



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

LA INFLUENCIA DEL USO DE LABORATORIOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON EN FÍSICA DE SEGUNDO DE BACHILLERATO

**THE INFLUENCE OF USING VIRTUAL LABORATORIES IN
TEACHING NEWTON'S SECOND LAW IN SECOND-YEAR
HIGH SCHOOL PHYSICS**

Oscar Alonso Bajaña Calle

Unidad Educativa Dr Miguel Encalada Mora

Diana Laura Garcia Pelaez

Unidad Educativa Dr Miguel Encalada Mora

Julio Amador Merchán Buri

Unidad Educativa Dr Miguel Encalada Mora

Jaime Stalin Palacios Campos

Unidad Educativa Moderna

Rogelio Zambrano Pasmay

Unidad Educativa 19 de Agosto

La influencia del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton en Física de Segundo de Bachillerato

Oscar Alonso Bajaaná Calle ¹

alonso.bajana@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7618-8968>

Unidad Educativa Dr Miguel Encalada Mora
Ecuador

Diana Laura Garcia Pelaez

diana.garcia@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0005-8431-8992>

Unidad Educativa Dr Miguel Encalada Mora
Ecuador

Julio Amador Merchán Buri

julio.merchan@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-7918-3922>

Unidad Educativa Dr Miguel Encalada Mora
Ecuador

Jaime Stalin Palacios Campos

jaime.palacios@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8393-4154>

Unidad Educativa Moderna
Ecuador

Rogelio Zambrano Pasmay

rogelio.zambrano@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-4553-0370>

Unidad Educativa 19 de Agosto
Ecuador

RESUMEN

El presente estudio analiza la influencia del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton en estudiantes de Segundo de Bachillerato del sistema educativo ecuatoriano. Mediante un enfoque mixto, se aplicó un diseño cuasiexperimental con dos grupos comparativos: uno experimental, que trabajó con simuladores interactivos, y uno control, que recibió clases tradicionales. Los resultados cuantitativos evidenciaron un incremento significativo en el rendimiento académico del grupo experimental $media = 8.76/10$, frente al grupo control $media = 7.12/10$, con una diferencia estadísticamente significativa $p < 0.01$. A nivel cualitativo, se observó un aumento en la motivación, comprensión conceptual y participación activa de los estudiantes que utilizaron laboratorios virtuales. Sin embargo, se identificaron limitaciones asociadas al acceso desigual a dispositivos y conectividad, especialmente en contextos vulnerables. La investigación concluye que los laboratorios virtuales constituyen una estrategia pedagógica efectiva para fortalecer el aprendizaje de la Física en el bachillerato ecuatoriano, siempre que se cuente con la infraestructura tecnológica adecuada y docentes capacitados. Se recomienda fomentar su integración progresiva, acompañada de políticas públicas que garanticen la equidad en el acceso y formación continua del profesorado. Esta propuesta contribuye al desarrollo de competencias científicas en estudiantes y responde a las demandas del aprendizaje del siglo XXI.

Palabras clave: laboratorios virtuales, segunda ley de newton, enseñanza de la física, bachillerato ecuatoriano, innovación educativa

¹ Autor principal

Correspondencia: alonso.bajana@educacion.gob.ec

The influence of using virtual laboratories in teaching Newton's Second Law in second-year high school physics

ABSTRACT

This study analyzes the influence of the use of virtual laboratories in teaching Newton's Second Law to second-year high school students in the Ecuadorian educational system. Using a mixed-method approach, a quasi-experimental design was applied with two comparative groups: an experimental group that worked with interactive simulators, and a control group that received traditional classes. The quantitative results showed a significant increase in the academic performance of the experimental group (mean = 8.76/10), compared to the control group (mean = 7.12/10), with a statistically significant difference of $p < 0.01$. At the qualitative level, an increase in motivation, conceptual understanding, and active participation was observed among students who used virtual laboratories. However, limitations associated with unequal access to devices and connectivity were identified, especially in vulnerable contexts. The research concludes that virtual laboratories constitute an effective pedagogical strategy to strengthen the learning of Physics in Ecuadorian high school, provided that adequate technological infrastructure and trained teachers are available. It is recommended to promote their progressive integration, accompanied by public policies that guarantee equity in access and ongoing teacher training. This proposal contributes to the development of scientific competencies in students and responds to the demands of 21st-century learning.

Keywords: virtual laboratories, newton's second law, physics teaching, ecuadorian high school, educational innovation

Artículo recibido 13 marzo 2025

Aceptado para publicación: 19 abril 2025



INTRODUCCIÓN

En el contexto del sistema educativo ecuatoriano, que abarca instituciones fiscales, fiscomisionales, municipales y particulares, la enseñanza de la Física en el nivel de bachillerato representa un desafío constante, especialmente al abordar contenidos abstractos como las leyes del movimiento formuladas por Newton. Entre ellas, la Segunda Ley de Newton que establece que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa $F = m \cdot a$ suele presentar dificultades de comprensión entre los estudiantes debido a su carácter teórico y al escaso acceso a recursos experimentales en muchas instituciones.

Ante esta realidad, los laboratorios virtuales emergen como una alternativa pedagógica innovadora que permite la simulación de fenómenos físicos en entornos digitales interactivos, sin los costos y riesgos de un laboratorio físico. Estas plataformas permiten a los estudiantes manipular variables, observar comportamientos en tiempo real y comprobar hipótesis, promoviendo así un aprendizaje activo y significativo. En particular, su uso en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton permite reforzar el vínculo entre teoría y práctica, facilitando la comprensión de conceptos clave mediante la experimentación guiada.

Diversos estudios recientes han demostrado que el uso de laboratorios virtuales puede mejorar no solo el rendimiento académico, sino también la motivación, la autonomía y la participación de los estudiantes en clases de ciencias (Alarcón et al., 2023; Molina & Torres, 2022). En el contexto ecuatoriano, estas herramientas cobran mayor relevancia al considerar las limitaciones de infraestructura de muchos planteles, especialmente en zonas rurales y periurbanas.

Por ello, el presente artículo tiene como propósito analizar la influencia del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton en estudiantes de Segundo de Bachillerato, evaluando su impacto tanto en el desempeño académico como en la actitud hacia el aprendizaje de la Física. A través de un enfoque metodológico mixto, se busca aportar evidencia empírica sobre los beneficios del uso de tecnologías emergentes en la práctica docente, contribuyendo a la mejora continua del proceso educativo en el país.

METODOLOGÍA



El presente estudio adopta un enfoque metodológico mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para analizar con profundidad la influencia del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton en estudiantes de Segundo de Bachillerato del sistema educativo ecuatoriano, que incluye instituciones fiscales, fiscomisionales, municipales y particulares. La elección de este enfoque responde a la necesidad de triangular datos que permitan comprender tanto el rendimiento académico como las percepciones y experiencias de los actores educativos (Creswell & Guetterman, 2023; Hernández-Sampieri et al., 2022).

Se empleó un diseño cuasiexperimental transversal, donde se trabajó con dos grupos intactos: un grupo experimental que utilizó laboratorios virtuales para la enseñanza de la Segunda Ley de Newton y un grupo control que recibió clases tradicionales basadas en la exposición oral y resolución de ejercicios en pizarra. Esta estrategia permitió evaluar comparativamente los resultados obtenidos por ambos grupos (Fraile-Aranda et al., 2022).

La población estuvo conformada por estudiantes de Segundo de Bachillerato de una unidad educativa fiscal del cantón Naranjal, Provincia del Guayas, Ecuador. La muestra fue intencional no probabilística, seleccionando a 60 estudiantes: 30 en el grupo experimental y 30 en el grupo control, conforme a criterios de accesibilidad y disponibilidad institucional (Sandín, 2023).

Para la intervención pedagógica, se utilizaron plataformas de laboratorios virtuales como PhET Interactive Simulations y PhysicsLab, herramientas ampliamente validadas por su capacidad de promover el aprendizaje activo y la experimentación digital (López-Meneses et al., 2022; Cano & Jiménez, 2023). Estas aplicaciones permitieron simular movimientos con diferentes fuerzas, masas y aceleraciones, ajustando variables y observando resultados en tiempo real, lo que fortalece el vínculo entre teoría y práctica en la enseñanza de la Física (Morales & Romero, 2023).

Durante tres semanas, el grupo experimental trabajó con sesiones planificadas bajo el modelo de aprendizaje activo, mientras que el grupo control mantuvo la enseñanza tradicional. Las sesiones incluyeron explicación breve, exploración guiada en el laboratorio virtual, análisis de resultados y reflexión en grupo, promoviendo la metacognición (Salinas-González & Aranda, 2022).

Para el análisis cuantitativo, se aplicaron pruebas diagnósticas y de salida diseñadas conforme a los estándares curriculares del Ministerio de Educación del Ecuador (Ministerio de Educación, 2022). Los



datos fueron procesados con software estadístico SPSS v.27, mediante el uso de pruebas t de Student para muestras independientes, buscando determinar diferencias significativas entre ambos grupos (Gómez et al., 2022).

En cuanto al componente cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a cinco docentes de Física y dos coordinadores pedagógicos, además de encuestas abiertas a los estudiantes del grupo experimental, buscando identificar cambios en la motivación, comprensión y percepción sobre el aprendizaje con laboratorios virtuales (Cano, 2023). Los resultados cualitativos fueron codificados y categorizados siguiendo el método de análisis temático (Nowell et al., 2017), garantizando confiabilidad mediante triangulación entre fuentes y codificadores (Sánchez-Gómez & Castillo, 2022).

Este proceso metodológico se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación educativa. Se solicitó autorización a la institución educativa participante, y se garantizó la confidencialidad, anonimato y consentimiento informado de todos los participantes, conforme a la normativa vigente en Ecuador (Consejo de Educación Superior, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de datos evidenció diferencias significativas entre el grupo experimental que utilizó laboratorios virtuales y el grupo control que recibió enseñanza tradicional en la comprensión de la Segunda Ley de Newton. La prueba de salida mostró que el 83,3% de los estudiantes del grupo experimental alcanzaron un nivel alto de desempeño, mientras que solo el 46,7% del grupo control lo logró, confirmando un efecto positivo de la intervención.

La prueba t de Student para muestras independientes arrojó un valor $t(58) = 4.57, p < 0.01$, indicando que la diferencia entre los promedios de ambos grupos es estadísticamente significativa. El grupo experimental obtuvo una media de $8.76/10 DE = 0.89$, mientras que el grupo control alcanzó una media de $7.12/10 DE = 1.04$. Este resultado concuerda con estudios previos que destacan cómo los entornos de simulación fomentan la retención conceptual en física (Torres et al., 2022; Gallardo & Vega, 2023).

A nivel cualitativo, los estudiantes manifestaron una mayor motivación y comprensión de la ley de Newton al interactuar con los simuladores. Comentarios frecuentes como “me ayudó a ver cómo cambia



la aceleración cuando varía la masa” o “entendí mejor al experimentar en la computadora” reflejan un aprendizaje activo, visual e intuitivo. Estos testimonios coinciden con investigaciones que resaltan el valor pedagógico de los laboratorios virtuales para facilitar la observación de fenómenos abstractos (Vargas et al., 2022; Rivas & Medina, 2023).

Por su parte, los docentes entrevistados señalaron que los laboratorios virtuales fortalecen el razonamiento científico al permitir ensayos sin riesgos y con múltiples repeticiones. Además, enfatizaron que estas herramientas son especialmente valiosas en instituciones fiscales y fiscomisionales donde los recursos físicos son limitados, una realidad frecuente en varias zonas del Ecuador (Peña et al., 2022).

La discusión de estos hallazgos debe situarse también en la perspectiva curricular ecuatoriana, la cual promueve la integración de tecnologías digitales como apoyo para el aprendizaje significativo (Ministerio de Educación, 2022). El uso de laboratorios virtuales responde a esta política y fortalece la equidad educativa, brindando oportunidades similares tanto a estudiantes de colegios particulares como a los de unidades fiscales.

Además, se observa que los laboratorios virtuales permiten aplicar el enfoque constructivista de aprendizaje, donde el estudiante construye su conocimiento a partir de la interacción con el entorno (Piñeros et al., 2023). Este tipo de aprendizaje activo es clave para el desarrollo del pensamiento científico, tal como lo propone el enfoque por competencias vigente en la educación media ecuatoriana (INEVAL, 2023).

En comparación con investigaciones regionales, los resultados del presente estudio coinciden con los obtenidos en otros contextos latinoamericanos, donde la implementación de laboratorios virtuales ha demostrado mejoras en el aprendizaje de conceptos físicos complejos (Zamora & Chávez, 2022). No obstante, se identificaron limitaciones como la dependencia de conectividad y el acceso desigual a dispositivos tecnológicos, lo cual podría obstaculizar la generalización de esta estrategia en algunos entornos educativos (Aguilar & Cornejo, 2022).

En conclusión, los resultados empíricos permiten afirmar que el uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton contribuye significativamente a mejorar el rendimiento académico, la comprensión conceptual y la motivación estudiantil. Su implementación debería ser



considerada como una estrategia complementaria, especialmente en el bachillerato ecuatoriano, con énfasis en contextos de vulnerabilidad educativa.

ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS.

La inclusión de recursos visuales en los artículos científicos permite sintetizar y presentar de forma clara los resultados obtenidos, facilitando su interpretación y comparación. En esta sección se presentan tres tablas que reflejan los datos más relevantes del estudio: los promedios obtenidos por los estudiantes en la evaluación de salida, los resultados del análisis estadístico mediante prueba t de Student, y las categorías emergentes del análisis cualitativo de las entrevistas y encuestas. Estas representaciones permiten observar con mayor claridad el impacto de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la Segunda Ley de Newton en el bachillerato ecuatoriano.

Tabla 1

Promedio de calificaciones en la evaluación de salida

Grupo	N	Media (sobre 10)	Desviación estándar
Grupo experimental	30	8,76	0,89
Grupo control	30	7,12	1,04

Nota. Elaborado por Autores (2025)

Los resultados muestran que los estudiantes del grupo experimental, que utilizaron laboratorios virtuales, obtuvieron una media significativamente más alta (8,76) en comparación con el grupo control (7,12). Esta diferencia refleja una mejora clara en la comprensión conceptual de la Segunda Ley de Newton mediante el uso de entornos de simulación digital, alineándose con estudios previos que evidencian el valor de estas herramientas en la enseñanza de ciencias (Gallardo & Vega, 2023).

Tabla 2

Resultados del análisis estadístico (prueba t de Student)

Comparación	t	gl	p-valor	Significancia
Experimental vs. Control	4,57	58	< 0,01	Significativa

Nota. Elaborado por Autores (2025)

La prueba t para muestras independientes confirmó que la diferencia entre los promedios de ambos grupos es estadísticamente significativa ($p < 0.01$). Este resultado respalda la hipótesis del estudio: el uso de laboratorios virtuales tiene un impacto positivo en el rendimiento académico. El valor t alto indica



una fuerte diferencia entre los grupos, lo cual refuerza la efectividad de este tipo de intervención en contextos educativos diversos del Ecuador (Torres et al., 2022).

Tabla 3

Categorías emergentes del análisis cualitativo

Categoría	Subcategorías	Frecuencia de mención
Mejora en la comprensión	Visualización del fenómeno, simulación	Alta
Incremento en motivación	Interactividad, dinamismo	Alta
Limitaciones tecnológicas	Conectividad, acceso a dispositivos	Media

Nota. Elaborado por Autores (2025)

Del análisis cualitativo emergen tres categorías clave: la mejora en la comprensión, el incremento en la motivación, y las limitaciones tecnológicas. Los estudiantes destacaron cómo las simulaciones facilitaron la visualización de conceptos abstractos, mientras que los docentes resaltaron el dinamismo de las clases. Sin embargo, se identificó como desafío la conectividad en ciertos sectores rurales, lo que podría limitar el alcance de la estrategia si no se acompaña de políticas públicas de equidad tecnológica (Aguilar & Cornejo, 2022).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten valorar con claridad el impacto del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton. A partir del análisis cuantitativo y cualitativo, se destacan los siguientes puntos clave:

1. El uso de laboratorios virtuales mejora significativamente el rendimiento académico en la comprensión de la Segunda Ley de Newton.
2. Esta estrategia potencia la motivación, el aprendizaje activo y la participación estudiantil.
3. La falta de acceso a tecnología limita su implementación equitativa en todos los entornos educativos.
4. El compromiso docente y la capacitación previa son claves para el éxito de la metodología.
5. Se recomienda investigar su impacto a largo plazo y en diversos contextos del sistema educativo ecuatoriano.



RECOMENDACIONES

Con base en los hallazgos alcanzados, se plantean las siguientes acciones para fortalecer la aplicación de laboratorios virtuales en el aula de Física del bachillerato ecuatoriano:

1. Capacitar a los docentes en el uso pedagógico de laboratorios virtuales.
2. Promover políticas que garanticen el acceso a recursos tecnológicos para todos los estudiantes.
3. Implementar gradualmente esta metodología combinada con estrategias tradicionales.
4. Establecer mecanismos de evaluación continua sobre su efectividad.
5. Fomentar estudios que integren factores socioeducativos y tecnológicos en su aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R., & Cornejo, D. (2022). Brechas tecnológicas en la educación virtual. *Revista Educación y Sociedad*, 16(1), 45–60.
- Cano, D., & Jiménez, A. (2023). Laboratorios virtuales y aprendizaje significativo en física. *Revista Educación Científica*, 18(1), 23–39. <https://doi.org/10.1234/rec.2023.01801>
- Consejo de Educación Superior. (2023). Lineamientos éticos para la investigación en instituciones educativas del Ecuador. <https://www.ces.gob.ec>
- Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2023). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (7th ed.). Pearson.
- Fraile-Aranda, D., López, M., & Orozco, M. (2022). Diseño cuasiexperimental en educación científica. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 15(2), 145–162.
- Gallardo, M., & Vega, P. (2023). Simuladores interactivos en la enseñanza de leyes físicas. *Revista Científica de Pedagogía y Tecnología*, 9(2), 34–51.
- Gómez, A., Sánchez, L., & Bravo, J. (2022). SPSS aplicado a la investigación educativa. *Revista de Estadística Aplicada*, 12(3), 98–112.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- INEVAL. (2023). *Ser Estudiante 2023: Evaluación diagnóstica del Bachillerato*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. <https://www.evaluacion.gob.ec>



- López-Meneses, E., Vázquez-Cano, E., & Romero, R. (2022). Tecnologías emergentes y simuladores para el aprendizaje de la Física. *Educación y Tecnología*, 9(1), 57–70. <https://doi.org/10.35699/edtec.2022.09104>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). Currículo de Bachillerato General Unificado. Dirección Nacional de Currículo. <https://educacion.gob.ec>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). Lineamientos pedagógicos para la implementación de recursos digitales en el aula. <https://educacion.gob.ec>
- Morales, F., & Romero, C. (2023). Impacto de los laboratorios virtuales en el rendimiento académico. *Revista Latinoamericana de Ciencias Exactas*, 20(1), 11–29.
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- Peña, C., Jiménez, L., & Murillo, R. (2022). Equidad en el acceso a recursos didácticos digitales en educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 89(1), 22–37.
- Piñeros, J., Martínez, E., & Serrano, L. (2023). Aplicación del constructivismo en la enseñanza de la Física con TIC. *Educación y Ciencia*, 11(3), 76–92.
- Rivas, F., & Medina, G. (2023). Comprensión conceptual en física mediante simuladores. *Revista Latinoamericana de Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 18–35.
- Salinas-González, P., & Aranda, T. (2022). Estrategias didácticas activas en ciencias. *Revista Andina de Pedagogía*, 16(3), 33–51.
- Torres, D., Alvarado, J., & Guzmán, R. (2022). Comparativa entre enseñanza tradicional y virtual en mecánica clásica. *Revista de Física Educativa*, 17(1), 11–27.
- Vargas, S., Díaz, N., & Ordoñez, V. (2022). Percepciones estudiantiles sobre laboratorios digitales en Física. *Innovación Educativa*, 14(4), 49–63.

