

Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física.

Pedagogical strategy based on simulators to improve the physical problem solution competences.

Germán David Pérez-Higuera¹, Jorge Armando Niño-Vega², Flavio Humberto Fernández-Morales³
^{1,2,3} *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia*

Recibido: 04 de junio de 2020.

Aprobado: 31 de octubre de 2020.

Resumen— En este documento se presentan los resultados de aplicar una estrategia pedagógica basada en software de simulación, orientada a mejorar las competencias de solución de problemas de física. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, y la información se recolectó a través de una prueba diagnóstica y otra final. La muestra fue de 70 estudiantes de grado undécimo, de una institución educativa colombiana. Luego de aplicar la estrategia pedagógica con el simulador PHET, el puntaje promedio fue de 60,97 sobre 100, a diferencia del 43,02 obtenido inicialmente. La mayoría de estudiantes (45), se encontraba inicialmente en desempeño básico, mientras que en la prueba final, la mayor frecuencia se da en el desempeño alto, con 45 estudiantes. La diferencia en el desempeño es significativa, indicando que la estrategia pedagógica con tecnologías digitales generó resultados favorables. Se concluye que la simulación de fenómenos físicos permite a los estudiantes situarse en una actividad científica real, impactando positivamente en su proceso formativo.

Palabras Claves: estrategia pedagógica, solución de problemas, enseñanza de física, simuladores.

Abstract— This document presents the results to apply a pedagogical strategy based on software simulator, this project has as objective to improve the solution competences in Physics problems. The research has a qualitative approach, it is descriptive type, the data collection was through a diagnostic test at the beginning and other one at the end. The sample was seventy students from eleven grade, they were from a Colombian institution. When was applied the pedagogical strategy with the PHET simulator, the average result was 60,97 over 100, the difference was 43,02 that was obtained at the beginning. The majority of students (45), had at the beginning a basic achievement, while in the final, test the highest frequency was obtained with a high achievement, with 45 students. The difference in data results is significant, this project showed that pedagogical strategy with digital technologies generated positive results. As conclusion the simulation about Physical phenomenons help students to be involve on a real scientific activity, and this event impacts as a positive way in their formative process.

Keywords: pedagogic strategy, problems resolution, physic teaching, simulators.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jorge.ninovega@gmail.com (Jorge Armando Niño Vega).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>).

Forma de citar: G. D. Pérez-Higuera, J. A. Niño-Vega y F. H. Fernández-Morales, “Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física”, *Aibi* revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 8, no. 3, pp. 17-23, 2020.

I. INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XX, el mundo veía fascinado los avances de la electricidad y sus aplicaciones, mientras que Albert Einstein, un siglo antes, se planteó la pregunta que daría pie a la mayor parte de la tecnología que hoy conocemos: ¿Qué aspecto mostraría un rayo de luz en el momento de alcanzarlo? [1]. En este sentido, la física cumple un papel muy importante, ya que permite la comprensión de los fenómenos del universo. Los científicos generan nuevos conocimientos, cuya aplicación impacta en las diversas áreas de la actividad humana, tales como: la medicina, comunicación, tecnología y educación, por mencionar algunas [2], [3], [4]. Lo anterior revela lo significativo del estudio de la física en los diferentes niveles educativos, y lo importante que es aproximarse a la ciencia para comprender el pasado, vivir y dar significado al presente y ayudar a construir el futuro [5].

El propósito de los docentes de física, es enseñar a los estudiantes a usar la física como herramienta para analizar y resolver problemas [6]. Se espera que los estudiantes empleen recursos matemáticos en la solución de problemas, no solo en el ámbito escolar, sino también en situaciones ordinarias fuera del aula [7], [8]. De otro lado, el amplio desarrollo y disponibilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), plantea retos en la educación, espacio en el que los estudiantes deben aprender contenidos, estrategias y habilidades, junto con el uso coordinado de las tecnologías digitales para el aprendizaje de la física [9].

La noción de competencia propone que quienes aprenden, encuentran significado en todo lo que aprenden [10]. Es decir, con las competencias se pretende que los estudiantes no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es relevante y puedan aplicarlo para solucionar problemas en situaciones cotidianas [11].

En física, las competencias se agrupan en tres generales: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico [12]. En este sentido, en el aula deberían promoverse actividades, tales como: la observación y la interacción con el entorno, la recolección de información y la discusión. En estos espacios, los estudiantes pueden llegar a: “la conceptualización, la abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos, de los fenómenos observables y no observables del universo” [13].

El docente debería crear las condiciones necesarias para que el estudiante pueda aprender, frente a los estímulos del ambiente de aprendizaje [14]. Hoy en día, estos ambientes son apoyados mediante la integración de TIC, con nuevas alternativas pedagógicas que proveen a los estudiantes de experiencias significativas y mejoran el aprendizaje [15].

En el Colegio Liceo La Presentación, de Sogamoso, Colombia, una prueba diagnóstica tipo ICFES aplicada en el año 2019, que mide competencias en física, evidenció que los estudiantes del grado undécimo, presentan bajo rendimiento en lo relacionado con la solución de problemas. Además, una revisión de los resultados de las pruebas ICFES entre el 2015 y 2018, reveló un bajo promedio en el rendimiento de los estudiantes, así como el deterioro de la clasificación del colegio a nivel nacional [16]. Esta situación es común a otras instituciones educativas, lo cual limita las posibilidades a futuro de estas comunidades académicas [17]. Lo anterior, llevó a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo potenciar habilidades en la solución de problemas de física para los estudiantes de grado undécimo, a través de una estrategia pedagógica basada en el uso de tecnologías digitales?

El objetivo de la investigación aquí reportada, fue la aplicación de una estrategia pedagógica basada en software de simulación, orientada a mejorar las competencias de solución de problemas de física, en estudiantes de grado undécimo. A continuación, se hace una breve descripción del software utilizado, junto con los principales conceptos

teóricos que sustentan la investigación. Luego se presenta la metodología, se brindan los resultados de la aplicación de la estrategia pedagógica y se dan las conclusiones del estudio.

II. MARCO TEÓRICO

a) Estrategia pedagógica

Las estrategias para el aprendizaje significativo, están conformadas por: métodos, técnicas, actividades y recursos, con miras a garantizar el aprendizaje de los estudiantes [18]. En este caso, el profesor es responsable de establecer los objetivos de enseñanza y de diseñar el ambiente de aprendizaje propicio, para que los estudiantes alcancen las competencias esperadas en cada disciplina y nivel de formación [19]. Hoy en día, la tendencia es hacia las estrategias enfocadas en el aprendizaje, ya que estas colocan al estudiante como eje del proceso formativo [20].

El Aprendizaje Basado en Problemas, ABP, es uno de los métodos que rescata la propuesta constructivista. Se parte de un problema diseñado por el profesor, que el estudiante ha de resolver para desarrollar las competencias definidas con antelación [21]. Este método se basa en la inducción de un concepto, a partir de actividades estimulantes para los estudiantes, quienes plantean preguntas o acciones a realizar, con base en: la indagación, la experimentación y el ensayo. Mediante el ABP, los estudiantes pueden desarrollar habilidades, tales como: resolución de problemas, toma de decisiones, trabajo en equipo, argumentación, presentación de información, actitudes y valores [22], [23].

En la figura 1, se presenta la estrategia pedagógica propuesta, basada en el ABP con la mediación de TIC. Los recursos digitales empleados, fueron: Presentaciones interactivas, videos, plataforma Edmodo, software de simulación de ondas mecánicas y electromagnéticas. Igualmente, se ilustra la metodología usada en el aula, para potenciar las competencias de solución de problemas de física.

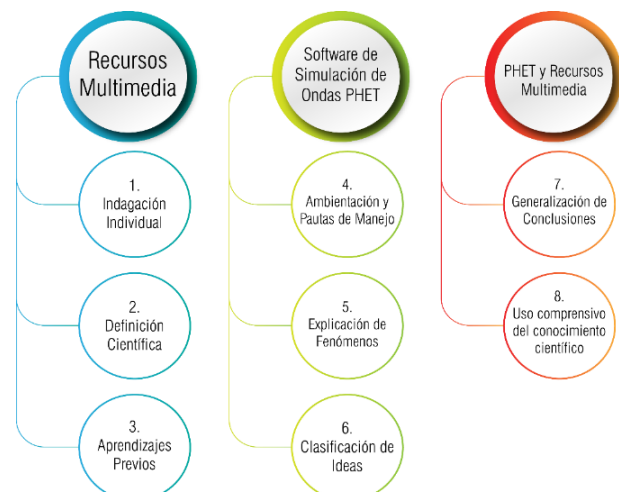


Figura 1: Estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales. Fuente: Elaboración propia.

La estrategia se desarrolla en ocho etapas (ver figura 1), que se articulan y marcan el camino para que el estudiante adquiera las competencias de solución de problemas. En primer lugar, se trabajan los conceptos científicos, de modo que sirvan como base para la construcción del conocimiento. Enseguida se integra el simulador PHET, donde el estudiante da solución a una guía en donde debe aplicar los conocimientos previos, en conjunto con la herramienta digital. Finalmente, si el estudiante supera satisfactoriamente las etapas propuestas, se puede decir que logró el objetivo de aprendizaje.

b) *Software de simulación PHET*

La tecnología digital, basada en la informática, interviene en casi todas las dimensiones del ser humano, a saber: el escenario social, el desarrollo profesional, el tiempo de esparcimiento y los vínculos personales [24]. Las tecnologías digitales despliegan un amplio potencial, que permite desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje ligados con la participación social. Estas tecnologías traen nuevas formas de construir el conocimiento, lo que exige no solo nuevos contenidos a ser incluidos en la formación, sino también nuevas dinámicas de trabajo en el aula [25]. A continuación, se presentan algunas características del software de simulación PHET, empleado en esta investigación.

El proyecto de simulaciones interactivas PHET, fundado en la Universidad de Colorado en 2002, por el premio Nobel Carl Wieman, es un software que permite crear simulaciones interactivas gratuitas de matemáticas y ciencias [26]. PHET se desarrolla con base en los siguientes principios: fomentar la investigación científica, proveer interactividad, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales e incluir cuerpos en movimiento, gráficos, datos y ejemplos de la vida real. Además, los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre los cambios que efectúan en el software; esto les permite analizar las relaciones de causa-efecto y responder a preguntas científicas, mediante la exploración de la simulación [27].

El simulador de interferencia de ondas PHET, presenta un menú para acceder a los temas de ondas mecánicas u ondas electromagnéticas, e incluye controladores para manipular: la frecuencia, periodo, amplitud y longitud de onda. Al simular ondas luminosas, se proveen instrumentos, como: osciloscopio para medir el campo eléctrico en función del tiempo, un cronómetro en femtosegundos y un metro en nanómetros. También se visualiza el color que genera un láser al manipular la frecuencia. Asimismo, en las ondas mecánicas sonoras, se ve la perturbación de partículas en el ambiente; es decir, los altibajos de presión, junto con situaciones ligadas a los fenómenos ondulatorios, como la difracción y la superposición de ondas [28].

III. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se recogen y analizan datos numéricos para comprobar hipótesis [29]. El alcance del trabajo es descriptivo, ya que se examina el problema de investigación, se indaga sobre los fenómenos nuevos y, al final, se identifican los conceptos o variables a ser estudiadas a futuro [30]. El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental, ya que no es posible establecer un control efectivo sobre todas las variables, por lo que se recurre a un diseño de control parcial [31].

El trabajo se adelantó en la Institución Educativa Liceo la Presentación, de carácter privado, en la ciudad de Sogamoso, Colombia. El proyecto se realizó en el área de física, durante los tres primeros bimestres del año escolar 2019. La unidad de análisis corresponde a 70 estudiantes, hombres y mujeres en similar proporción, con edades entre 15 a 17 años, que cursaban el grado undécimo.

Los datos se recolectaron mediante una prueba inicial y una prueba final, las cuales se aplicaron a los estudiantes antes y después de implementar la estrategia pedagógica. Se diseñaron instrumentos en donde los estudiantes demuestran, con evidencias, el cumplimiento de actividades para alcanzar las competencias exigidas. Las competencias evaluadas en este estudio, obedecen a los lineamientos del MEN [32], en el área de física, a saber: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico. Al realizar las pruebas que integran dichas competencias, el estudiante se enfrenta a resolver un problema: abierto, real, complejo, y se plantea el cómo actuar y el por qué. A continuación, se describen las competencias a desarrollar:

Explicación de fenómenos: es la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento, relacionado con un fenómeno o problema científico.

Indagación: es la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas, o intentar responderlas.

Uso comprensivo del conocimiento científico: es la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia.

Las pruebas inicial y final, constan de 16 ítems de selección múltiple, con 4 posibles respuestas. Para evaluar todas las competencias, los ítems se distribuyen así: 4 preguntas para explicación de fenómenos, 6 preguntas para indagación y 6 para uso comprensivo del conocimiento científico. En cuanto a los desempeños, se establecieron 4 niveles, así: Superior (75 – 100), Alto (50 – 74), Básico (25 – 49), y Bajo (0 – 24).

La variable dependiente es el puntaje obtenido por cada estudiante, en las pruebas inicial y final; mientras que la variable independiente, es la integración de la estrategia pedagógica basada en el uso de tecnologías digitales. Los datos se analizaron mediante el Test de Wilcoxon, para lo que se planteó como hipótesis nula: “Los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, son iguales a los obtenidos después de la intervención”; y como hipótesis alterna: “Los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, no son iguales a los obtenidos después de la intervención”.

En cuanto al procesamiento de datos, se efectuó mediante dos herramientas estadísticas, Excel y R Studio [33]. Después de aplicar cada prueba, se recolectan y tabulan los puntajes en Excel. Seguidamente, los resultados se exportan de Excel al software estadístico R Studio, en donde se realizan las gráficas, el resumen estadístico y el análisis de datos.

IV. RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

a) *Prueba inicial y experiencia de aula*

En la figura 2, se reflejan los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba inicial. El menor puntaje fue de 12,1, mientras que el mayor fue de 81,2, con un promedio de 43,02.

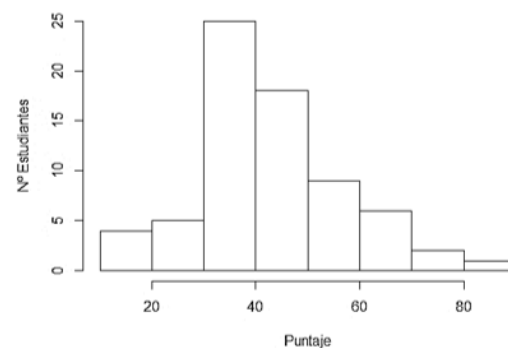


Figura 2: Resultados prueba inicial grado undécimo.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 2 muestra que más del 50% de los estudiantes tienen un rendimiento básico, con puntajes inferiores a 49. Esto significa que las competencias de resolución de problemas están poco desarrolladas en los estudiantes de la institución educativa, lo cual justifica la implementación de una estrategia pedagógica para mejorarlas. A continuación, se describen los resultados de cada una de las etapas de la figura 1.

Etapas 1. Indagación individual: el estudiante realiza una búsqueda individual de los conceptos teóricos fundamentales; esto con el fin de socializar y a partir de una pregunta problema, cada estudiante aporta su saber para construir la mejor solución. Se otorga una nota valorativa a todos los estudiantes por su trabajo y participación.

Etapas 2. Definición científica: el docente explica los conceptos teóricos de forma magistral, donde se utilizan recursos multimedia y se proyecta una presentación interactiva, con fenómenos ondulatorios en movimiento. Los estudiantes mostraron interés y participaron de forma activa a los interrogantes que se formularon, mientras que el maestro evalúa constantemente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Etapas 3. Aprendizajes previos: el maestro realiza con los alumnos un repaso de conceptos y procesos algebraicos, con el fin de retroalimentar las técnicas matemáticas, que en conjunto se trabajan con las áreas de trigonometría y cálculo. En este escenario se aplicó un taller grupal, el cual buscaba fortalecer en los estudiantes las habilidades matemáticas, lo que dio buen resultado.

Etapas 4. Ambientación y pautas de manejo: las clases pasan del aula cotidiana a la sala de informática, donde cada estudiante tiene su propio computador. Mediante la plataforma Edmodo, los alumnos descargaron e instalaron el software PHET, junto con una guía que detalla el manejo del simulador. Los estudiantes exploran y revisan cada función de la herramienta, mientras el docente está atento a cualquier inquietud. Se evidencia bastante agrado por parte de los estudiantes, manifestando que se deberían implementar más herramientas digitales en su formación.

Etapas 5. Explicación de fenómenos: mediante la plataforma Edmodo, el maestro entregó a cada estudiante un taller para desarrollar competencias y dar solución a problemas reales. Los estudiantes emplearon el software de simulación PHET, que incluye numerosas herramientas digitales. En conjunto de sus conocimientos previos, se lleva al estudiante a un entorno virtual de aprendizaje, que convierte los fenómenos físicos invisibles en visibles. En este escenario, el estudiante comprende argumentos y modelos que dan razón a un fenómeno, y establece la solución y validez de un problema científico.

Etapas 6. Clasificación de ideas: se realiza una socialización general de la actividad, donde docente y estudiantes participan en conjunto. Se realizó una clasificación de ideas, en donde se identificaron las respuestas correctas, con su respectivo proceso matemático y justificación. Si algún estudiante presentaba errores en el cuestionario, se le brindaba la posibilidad de corregir, siempre y cuando no eliminara los ítems incorrectos. Mediante este proceso de retroalimentación, el docente identifica las necesidades de aprendizaje más frecuentes de los estudiantes.

Etapas 7. Generalización de conclusiones: al finalizar el laboratorio virtual, el docente realiza una serie de preguntas en forma general, para detectar el impacto de este tipo de tecnologías en la formación de los estudiantes. Las opiniones fueron favorables para la investigación, y los alumnos concluyen que los recursos digitales hoy en día son fundamentales para el desarrollo del conocimiento científico.

Etapas 8. Uso comprensivo del conocimiento científico: Los estudiantes adquirieron la capacidad de comprender nociones, conceptos y teorías de la física para la solución de problemas. Esto implica la capacidad de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, para comprender los fenómenos físicos que

los rigen. En este sentido, los estudiantes demostraron una evidente mejora en el resultado de los exámenes, el aumento en la participación en clase y un alto interés por la asignatura.

Tabla 1: Desempeño de los estudiantes antes y después de la estrategia.

Tipo de Prueba	Desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Prueba Inicial	7	45	17	1
Prueba Final	1	17	45	7

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4, se expone el diagrama de caja de las variables prueba inicial y final, donde se representan las distribuciones de los puntajes obtenidos por los estudiantes: mediana, primer cuartil, tercer cuartil, valor máximo y valor mínimo. El diagrama asocia las cinco medidas, y presenta información sobre: la tendencia central, dispersión y simetría de los datos [34].

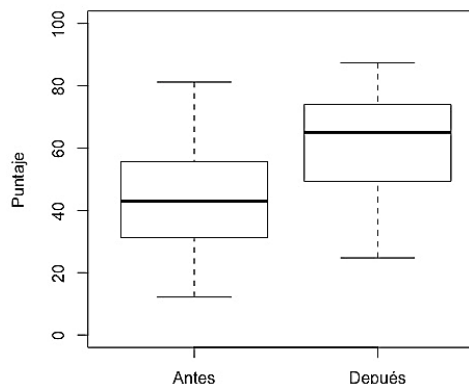


Figura 4: Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final. Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 indica que los datos tienen baja dispersión. En la prueba inicial, el 50% (mediana), de los estudiantes obtuvieron resultados iguales o mayores a 43,02; mientras que, en la prueba final, el 50% de los estudiantes obtuvo un resultado igual o mayor que 65,08. Además, en la prueba inicial los datos son simétricos, ya que se evidencia normalidad. Sin embargo, el panorama de la prueba final es diferente, pues existe asimetría a la derecha debido a la mayor concentración de datos en la parte superior, lo que confirma que el desempeño mejoró notoriamente.

b) Prueba final y análisis estadístico

Luego de implementar la estrategia pedagógica, se aplicó una prueba final que valoró las mismas competencias de la prueba inicial: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico.

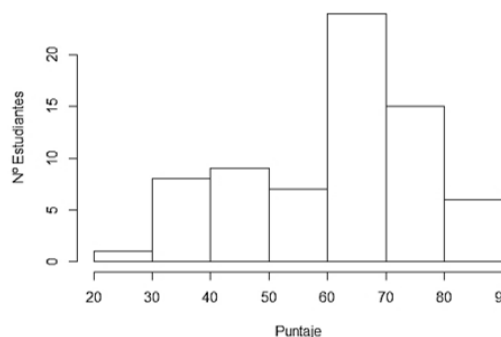


Figura 3: Resultados prueba final grado undécimo. Fuente: Elaboración propia.

La figura 3 presenta los puntajes obtenidos en la prueba final. En ella se aprecia que el puntaje promedio fue de 60,97. En cuanto al puntaje mínimo, fue de 24,74, mientras que el mayor puntaje fue de

87,39. En este caso, se evidencia que más del 50% de los estudiantes tienen rendimiento en un nivel de desempeño alto: es decir, puntajes superiores a 50. Estos resultados revelan una mejora significativa en la puntuación de las pruebas, antes y después de aplicar la estrategia mediante tecnologías digitales.

El análisis estadístico se inicia determinando la normalidad de los datos, a través de la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados del diagnóstico siguen una distribución normal, mientras que los puntajes de la prueba final no siguen la misma distribución, ya que presentan una mejora notoria con sesgo a la izquierda. En este caso, no se cumplen los supuestos de normalidad, por lo que se decidió utilizar el Test de Wilcoxon. Los resultados del test de Wilcoxon, arrojaron un valor $V=205,25$ con un p -valor $= 0,00000001313$. Como en este caso el P -valor es menor al error $\alpha=0,05$, se rechazó la hipótesis nula. Por tanto, con una confianza del 95%, se evidencia estadísticamente que los puntajes obtenidos por los estudiantes antes de aplicar la estrategia TIC, no son iguales a los obtenidos después de la intervención.

En la tabla 1, se evidencia una mejora en los resultados de la prueba final con respecto a la prueba inicial. En la prueba inicial, se observa que el mayor número de estudiantes se encontraban en desempeño básico, 45 estudiantes, mientras que en la prueba final la mayor frecuencia se encuentra en el desempeño alto, 45 estudiantes. Asimismo, en la prueba inicial solamente hubo 1 estudiante en nivel superior, mientras que en la prueba final hay 7 estudiantes en este nivel de desempeño, y 1 solo estudiante en nivel bajo. Estos datos indican un evidente progreso en el rendimiento de los estudiantes, después de aplicar la estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales.

Tabla 1: Desempeño de los estudiantes antes y después de la estrategia.

Tipo de Prueba	Desempeño			
	Bajo	Básico	Alto	Superior
Prueba Inicial	7	45	17	1
Prueba Final	1	17	45	7

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4, se expone el diagrama de caja de las variables prueba inicial y final, donde se representan las distribuciones de los puntajes obtenidos por los estudiantes: mediana, primer cuartil, tercer cuartil, valor máximo y valor mínimo. El diagrama asocia las cinco medidas, y presenta información sobre: la tendencia central, dispersión y simetría de los datos [34].

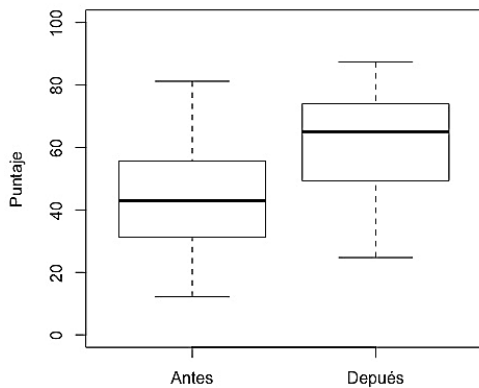


Figura 4: Diagrama de caja, variable puntaje inicial y final.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 indica que los datos tienen baja dispersión. En la prueba inicial, el 50% (mediana), de los estudiantes obtuvieron resultados iguales o mayores a 43,02; mientras que, en la prueba final, el 50% de los estudiantes obtuvo un resultado igual o mayor que 65,08. Además, en la prueba inicial los datos son simétricos, ya que se evidencia normalidad. Sin embargo, el panorama de la prueba final es diferente, pues existe asimetría a la derecha debido a la mayor concentración de datos en la parte superior, lo que confirma que el desempeño mejoró notoriamente.

c) *Discusión*

La física es una disciplina teórico-práctica, indispensable para alcanzar la comprensión de los fenómenos de la naturaleza. Sin embargo, ante la ausencia de los laboratorios e instrumentos necesarios para la experimentación, las TIC han posibilitado el desarrollo de software y simuladores, adecuados para la enseñanza-aprendizaje de la física y de otras ciencias naturales [35], [36].

La implementación de la estrategia pedagógica basada en simuladores, permitió que los estudiantes de grado undécimo desarrollaran las competencias de solución de problemas en el área de física. Los resultados de la prueba final, indican una mejora significativa en los niveles de desempeño, con respecto al rendimiento de los estudiantes en la prueba inicial. Esto se logró gracias a las diferentes etapas de la estrategia pedagógica, donde se integró el simulador digital PHET.

Los resultados permiten validar que la implementación de las TIC como estrategia didáctica, favorece a los estudiantes, ya que se les proporciona contenido llamativo y apropiado para su aprendizaje. Hallazgos similares han sido reportados en temáticas relacionadas con conceptos científicos y tecnológicos, como: el estudio de la ley de Hooke o la enseñanza sobre el uso racional de la energía eléctrica, por mencionar algunos [37], [38]. Los ambientes de aprendizaje basados en TIC, posibilitan que el estudiante controle su ritmo de abstracción del conocimiento, lo aplique en los ejercicios propuestos y lo enriquezca con actividades y materiales de apoyo complementario [39].

La implementación de las TIC en el ámbito educativo, permite al docente mejorar su quehacer pedagógico, debido a que éste puede incorporar material didáctico apropiado, fiable y actualizado, en múltiples formatos, para facilitar la inclusión educativa [40]. Las TIC también permiten: asesorar de manera individual o colectiva a los estudiantes, posibilitan el seguimiento del avance de las actividades propuestas, y facilitan el trabajo individual y colaborativo, gracias a las herramientas sincrónicas y asincrónicas disponibles para tal fin [41], [42], [43].

En síntesis, en esta investigación se comprobó que, al implementar las TIC en la educación, se brinda al estudiante la posibilidad de desarrollar: conocimientos, destrezas y habilidades, las cuales contribuyen en su búsqueda del entendimiento y solución de problemas del entorno [44]. No obstante, aunque en estos espacios los recursos digitales son fundamentales, los mismos no sustituyen la experiencia directa con los fenómenos bajo estudio [45]. Además, la función del docente cobra importancia, pues es el encargado de planear y poner en práctica las estrategias pedagógicas para alcanzar los objetivos de aprendizaje de los estudiantes [46].

V. CONCLUSIONES

En esta investigación se presentó el desarrollo de una estrategia pedagógica basada en simuladores digitales, con el fin de potenciar las competencias de resolución de problemas en el área de física y mejorar el rendimiento académico. La estrategia y los simuladores PHET, se seleccionaron atendiendo a las necesidades que presentaron los estudiantes en la prueba diagnóstica. En este sentido, identificar los recursos pedagógicos y digitales adecuados a las falencias de los estudiantes, se establece como requerimiento fundamental para la elaboración de la estrategia pedagógica.

El análisis estadístico muestra que el desempeño de los estudiantes mejoró, luego de implementar la estrategia pedagógica basada en simuladores digitales. Las simulaciones de los fenómenos ondulatorios que se adelantaron en el aula, fueron agradables para los estudiantes, pues ellos manifiestan que les permiten situarse en una

actividad científica real, mediante un ambiente virtual de aprendizaje. En este sentido, sería interesante articular el área de Ciencias Naturales, aplicando la estrategia pedagógica por medio de simuladores, que se integren en las asignaturas de: biología, química, física y matemáticas.

La viabilidad de los simuladores PHET, indica que las nuevas tecnologías deben ser incorporadas en los espacios pedagógicos actuales. En estos escenarios, los estudiantes activan y desarrollan las competencias requeridas para la educación y la vida. Además, los simuladores permiten a los estudiantes enfrentarse a situaciones reales, motivándolos a tomar decisiones, que a su vez incrementan las competencias para la solución de problemas en contexto.

VI. REFERENCIAS

- [1] D. Blanco-Laserna, *El espacio es una cuestión de tiempo*, Buenos Aires: Editorial RBA, 2012.
- [2] H. Marino-Vera, L. Mendoza y O. Gualdrón-Guerrero, «Medición automática de variables antropométricas para la evaluación de la respiración usando visión artificial,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 8, n° 1, pp. 161-169, 2017.
- [3] E. Ruiz-Macías y J. E. Duarte, «Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de oscilaciones y ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 8, n° 2, pp. 295-309, 2018.
- [4] C. A. Cáceres y D. Amaya, «Desarrollo e interacción de un laboratorio virtual asistido y controlado por PLC,» *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 10, n° 19, pp. 9-15, 2016.
- [5] J. E. Duarte, F. Reyes-Caballero y F. H. Fernández-Morales, «La enseñanza de la física en los currículos de ingeniería,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 4, n° 1, pp. 45-55, 2013.
- [6] B. I. Sánchez-Luján, «Aprender y enseñar matemáticas: desafío de la educación,» *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, vol. 8, n° 15, pp. 7-10, 2017.
- [7] L. M. Santos-Trigos, «La transferencia del conocimiento y la formulación o rediseño de problemas en el aprendizaje de las matemáticas,» *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 2, n° 3, p. 11-30, 1997.
- [8] J. F. Alvis-Puentes, E. Aldana-Bermúdez y S. J. Caicedo-Zambrano, «Los ambientes de aprendizaje reales como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 10, n° 1, pp. 135-147, 2019.
- [9] L. M. Santos-Trigos, «La resolución de Problemas Matemáticos y el uso coordinado de tecnologías digitales,» *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, vol. 11, n° 15, pp. 333-346, 2016.
- [10] O. Vigo-Vargas, «Polémica alrededor del concepto competencia. UCV-HACER,» *Revista de Investigación y Cultura*, vol. 2, n° 1, pp. 122-130, 2013.
- [11] G. L. Vesga-Bravo y R. E. Escobar-Sánchez, «Trabajo en solución de problemas matemáticos y su efecto sobre las creencias de estudiantes de básica secundaria,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 9, n° 1, pp. 103-114, 2018.
- [12] Y. Uzcátegui y C. Betancourt, «La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media,» *Revista de Investigación*, vol. 37, n° 78, pp. 109-127, 2013.
- [13] Ministerio de Educación Nacional, MEN, «Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales,» 2004. [En línea]. Available: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articulos-81033_archivo_pdf.pdf. [Último acceso: 02 Junio 2020].
- [14] A. Jiménez-Espinosa, «La dinámica de la clase de matemáticas mediada por la comunicación,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 10, n° 1, pp. 121-134, 2019.
- [15] P. Jaramillo, P. Castañeda y M. Pimienta, «Qué hacer con la tecnología en el aula: inventario de usos de TIC para aprender y enseñar,» *Informática educativa*, vol. 12, n° 2, p. 159-179, 2009.
- [16] Ministerio de Educación Nacional, MEN., «Resultados ICFES,» 2019. [En línea]. Available: <https://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados.php>. [Último acceso: 02 Junio 2020].
- [17] R. Timarán-Pereira, J. Caicedo-Zambrano y A. Hidalgo-Troya, «Bosques de decisiones para predecir factores asociados al desempeño académico de estudiantes de bachillerato en las pruebas saber 11°,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 9, n° 2, pp. 363-378, 2019.
- [18] K. García, L. Alvarez y A. Torres, «Estrategias para el aprendizaje significativo y su relación con el rendimiento académico en inglés,» *Revista Synergies*, n° 6, p. 67-80, 2011.
- [19] O. Ordóñez-Ortega, E. Gualdrón-Pinto y G. Amaya-Franky, «Pensamiento variacional mediado con baldosas algebraicas y manipuladores virtuales,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 9, n° 2, pp. 347-362, 2019.
- [20] A. Garzón-Saladen y Z. Romero-González, «Los modelos pedagógicos y su relación con las concepciones del derecho: puntos de encuentro con la educación en derecho,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 8, n° 2, pp. 311-320, 2018.
- [21] J. A. Bernate, M. F. García-Celis, I. P. Fonseca-Franco y N. E. Ramírez-Ramírez, «Prácticas de enseñanza y evaluación en una facultad de educación colombiana,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 10, n° 2, pp. 337-347, 2020.
- [22] C. R. Paredes-Curín, «Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete,» *Revista Electrónica Educare*, vol. 20, n° 1, pp. 1-26, 2016.
- [23] N. A. Vargas-Vargas, J. A. Niño-Vega y F. H. Fernández-Morales, «Aprendizaje basado en proyectos mediados por TIC para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas,» *Revista Boletín Redipe*, vol. 9, n° 3, pp. 167-180, 2020.
- [24] M. T. Lugo y V. Ithurburu, «Políticas digitales en América Latina, Tecnologías para fortalecer la educación de calidad,» *Revista Iberoamericana De Educación*, vol. 79, n° 1, pp. 11-31, 2019.
- [25] C. Hernández-Gil y F. A. Jaramillo-Gaitán, «Laboratorio de innovación social: hibridación creativa entre las necesidades sociales y las experiencias significativas de los estudiantes de administración de empresas,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 10, n° 2, pp. 267-281, 2020.
- [26] University of Colorado, «PHET: Simulaciones gratuitas en línea de física, química, biología, ciencias de la tierra y matemáticas,» 2020. [En línea]. Available: <https://phet.colorado.edu/es/>. [Último acceso: 02 Junio 2020].

- [27] J. E. Díaz-Pinzón, «Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación,» *Sophia*, vol. 14, n° 1, pp. 22-30, 2018.
- [28] H. F. Collazos y O. D. Castrillón, «Metodología para la Enseñanza del Movimiento Oscilatorio mediante Simulación Computarizada.,» *Información tecnológica*, vol. 30, n° 4, pp. 165-180, 2019.
- [29] P. Cadena-Iñiguez, R. Rendón-Medel, J. Aguilar-Ávila, E. Salinas-Cruz, F. R. de la Cruz-Morales y D. M. Sangerman-Jarquín, «Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 8, n° 7, pp. 1603-1617, 2017.
- [30] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado y P. Baptista-Lucio, *Metodología de la Investigación*, Chile: McGraw Hill, 2010.
- [31] C. Materola, G. Quiroz, P. Salazar y N. García, «Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica,» *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 30, n° 1, pp. 36-49, 2019.
- [32] Ministerio de Educación Nacional, MEN, «Prueba de Ciencias Naturales Saber,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1500084/Marco+d e+referencia+ciencias+naturales+saber+11.pdf/1713a30f-87e5-e944-b8bc-07645b9a9a4e>. [Último acceso: 02 Junio 2020].
- [33] E. Ruiz-Macías, J. E. Duarte y F. H. Fernández-Morales, «Validación de un material didáctico computarizado para la enseñanza de Oscilaciones y Ondas a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes,» *Revista Espacios*, vol. 39, n° 49, p. 38, 2018.
- [34] G. B. Corso-Sicilia y M. Pinilla-Rivera, «Métodos gráficos de análisis exploratorio de datos espaciales con variables espacialmente distribuidas,» *Cuadernos latinoamericanos de administración*, vol. 13, n° 25, pp. 92-104, 2017.
- [35] M. A. López-Gaitán, R. A. Morán-Borbor y J. A. Niño-Vega, «Prácticas experimentales como estrategia didáctica para la comprensión de conceptos de física mecánica en estudiantes de educación superior,» *Infometric@ - Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*, vol. 1, n° 1, pp. 1-14, 2018.
- [36] J. Cabero-Almenara y J. Costas, «La utilización de simuladores para la formación de los alumnos,» *Prisma Social*, n° 17, pp. 343-372, 2016.
- [37] J. A. Niño-Vega, R. A. Morán-Borbor y F. H. Fernández-Morales, «Educación inclusiva: un nuevo reto para la labor docente en el siglo XXI,» *Infometric@ - Serie Sociales y Humanas*, vol. 1, n° 2, pp. 74-94, 18.
- [38] J. A. Niño-Vega, F. H. Fernández-Morales y J. E. Duarte, «Diseño de un recurso educativo digital para fomentar el uso racional de la energía eléctrica en comunidades rurales,» *Saber, Ciencia y Libertad*, vol. 14, n° 2, pp. 256-272, 2019.
- [39] A. J. Hernández, «La motivación base fundamental en el proceso enseñanza aprendizaje,» *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, vol. 7, n° 2, pp. 57-61, 2019.
- [40] J. O. Forgiony-Santos, «Análisis conceptual de las prácticas inclusivas en el aula, diversidad y convivencia escolar,» *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, vol. 7, n° S1, pp. 36-40., 2019.
- [41] G. B. Espinosa-Urbina, «strategia pedagógica basada en las tecnologías de información y comunicación (tic), para la enseñanza de los principios básicos de la convivencia social,» *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, vol. 7, n° 2, pp. 33-37, 2019.
- [42] J. Y. Duarte-Mora, «Calidad educativa,» *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, vol. 7, n° S1, pp. 32-35, 2019.
- [43] C. C. Fonseca-Barrera, J. A. Niño-Vega y F. H. Fernández-Morales, «Desarrollo de competencias digitales en programación de aplicaciones móviles en estudiantes de noveno grado a través de tres estrategias pedagógicas,» *Revista Boletín Redipe*, vol. 9, n° 4, pp. 179-191, 2020.
- [44] J. Nández-Rodríguez, J. Solano-Guerrero y E. Bernal-Castillo, «Ambientes digitales de aprendizaje en educación a distancia para la formación inicial de docentes: percepciones acerca de su pertinencia,» *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 10, n° 1, pp. 107-119, 2019.
- [45] A. Reyes-Lazalde, M. Reyes-Monreal y M. E. Pérez-Bonilla, «Experimentación virtual con el simulador dosis-respuesta como herramienta docente en biología,» *Apertura*, vol. 8, n° 2, pp. 22-37, 2016.
- [46] C. L. Araque-Suárez, «Los retos del mundo globalizado, el docente investigador universitario y su práctica pedagógica,» *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, vol. 7, n° 2, pp. 50-56, 2019.