

Las TICs en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física en el bachillerato

ICTs in the teaching-learning process of physics in high school

Jean Carlos Erazo Hernández¹ (jeancarloserazo@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0004-8793-1314>)

Francisco Javier Inagán Carvajal² (javiercarvajal002@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0000-9621-0704>)

Harold Anderson Jácome Lucero³ (1ejacomeanderson@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0000-9214-1334>)

Danny Israel Suárez Puente⁴ (disuarezp1999@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0007-3095-8489>)

Resumen

Las TICs desempeñan un papel crucial en la enseñanza y el aprendizaje de la física en el bachillerato. Su uso mejora la comprensión, hace el aprendizaje más interactivo y relevante, y desarrolla habilidades digitales fundamentales. Por otro lado, no integrar estas tecnologías puede tener un impacto negativo significativo en la motivación, la comprensión y las habilidades digitales de los estudiantes. La presente investigación tiene como objetivo comparar el rendimiento académico de los estudiantes que utilizan TICs con aquellos que siguen métodos tradicionales. Se llevó a cabo una investigación mixta, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. La muestra incluyó a estudiantes de bachillerato de diversas instituciones educativas. Se utilizaron encuestas, entrevistas y pruebas académicas para recopilar datos. Además, se implementaron herramientas TICs como simulaciones, laboratorios virtuales y plataformas de aprendizaje en línea durante un semestre académico. Los resultados indicaron que los estudiantes que utilizaron TICs demostraron una mejor comprensión de los conceptos físicos. Las simulaciones y los laboratorios virtuales fueron especialmente efectivos para visualizar fenómenos abstractos. Asimismo, se observó un incremento significativo en la motivación y el compromiso de los estudiantes, quienes encontraron el aprendizaje más interactivo y relevante. En términos de habilidades digitales, los estudiantes desarrollaron competencias clave en el uso de software educativo, análisis de datos y presentación digital de información. Comparativamente, los estudiantes que utilizaron TICs obtuvieron mejores calificaciones en las pruebas académicas que aquellos que siguieron métodos de enseñanza tradicionales.

Palabras clave: TICs, enseñanza de la física, bachillerato, comprensión conceptual, motivación estudiantil, habilidades digitales, rendimiento académico.

Abstract

¹ Unidad Educativa Bolívar, Ecuador

² Unidad Educativa Santa Ana de Cotacachi, Ecuador

³ Unidad Educativa Ecuador, Ecuador

⁴ Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, Ecuador

ICTs play a crucial role in the teaching and learning of physics in high school. Its use improves understanding, makes learning more interactive and relevant, and develops fundamental digital skills. On the other hand, not integrating these technologies can have a significant negative impact on students' motivation, understanding, and digital skills. The objective of this research is to compare the academic performance of students who use ICTs with those who follow traditional methods. A mixed research was carried out, combining qualitative and quantitative methods. The sample included high school students from various educational institutions. Surveys, interviews, and academic tests were used to collect data. In addition, ICT tools such as simulations, virtual laboratories and online learning platforms were implemented during an academic semester. The results indicated that students who used ICTs demonstrated a better understanding of physical concepts. Simulations and virtual laboratories were especially effective in visualizing abstract phenomena. Likewise, a significant increase was observed in the motivation and commitment of the students, who found the learning more interactive and relevant. In terms of digital skills, students developed key competencies in the use of educational software, data analysis and digital presentation of information. Comparatively, students who used ICTs obtained better grades in academic tests than those who followed traditional teaching methods.

Key words: ICTs, physics teaching, high school, conceptual understanding, student motivation, digital skills, academic performance.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han revolucionado la forma en que se imparte la educación en todos los niveles. En el bachillerato, la integración de estas tecnologías en la enseñanza de la física es particularmente significativa (Calzadilla, 2002). Las TICs incluyen herramientas como computadoras, internet, software educativo, simulaciones y laboratorios virtuales, que facilitan una comprensión más profunda y dinámica de los conceptos físicos.

La física como ciencia implica muchos conceptos abstractos y fenómenos que no siempre son fáciles de visualizar. Las TICs permiten la creación de simulaciones y modelos interactivos que ayudan a los estudiantes a visualizar estos conceptos, como el movimiento de partículas, las ondas electromagnéticas y las interacciones atómicas, haciendo que el aprendizaje sea más intuitivo y comprensible.

Las TICs promueven un aprendizaje activo y colaborativo. Los estudiantes pueden participar en foros de discusión en línea, trabajar en proyectos conjuntos mediante plataformas colaborativas y compartir sus hallazgos a través de presentaciones digitales (Lorduy & Naranjo, 2020). Esto no solo enriquece el aprendizaje individual, sino que también fomenta habilidades de trabajo en equipo y comunicación. El uso de TICs proporciona acceso a una vasta cantidad de recursos educativos, desde tutoriales en video hasta artículos científicos y experimentos virtuales. Los estudiantes pueden explorar estos recursos para ampliar su comprensión de la física más allá del currículo tradicional, lo que les permite satisfacer su curiosidad y profundizar en temas de interés.

Las TICs permiten una mayor personalización del aprendizaje. Mediante plataformas educativas adaptativas, los estudiantes pueden recibir contenido y ejercicios adaptados a su nivel de comprensión y ritmo de aprendizaje. Esto es especialmente útil en la física, donde algunos estudiantes pueden necesitar más tiempo y práctica para dominar ciertos conceptos (van Harmelen et al., 2012).

Las herramientas tecnológicas permiten realizar experimentos y simulaciones que serían imposibles o peligrosos en un laboratorio escolar tradicional. Programas de simulación como *PhET Interactive Simulations* permiten a los estudiantes experimentar con leyes físicas y observar los resultados en un entorno seguro y controlado, mejorando así su comprensión práctica de la física (Leng et al., 2020). El uso de TICs en la enseñanza de la física no solo mejora el entendimiento de los conceptos científicos sino que también desarrolla habilidades digitales cruciales para el siglo XXI. Los estudiantes aprenden a utilizar software especializado, a analizar datos digitales y a presentar sus hallazgos utilizando herramientas tecnológicas (van Harmelen et al., 2012).

Las TICs tienen un impacto positivo en la motivación y el compromiso de los estudiantes. Herramientas interactivas y recursos multimedia hacen que el aprendizaje de la física sea más atractivo y relevante para los estudiantes, aumentando su interés y participación en la materia. Estas tecnologías facilitan la evaluación continua y la retroalimentación inmediata. Mediante plataformas de aprendizaje en línea, los profesores pueden realizar evaluaciones formativas y sumativas de manera eficiente, y proporcionar retroalimentación instantánea, ayudando a los estudiantes a identificar sus áreas de mejora y a progresar de manera continua (Stolic, 2014).

Sin el uso de TICs, la enseñanza de la física puede quedar limitada a métodos tradicionales como la pizarra y los libros de texto. Esto puede dificultar la visualización y comprensión de conceptos complejos, haciendo que los estudiantes tengan una experiencia de aprendizaje menos rica y menos efectiva. La ausencia de TICs puede llevar a una disminución en la motivación y participación de los estudiantes. Los métodos tradicionales de enseñanza pueden no ser tan atractivos ni interactivos, lo que puede resultar en una menor atención y un desinterés en la materia.

No incorporar TICs en la enseñanza de la física también significa que los estudiantes pierden la oportunidad de desarrollar habilidades digitales esenciales. En un mundo cada vez más digital, la falta de competencias tecnológicas puede representar una desventaja significativa tanto en el ámbito académico como en el profesional. A partir de la problemática antes expuesta se define como objetivo de la investigación: comparar el rendimiento académico de los estudiantes que utilizan TICs con aquellos que siguen métodos tradicionales en el aprendizaje de la física. Se plantea como hipótesis de la investigación: El rendimiento académico de los estudiantes que utilizan TICs es superior a aquellos que siguen métodos tradicionales en el aprendizaje de la física.

Materiales y métodos

La investigación constituye un estudio de desarrollo, de tipo mixto, no experimental. Se utilizó un grupo focal integrado por 20 estudiantes de física en el bachillerato de la unidad educativa Santa Ana de Cotacachi. Participaron en el estudio 5 docentes de la propia institución de un total de 12.

Se establecieron varios indicadores para medir el impacto de las TICs en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física en el bachillerato. La tabla 1 muestra el resultado de las variables e indicadores identificados. Cada indicador se evaluó utilizando una escala de calificación Likert de 5 categorías (1: Muy mal- 5: Muy bien), lo que permitió una medición detallada y uniforme de estas habilidades durante el estudio.

Tabla 1. Variables e indicadores utilizados para medir el impacto de las TICs en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física en el bachillerato

| Variable | Indicadores |
|--|-----------------------------------|
| Comprensión de conceptos físicos | Resultados de evaluaciones |
| | Rendimiento en simulaciones |
| | Cuestionarios de autoevaluación |
| Motivación y compromiso de los estudiantes | Encuestas de satisfacción |
| | Participación en clases |
| | Tiempo dedicado al estudio |
| Desarrollo de habilidades digitales | Competencia en software educativo |
| | Proyectos digitales |
| | Autoevaluaciones de habilidades |

Fuente: elaboración propia

Descripción de los indicadores

- Resultados de evaluaciones: calificaciones obtenidas en exámenes y pruebas específicas diseñadas para medir el entendimiento de conceptos físicos clave antes y después de la intervención con TICs.

- Rendimiento en simulaciones: desempeño de los estudiantes en actividades de simulación y laboratorios virtuales, evaluado mediante rúbricas específicas que valoran la correcta aplicación de conceptos y procedimientos físicos.
- Cuestionarios de autoevaluación: respuestas a cuestionarios en los que los estudiantes valoran su propio entendimiento de los conceptos antes y después de utilizar herramientas TICs.
- Encuestas de satisfacción: resultados de encuestas aplicadas a los estudiantes para medir su interés y satisfacción con las actividades de aprendizaje que incorporan TICs en comparación con métodos tradicionales.
- Participación en Clases: nivel de participación activa en clase, medido por la frecuencia de preguntas, respuestas y contribuciones en discusiones tanto en el aula como en plataformas en línea.
- Tiempo dedicado al estudio: cantidad de tiempo que los estudiantes dedican a actividades relacionadas con la física fuera del horario de clase, registrado a través de plataformas educativas que monitorean el uso de recursos TICs.
- Competencia en software educativo: evaluación de la habilidad de los estudiantes para utilizar programas y aplicaciones específicos para la enseñanza de la física, como simuladores y herramientas de análisis de datos.
- Proyectos digitales: calidad y complejidad de proyectos presentados utilizando herramientas TICs, evaluados mediante rúbricas que valoran tanto el contenido físico como la integración y uso efectivo de las tecnologías.
- Autoevaluaciones de habilidades: cuestionarios en los que los estudiantes autoevalúan su progreso y confianza en el uso de herramientas digitales antes y después del uso de TICs en sus estudios de física.

Las variables e indicadores permiten una evaluación integral del impacto de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en el bachillerato, proporcionando una visión clara de cómo estas tecnologías influyen en la comprensión conceptual, la motivación y las habilidades digitales de los estudiantes.

Resultados

Resultados del diagnóstico

Para medir el estado del proceso de enseñanza- aprendizaje de la física en el bachillerato antes de implementar las TICs en el proceso. Se realizó un diagnóstico mediante entrevista a 5 docentes. La entrevista se diseñó para constatar de las variables: comprensión de conceptos físicos; motivación y compromiso de los estudiantes; desarrollo de habilidades digitales.

La figura 1 muestra el resultado del diagnóstico de la variable comprensión de conceptos físicos. El diagnóstico de la variable comprensión de conceptos físicos reveló que el nivel de comprensión entre los estudiantes se distribuye de la siguiente manera: el 20% de los estudiantes mostró una comprensión alta de los conceptos físicos evaluados, el 40% demostró un nivel medio de comprensión, y el 40% restante mostró una comprensión baja.

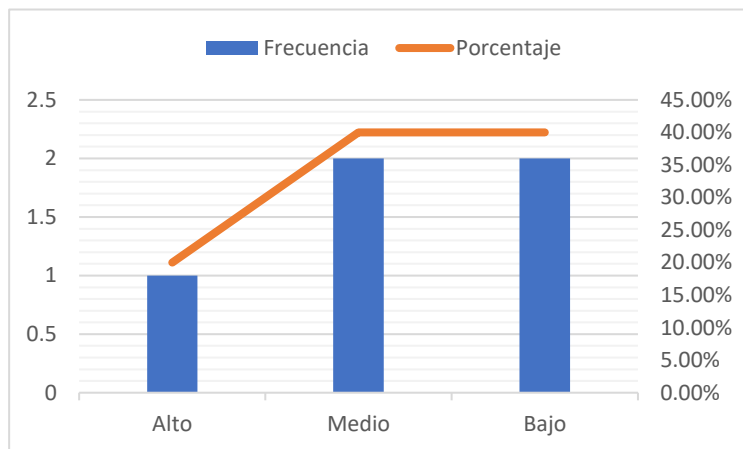


Figura 1. Resultado del diagnóstico de la variable comprensión de conceptos físicos.

Fuente: elaboración propia

Estos resultados indican que solo una minoría significativa de los estudiantes tiene un dominio sólido de los conceptos físicos, mientras que una porción considerable tiene una comprensión limitada o deficiente. Esto sugiere la necesidad de intervenciones pedagógicas específicas para mejorar la comprensión de la física entre la mayoría de los estudiantes, con un enfoque especial en aquellos con niveles bajos de comprensión.

La figura 2 muestra el resultado del diagnóstico de la variable motivación y compromiso de los estudiantes. El diagnóstico de la variable motivación y compromiso de los estudiantes muestra una distribución preocupante en términos de los niveles de motivación. Solo el 20% de los estudiantes presenta un alto nivel de motivación y compromiso en su aprendizaje, mientras que otro 20% se encuentra en un nivel medio. La mayoría, un 60%, muestra un bajo nivel de motivación y compromiso.

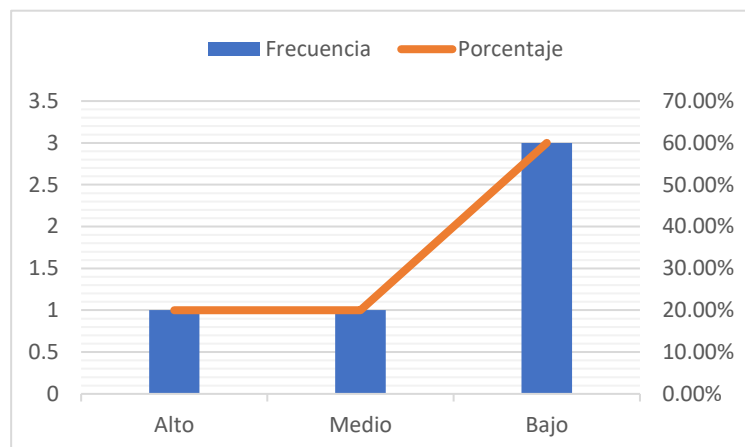


Figura 2. Resultado del diagnóstico de la variable motivación y compromiso de los estudiantes.

Fuente: elaboración propia

Los resultados indican que una proporción significativa de los estudiantes no está suficientemente motivada ni comprometida con el aprendizaje de la física, lo que podría afectar negativamente su rendimiento académico y su interés en la materia. Este diagnóstico subraya la necesidad de estrategias pedagógicas innovadoras que puedan elevar los niveles de motivación y compromiso, particularmente entre aquellos estudiantes que actualmente se encuentran en los niveles más bajos.

La figura 3 muestra el resultado del diagnóstico de la variable desarrollo de habilidades digitales. El diagnóstico de la variable desarrollo de habilidades digitales entre los estudiantes reveló resultados preocupantes. Ninguno de los estudiantes mostró un alto nivel de habilidades digitales, mientras que el 40% se situó en un nivel medio. La mayoría, el 60%, demostró un bajo nivel de competencias digitales.

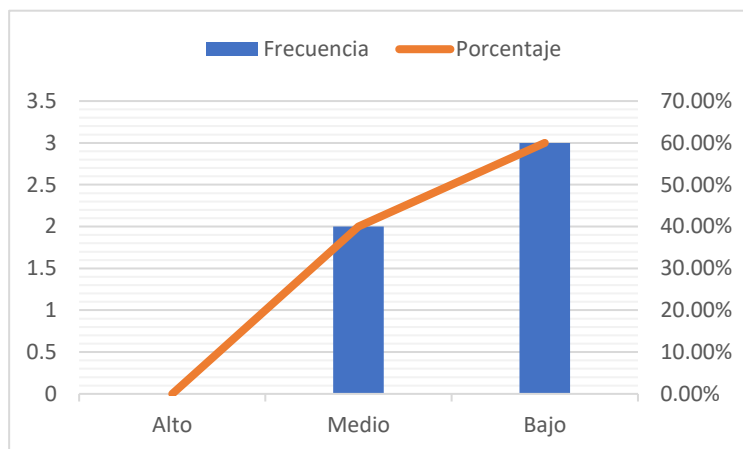


Figura 3. Resultado del diagnóstico de la variable desarrollo de habilidades digitales.

Fuente: elaboración propia

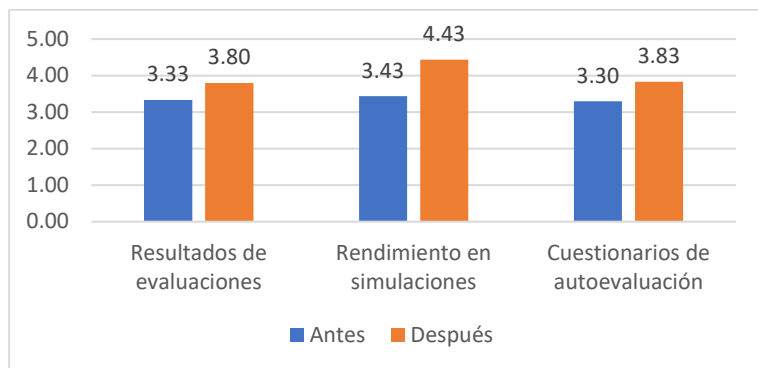
Los resultados indican que una gran proporción de los estudiantes carece de habilidades digitales avanzadas, lo cual es crítico en un entorno educativo y profesional cada vez más dependiente de la tecnología. La ausencia de estudiantes en el nivel alto subraya la necesidad urgente de implementar programas y estrategias educativas que fortalezcan el desarrollo de habilidades digitales, asegurando que todos los estudiantes adquieran las competencias necesarias para desenvolverse eficazmente en el mundo digital.

Resultados de la implementación las TICs en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física en el bachillerato

El análisis de los resultados de evaluación media del grupo de estudiantes en la variable comprensión de conceptos físicos antes y después de la implementación del programa muestra una mejora significativa en todas las dimensiones evaluadas. La figura 4 muestra una representación de la evaluación promedio de los indicadores de la variable comprensión de conceptos físicos.

La evaluación promedio de los indicadores de la variable "comprensión de conceptos físicos" mostró una notable mejora tras la intervención. Antes de la intervención, los resultados de las evaluaciones se encontraban en un promedio de 2,90, el rendimiento en simulaciones tenía un promedio de 3,15 y los cuestionarios de autoevaluación arrojaban un promedio de 3,20. Sin embargo, después de la intervención, los resultados de las evaluaciones aumentaron significativamente a un promedio de 4,10, el rendimiento en simulaciones mejoró notablemente a 4,50 y los cuestionarios de autoevaluación reflejaron un incremento a un promedio de 4,25. Estos resultados evidencian una mejora sustancial en la comprensión de los conceptos físicos por parte de los estudiantes.

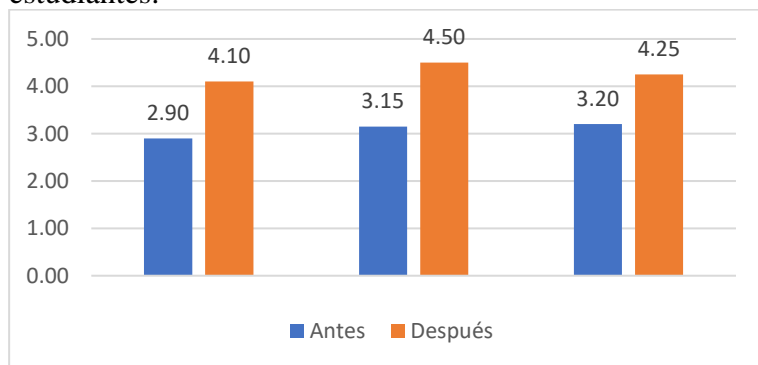
Figura 4. Evaluación promedio de los indicadores de la variable comprensión de conceptos físicos.



Fuente: elaboración propia

La figura 5 muestra una representación de la evaluación promedio de los indicadores de la variable motivación y compromiso de los estudiantes. La evaluación promedio de los indicadores de la variable "motivación y compromiso de los estudiantes" mostró una mejora considerable tras la intervención. Inicialmente, las encuestas de satisfacción presentaban un promedio de 3,10, la participación en clases tenía un promedio de 3,20, y el tiempo dedicado al estudio era de 2,90. Después de la intervención, los resultados reflejaron un aumento significativo, con las encuestas de satisfacción alcanzando un promedio de 4,25, la participación en clases mejorando a 4,60, y el tiempo dedicado al estudio incrementando a un promedio de 4,25. Estos cambios indican un aumento significativo en la motivación y el compromiso de los estudiantes.

Figura 5. Evaluación promedio de los indicadores de la variable motivación y compromiso de los estudiantes.

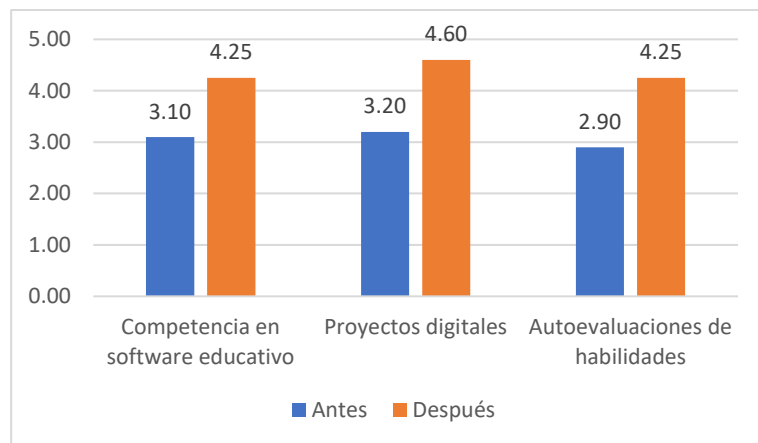


Fuente: elaboración propia

La figura 6 muestra una representación de la evaluación promedio de los indicadores de la variable Desarrollo de habilidades digitales. La evaluación promedio de los indicadores de la variable "desarrollo de habilidades digitales" mostró una mejora significativa tras la intervención. Antes de la intervención, la competencia en software educativo tenía un promedio de 3,10, los proyectos digitales un promedio de 3,20, y las autoevaluaciones de habilidades un promedio de 2,90. Después de la intervención, la competencia en software educativo aumentó a un promedio de 4,25, los proyectos digitales mejoraron notablemente a 4,60, y las autoevaluaciones de

habilidades subieron a un promedio de 4,25. Estos resultados reflejan una mejora sustancial en el desarrollo de habilidades digitales por parte de los estudiantes.

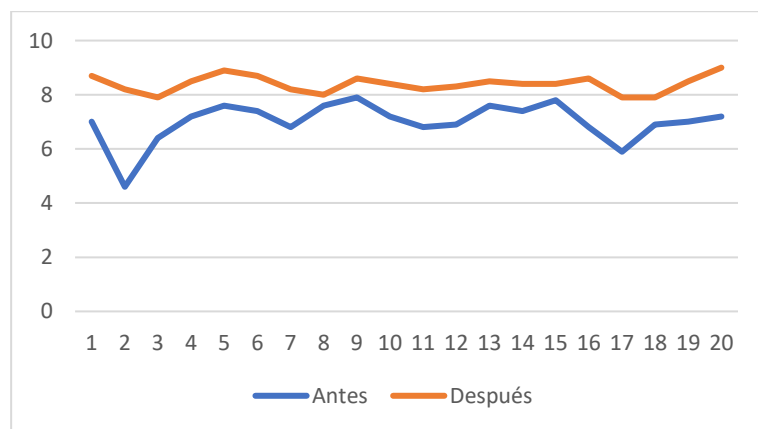
Figura 6. Evaluación promedio de los indicadores de la variable desarrollo de habilidades digitales.



Fuente: elaboración propia

La figura 7 muestra una representación de las evaluaciones promedio general de los estudiantes antes y después de implementada las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en el bachillerato.

Figura 7. Evaluación promedio general de los estudiantes



Fuente: elaboración propia

La evaluación promedio general de los estudiantes mostró una mejora significativa después de la intervención. Antes de la intervención, las calificaciones de los estudiantes oscilaban entre 4,6 y 7,9, con una tendencia general de resultados en la media de 6 a 7. Sin embargo, después de la intervención, todas las calificaciones aumentaron notablemente, situándose en un rango de 7,9 a 9. Por ejemplo, el estudiante 1 mejoró de 7 a 8,7, el estudiante 2 de 4,6 a 8,2, y el estudiante 5 de 7,6 a 8,9. En general, todos los estudiantes experimentaron un aumento significativo en sus

calificaciones, con un incremento promedio de aproximadamente 1,4 puntos, lo que refleja un notable avance en su desempeño académico.

Discusión

La presente investigación aporta evidencia significativa sobre el impacto positivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la enseñanza y el aprendizaje de la física en el nivel de bachillerato. Los hallazgos confirman que la integración de TICs no solo mejora la comprensión de conceptos físicos complejos, sino que también hace el aprendizaje más interactivo y relevante para los estudiantes. Las herramientas como simulaciones, laboratorios virtuales y plataformas de aprendizaje en línea desempeñaron un papel crucial al permitir a los estudiantes visualizar fenómenos abstractos y experimentar con ellos de una manera segura y controlada. La tabla 2 muestra un resumen de las principales investigaciones referidas en la literatura sobre la temática abordada. Las investigaciones corroboran los resultados obtenidos en la investigación.

En cuanto a la motivación y el compromiso, los resultados mostraron que los estudiantes que utilizaron TICs estaban más motivados y comprometidos con el aprendizaje de la física. Esto puede atribuirse a la naturaleza interactiva y dinámica de las TICs, que hacen que el proceso de aprendizaje sea más atractivo y estimulante. La capacidad de manipular variables y observar resultados inmediatos en simulaciones, por ejemplo, proporciona una retroalimentación instantánea que es crucial para el aprendizaje activo y profundo.

La investigación destaca el desarrollo de habilidades digitales como un beneficio colateral significativo del uso de TICs. Los estudiantes que participaron en el estudio demostraron competencias mejoradas en el uso de software educativo, análisis de datos y presentación digital de información. Estas habilidades son esenciales en el mundo moderno, donde la tecnología desempeña un papel central en casi todos los ámbitos profesionales y académicos.

La comparación de los rendimientos académicos también subraya la efectividad de las TICs en la enseñanza de la física. Los estudiantes que utilizaron herramientas TICs obtuvieron mejores calificaciones en las pruebas académicas que aquellos que siguieron métodos de enseñanza tradicionales. Este hallazgo es crucial, ya que proporciona una justificación sólida para la inversión en TICs en el ámbito educativo, particularmente en áreas de ciencias donde los conceptos abstractos pueden ser difíciles de comprender mediante métodos tradicionales.

Sin embargo, es importante considerar que la efectividad de las TICs depende en gran medida de la estrategia didáctica empleada. No basta con simplemente introducir tecnología en el aula; es necesario integrarla de manera coherente y estratégica en el currículo y la pedagogía para maximizar su impacto. La formación y el apoyo continuo para los docentes en el uso de estas tecnologías son fundamentales para garantizar que las TICs se utilicen de manera efectiva.

Tabla 2. Comparación con otros resultados científicos.

| No | Fuente | Resultado |
|----|--------|-----------|
| | | |

| | | |
|---|--------------------------|---|
| 1 | Duarte et al. (2022) | Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la física |
| 2 | Pérez & Solbes (2006) | Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física |
| 3 | Hurtado et al. (2023) | Metodologías activas para la enseñanza aprendizaje de física en el bachillerato |
| 4 | Lino-Calle et al. (2023) | Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura Física |

Fuente: elaboración propia

Duarte et al. (2022) presentan la investigación: Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la física. La investigación exploró el impacto de una estrategia didáctica basada en el uso de simuladores para la enseñanza de conceptos de física mecánica, eléctrica, ondas y sonido, así como calor y térmica. Realizada bajo un enfoque cuantitativo y de tipo descriptivo, el estudio involucró a 23 estudiantes de ciclo V y VI de una institución educativa colombiana que opera bajo un sistema educativo por ciclos. Los hallazgos revelaron que la estrategia basada en simuladores mejoró significativamente el aprendizaje de conceptos físicos, evidenciado por el aumento en el número de estudiantes que aprobaron las evaluaciones finales comparadas con las iniciales. Inicialmente, solo 6 estudiantes aprobaron, mientras que al final del estudio, solo uno reprobó. Estos resultados sugieren que el uso de simuladores de fenómenos físicos fortalece los conocimientos en física, especialmente en contextos donde los recursos para la experimentación son limitados. Sin embargo, se destaca que la efectividad de las TIC depende en gran medida de la estrategia didáctica aplicada durante la intervención pedagógica.

Autores como Pérez & Solbes (2006) realizaron una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. Esta investigación se centra en el aprendizaje de la relatividad en la enseñanza secundaria, criticando las prácticas tradicionales de enseñanza y proponiendo una nueva aproximación pedagógica. A través de un análisis detallado, se argumenta que las metodologías convencionales no logran transmitir adecuadamente los conceptos fundamentales de la relatividad ni fomentar un cambio actitudinal en los estudiantes. La investigación introduce una estrategia de enseñanza innovadora que se alinea con las contribuciones actuales de la comunidad científica, demostrando que es posible enseñar relatividad de una manera que promueva cambios positivos en la comprensión conceptual, las actitudes y los métodos de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados indican que esta nueva aproximación puede hacer que el aprendizaje de la relatividad sea más efectivo y significativo para los estudiantes de secundaria.

En la propuesta de Hurtado et al. (2023) se implementan metodologías activas para la enseñanza aprendizaje de física en el bachillerato. Este trabajo de investigación abordó la necesidad de implementar metodologías de aprendizaje variadas para la resolución de ejercicios de cinemática

en física. El objetivo principal fue evaluar el nivel de aprendizaje mediante la aplicación de metodologías activas en la resolución de ejercicios. Con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental de corte longitudinal, la investigación compara dos grupos de estudiantes: uno de control que siguió clases tradicionales y otro experimental que utilizó metodologías activas como el aprendizaje colaborativo y lúdico. Los resultados mostraron una mejora significativa en el grupo experimental, con un aumento en la media aritmética de 3,02 en el pretest a 8,01 en el postest, indicando que las metodologías activas tuvieron un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

Lino-Calle et al. (2023) presentan una analítica del aprendizaje sustentada en el *Phet Simulations* como medio de enseñanza en la asignatura de Física. Esta investigación aborda el desafío de la falta de motivación en los estudiantes de bachillerato en las clases de física, especialmente cuando estas se centran únicamente en teoría y resolución de ejercicios sin aplicaciones prácticas. El objetivo del estudio fue analizar el impacto de la analítica del aprendizaje apoyada por *PhET Simulations* en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, específicamente en el contenido de electrostática (Riantoni et al., 2019; Yuliati et al., 2018). Utilizando una metodología cuantitativa de tipo observacional-analítico, se emplearon métodos teóricos (analítico-sintético e inductivo-deductivo) y prácticos (estadísticos descriptivos e inferenciales y gráficos). Los resultados mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental que utilizaron el simulador PhET en comparación con el grupo de control que recibió clases tradicionales. La investigación concluye que la incorporación de recursos didácticos interactivos como los simuladores facilita un aprendizaje más significativo y efectivo en la física.

Conclusiones

La investigación proporciona una fuerte evidencia de que las TICs pueden transformar la enseñanza y el aprendizaje de la física en el bachillerato, mejorando la comprensión conceptual, aumentando la motivación y el compromiso de los estudiantes, y desarrollando habilidades digitales críticas. No obstante, es esencial que la implementación de TICs esté respaldada por estrategias didácticas bien planificadas y apoyo institucional adecuado para alcanzar su máximo potencial.

Todos los estudiantes evidenciaron una mejora significativa en el aprendizaje evidenciado mediante sus calificaciones, con un incremento promedio de aproximadamente 1,4 puntos, lo que refleja un notable avance en su desempeño académico.

Referencias

Calzadilla, M. E. (2002). Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Iberoamericana de educación*, 29(1), 1-10.
<https://rieoei.org/RIE/article/download/2868/3812>

- Duarte, J. E., Vega, J. A. N., & Morales, F. H. F. (2022). Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la física. *Revista Boletín Redipe*, 11(1), 158-173. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/download/1634/1544>
- Hurtado, T. A. S., Garcés, M. F. L., León, M. B. A., & Escobar, M. C. E. (2023). Metodologías activas para la enseñanza aprendizaje de física en el bachillerato. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9446-9477. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/5069/7684>
- Leng, D., Li, J., Xu, R., Liu, L., Liu, X., Fan, D., Wang, H., Wei, Q., & Ju, H. (2020). THCH as electron donor in controlled-release system for procalcitonin analysis based on Bi₂Sn₂O₇ photoanode. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 321, 128509. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925400520308558>
- Lino-Calle, V. A., Barberán-Delgado, J. A., López-Fernández, R., & Gómez-Rodríguez, V. G. (2023). Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física. *MQRInvestigar*, 7(3), 2297-2322. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/download/568/2276>
- Lorduy, D. J., & Naranjo, C. P. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, 11(27). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2216-01592020000300203&script=sci_arttext
- Pérez, H., & Solbes, J. (2006). Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 269-283. <https://enciencias.uab.cat/article/download/v24-n2-perez-solbes/1712>
- Riantoni, C., Astalini, A., & Darmaji, D. (2019). Studi penggunaan PhET Interactive Simulations dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71-75. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1159267&val=5564&title=Studi%20penggunaan%20PhET%20Interactive%20Simulations%20dalam%20pembelajaran%20fisika>
- Stolic, S. (2014). Educational strategies aimed at improving student nurse's medication calculation skills: A review of the research literature. *Nurse education in practice*, 14(5), 491-503. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471595314000596>
- van Harmelen, F., Kampis, G., Börner, K., Van den Besselaar, P., Schultes, E., Goble, C., Groth, P., Mons, B., Anderson, S., & Decker, S. (2012). Theoretical and technological building blocks for an innovation accelerator. *The European Physical Journal Special Topics*, 214, 183-214. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1140/epjst/e2012-01692-1.pdf>



Yuliati, L., Riantoni, C., & Mufti, N. (2018). Problem Solving Skills on Direct Current Electricity through Inquiry-Based Learning with PhET Simulations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 123-138. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1191674.pdf>