforme y eficiente en la resolución de problemas, lo que implica una aplicación efectiva y consistente de las competencias desarrolladas durante la intervención en este rubro.

Tabla 8. Estadísticas de muestras emparejadas para el grupo de intervención.

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Porcentaje en la Evaluación Previa	47.6668	50	31.76741	4.49259
	Porcentaje en la Evaluación Posterior	68.6668	50	22.24333	3.14568
Par 2	Minutos empleados en la Evaluación Previa	29.7210	50	27.31141	3.86242
	Minutos empleado en la Evaluación Posterior	13.8970	50	7.30286	1.03278

Fuente: elaboración propia.

Al analizar el posible impacto del tiempo invertido en actividades *B-Learning*, sobre el rendimiento académico, mediante el cálculo de correlaciones de Pearson (-0.038) y Spearman (-0.017), mostradas en las tablas 9 y 10, junto con regresión lineal, apreciable en la tabla 11, se encontró una ausencia de relación estadísticamente significativa. Los valores próximos a cero y los valores p superiores al umbral de 0.05 indican que no existe asociación directa entre el tiempo dedicado a las actividades y la mejoría en los puntajes obtenidos. El coeficiente beta no significativo en la regresión ($B = -0.064$), mostrado en la tabla 12, y el R cuadrado ajustado sin significancia estadística, presentado en la tabla 11, abonan a esta conclusión.

Tabla 9. Correlación de Pearson para el grupo de intervención.

Correlaciones		Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación	Tiempo dedicado a las actividades B-Learning
Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación	Correlación de Pearson	1	-.038
	Sig. (unilateral)		.396
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	69892.890	-1599.582
	Covarianza	1426.386	-32.645
	N	50	50
Tiempo dedicado a las actividades B-Learning	Correlación de Pearson	-.038	1
	Sig. (unilateral)	.396	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	-1599.582	25180.145
	Covarianza	-32.645	513.881
	N	50	50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Correlación de Spearman para el grupo de intervención.

Correlaciones			Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación	Tiempo dedicado a las actividades B-Learning
Rho de Spearman	Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación	Coefficiente de correlación	1.000	-.017
		Sig. (unilateral)		.455
		N	50	50
	Tiempo dedicado a las actividades B-Learning	Coefficiente de correlación	-.017	1.000
		Sig. (unilateral)	.455	
		N	50	50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Modelo de regresión lineal para el grupo de intervención.

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
						Cambio en F	gl1	gl2		
1	.038 ^a	.001	-.019	38.13115	.001	.070	1	48	.793	2.371

a. Predictores: (Constante), Tiempo dedicado a las actividades B-Learning

b. Variable dependiente: Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	101.614	1	101.614	.070	.793 ^a
	Residuo	69791.275	48	1453.985		
	Total	69892.890	49			

a. Variable dependiente: Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación

b. Predictores: (Constante), Tiempo dedicado a las actividades B-Learning

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Coeficientes del modelo de regresión lineal para el grupo de intervención.

Coeficientes ^a													
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		95.0% intervalo de confianza para B		Correlaciones			Estadísticas de colinealidad		
		B	Desv. Estánd.	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF
1	(Constante)	23.523	10.961		2.146	.037	1.484	45.561					
	Tiempo dedicado a las actividades B-Learning	-.064	.240	-.038	-.264	.793	-.547	.420	-.038	-.038	-.038	1.000	1.000
a. Variable dependiente: Diferencia entre los porcentajes previo y posterior a la evaluación													

Fuente: elaboración propia.

Estos hallazgos sugieren que factores distintos al tiempo pueden estar influyendo de manera más crítica en el éxito académico. Estos podrían incluir la calidad de la interacción con el contenido y la eficacia de las actividades de aprendizaje propuestas. La robustez en la consistencia entre los métodos de correlación y regresión y la falta de asociación revelada invita a una exploración más profunda de elementos cualitativos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje que podrían ser relevantes en la mejora del rendimiento estudiantil.

Acorde con estos resultados, se sugiere que para una eficaz implementación del enfoque *B-Learning*, los educadores integren cuidadosamente una combinación de recursos didácticos digitales con interacciones presenciales planificadas. Es esencial una cuidadosa incorporación del material multimedia, que debe ser relevante, conciso y centrado en los objetivos de aprendizaje. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas evaluativas formativas frecuentes y retroalimentación personalizada a través de la plataforma, lo cual no solo informará a los estudiantes sobre su progreso sino también a los docentes sobre la efectividad de la instrucción.

Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio muestran que, a diferencia del grupo control, que recibió una metodología de enseñanza convencional, el grupo que participó en la intervención, donde se aplicó el método *B-Learning* a través de actividades para mejorar la comprensión conceptual, mejoró el rendimiento académico y las habilidades de resolución de problemas relacionados con la Segunda Ley de Newton.

El hecho de que no hubiera cambios notables en el grupo de control apoya la prueba de que las mejoras observadas en el rendimiento se deben a la intervención. Además, no se detectó una correlación directa entre la cantidad de tiempo dedicado a las actividades de *B-Learning* y la mejora en las puntuaciones obtenidas en los exámenes, lo que sugiere que otros factores cualitativos, como la interacción con los materiales didácticos y la eficacia de las actividades planteadas, pueden desempeñar un papel más determinante en los resultados obtenidos.

La forma del contenido del material de estudio *B-Learning* se concibió en términos de concisión y claridad. Los vídeos duraban entre uno y cuatro minutos, lo que evitaba que los estudiantes se vieran abrumados por un exceso de información y permitía concentrar la atención en las ideas principales. Además, iban acompañadas de preguntas cuidadosamente elaboradas para ayudar al pensamiento conceptual con el objetivo de maximizar el rendimiento académico. Por lo tanto, la cuestión que se plantea es si la calidad y la concisión de los materiales didácticos son más relevantes para facilitar la comprensión de los alumnos, independientemente de la cantidad de tiempo asignada a las actividades. Como resultado, se concluye que la aplicación del enfoque *B-Learning* ha mostrado un aumento considerable en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Física I, dentro del Programa XII de la UAP-UAZ.

Aunque fue estudiado específicamente en el contexto de la Segunda Ley de Newton, se hace evidente que desempeña el papel de maximizar el desempeño en diversas áreas que involucran la resolución de problemas matemáticos, donde es posible minimizar el nivel de abstracción a través de la vinculación con los conceptos involucrados. Además, los resultados muestran la relevancia de la calidad del diseño pedagógico de las actividades *B-Learning*. Los ejercicios breves, interesantes, especializados y bien dirigidos pueden ser más eficaces que un aumento de la cantidad de material o del tiempo de estudio. Es un método que permite a los estudiantes dirigir su atención a una comprensión profunda de los conceptos, y no a la cantidad de material cubierto.

En conclusión, el presente estudio sugiere que la investigación futura podría centrarse en una comprensión más exhaustiva de los aspectos cualitativos que permitan establecer vínculos entre la comprensión conceptual y las operaciones

matemáticas implicadas a través de medidas que apoyen el análisis crítico con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Referencias

Abubakar, S., & Danjuma, I. (2012). Effects of explicit problem-solving strategy on students' achievement and retention senior secondary school physics. *Journal of Science, Technology and Education*, 1(1), 123-128. https://atbuftejoste.com/index.php/joste/article/download/80/pdf_64

Ali, M., Ibrahim, N., Abdullah, A., Surif, J., & Saim, N. (2014). Physics problem solving: Selecting more successful and less successful problem solvers. En *International Conference of Teaching, Assessment and Learning* (pp. 186-191). IEEE. https://www.researchgate.net/publication/301408084_Physics_problem_solving_Selecting_more_successful_and_less_successful_problem_solvers

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Estadística para administración y economía* (10ª ed.). Cengage Learning Editores. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/estadistica-para-administracion-y-economia_anderson_sweeney_y_williams.pdf

Ávila, G., & Suárez, L. (2021). La modelación con tecnología en la enseñanza de la física en el nivel medio superior. En *Repensar las didácticas específicas: Una aportación multidisciplinaria a la enseñanza especializada* (pp. 57-76). Rediech. <https://rediech.org/omp/index.php/editorial/catalog/book/20>

Barrón, A., & Ramírez, M. (2021). Diseño universal de aprendizaje en la enseñanza de la física. *Información Tecnológica*, 32(6), 73-84. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000600073>

Byu, T., & Lee, G. (2014). Why students still can't solve physics problems after solving over 2000 problems. *American Journal of Physics*, 82(9), 906-913. <https://doi.org/10.1119/1.4881606>

Díaz, M., & Tec, I. (2018). Los dispositivos móviles como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 10(20), 65-75. <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2018.20.65826>

Docktor, J., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K., Mason, A., Ryan, Q., & Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), Article 010130. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.12.010130>

Docktor, J., Strand, N., Mestre, J., & Ross, B. (2015). Conceptual problem solving in high school physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), Article 020106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020106>

Duit, R., Schecker, H., Höttecke, D., & Niedderer, H. (2014). Teaching physics. En N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, Volume II (pp. 434-456). Routledge.

Fayanto, S., Kawuri, M., Jufriansyah, A., Setiamukti, D., & Sulisworo, D. (2019). Implementation e-learning based Moodle on physics learning in senior high school. *Indonesian Journal of Science and Education*, 3(2), 93-102. <https://doi.org/10.31002/ijose.v3i2.1178>

Fraser, J. M., Liman, A. P., Miller, K., Dowd, J. E., Tucker, L., & Mazur, E. (2014). Teaching and physics education research: Bridging the gap. *Reports on Progress in Physics*, 77(3), Article 032401. <https://doi.org/10.1088/0034-4885/77/3/032401>

Godoy, Y., & González, Y. (2018). Aspectos matemáticos que amplían la noción de notación científica en el área de física de educación media general. *Revista Científica*, 31(1), 45-54. <https://doi.org/10.14483/23448350.12257>

Gómez, I., Ramírez, M., & Arriaga, C. (2020). El perfil del docente de física como factor en el desarrollo de las competencias del estudiante en el bachillerato. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), Article e762. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.762>

González-Morales, L. (2017). Metodología para el diseño instruccional en la modalidad b-learning desde la comunicación educativa. *Razón y Palabra*, 21(98), 32-50. <https://www.revistarazonypalabra.org/index.php/ryp/article/view/1041>

Heller, K., & Heller, P. (2000). *The competent problem solver for introductory physics*. McGraw-Hill.

Huertas, A., López, O., & Sanabria, L. (2017). Influence of a metacognitive scaffolding for information search in b-learning courses on learning achievement and its relationship with cognitive and learning style. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 147-171. <https://doi.org/10.1177/0735633116656634>

Ince, E. (2018). An overview of problem-solving studies in physics education. *Journal of Education and Learning*, 7(4), 191-203. <https://doi.org/10.5539/jel.v7n4p191>

Khasanah, N., Wartono, W., & Yuliati, L. (2016). Analysis of mental model of students using isomorphic problems in dynamics of rotational motion topic. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 186-191. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5921>

Kostons, D., van Gog, T., & Paas, F. (2012). Training self-assessment and task-selection skills: A cognitive approach to improving self-regulated learning. *Learning and Instruction*, 22(2), 121-132. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.08.004>

López, O., Sanabria, L., & Buitrago, N. (2018). Efecto diferencial de un andamiaje metacognitivo sobre la autorregulación y el logro de aprendizaje en un ambiente de aprendizaje combinado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44), 111-126. <https://doi.org/10.17227/ted.num44-8988>

Morphew, J., Gladding, G., & Mestre, J. (2020). Effect of presentation style and problem-solving attempts on metacognition and learning from solution videos. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), Article 010104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010104>

Otero, A. (2021). Innovación educativa a través de herramientas tecno-pedagógicas en educación virtual. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 8(1), 28-35. <https://doi.org/10.32671/terc.v8i1.189>

Parra, V., Vanegas, C., & Bustamante, D. (2021). La clase de física es una extensión de la clase de matemática: percepciones de estudiantes de enseñanza media sobre la enseñanza de la física. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 47(3), 291-302. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052021000300291>

Reddy, M. V., & Panacharoensawad, B. (2017). Students' problem-solving difficulties and implications in physics: An empirical study on influencing factors. *Journal of Education and Practice*, 8(14), 59-62. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1143924>

Rodríguez, L., & Rodríguez, M. (2018). Evaluación de cualidades del pensamiento de estudiantes de matemática-física al ingreso a la universidad. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 1-27. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33036>

Salica, M., & Almirón, M. (2020). Analítica del aprendizaje del móvil learning (m-learning) en la educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (27), 28-35. <https://doi.org/10.24215/18509959.27.e3>

Sánchez, I., Herrera, E., & Rodríguez, C. (2020). Eficacia de resolución colaborativa de problemas en el desarrollo de habilidades cognitivo lingüísticas y en el rendimiento académico en física. *Formación Universitaria*, 13(6), 191-204. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000600191>

Torres, N., Bolívar, A., Solbes, J., & Parada, M. (2018). Percepciones de estudiantes universitarios sobre su formación en física en educación secundaria. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), Article e975. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.975>

Unidad Académica Preparatoria, Universidad Autónoma de Zacatecas (UAP-UAZ). (1992). Plan de estudios. <https://uap.uaz.edu.mx/node/20>

Unidad Académica Preparatoria, Universidad Autónoma de Zacatecas (UAP-UAZ). (2023). Sistemas de Información Institucional del Nivel Medio Superior UAZ.

Recuperado el 30 de septiembre de 2023, de <https://sinmes.uap.uaz.edu.mx/app/comunidad/reporte/>

Vidales, S., Maldonado, F., Herrera, A., & Díaz, R. (2013). Magnitud y factores de la reprobación en la Unidad Académica Preparatoria de la UAZ. <https://docplayer.es/47731383-Universidad-autonoma-de-zacatecas-francisco-garcia-salinas-unidad-academica-preparatoria-centro-de-investigacion-educativa.html>

Xu, H., & Mahenthiran, S. (2016). Factors that influence online learning assessment and satisfaction: Using Moodle as a learning management system. *International Business Research*, 9(2), 1–18. <https://doi.org/10.5539/ibr.v9n2p1>