

XLVI

**Impacto de los
simuladores interactivos
en el aprendizaje de la
cinemática lineal: Un
estudio cuasiexperimental
en instituciones
educativas públicas de
Lima Metropolitana**

Abner Hugo Gutiérrez Dueñas

Impacto de los simuladores interactivos en el aprendizaje de la cinemática lineal: Un estudio cuasiexperimental en instituciones educativas públicas de Lima Metropolitana

Abner Gutiérrez Dueñas

RESUMEN

El presente capítulo analiza la efectividad de los simuladores interactivos como herramientas pedagógicas clave para la enseñanza de la cinemática lineal en las instituciones educativas públicas de Lima Metropolitana. Ante la persistente deficiencia de laboratorios físicos y la necesidad de modernizar los métodos expositivos tradicionales, este estudio sintetiza evidencia científica reciente basada en diseños cuasiexperimentales. La revisión destaca que la implementación de entornos virtuales— como PhET— facilita una comprensión profunda de conceptos complejos al permitir la visualización dinámica y la manipulación activa de variables físicas, mejorando significativamente tanto el rendimiento académico como el compromiso estudiantil. No obstante, se subraya que el éxito de esta integración no depende únicamente de la herramienta digital, sino de un diseño instruccional estratégico mediado por el docente, capaz de superar la curva de aprendizaje del software. Finalmente, el trabajo identifica desafíos críticos, como la brecha de conectividad y la variabilidad en la alfabetización digital, señalando que la equidad en la implementación debe ser una prioridad política para garantizar una enseñanza científica de calidad. Se concluye que, mediante un modelo de integración sostenible, la virtualidad se consolida como un complemento esencial para el desarrollo de competencias científicas, permitiendo que los estudiantes limeños superen las limitaciones de infraestructura mediante una experimentación virtual efectiva y equitativa.

Palabras clave: Simuladores interactivos, cinemática lineal, educación pública, enseñanza de la física, brecha digital.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física, y particularmente de la cinemática lineal, ha estado históricamente supeditada a métodos expositivos de corte tradicional, donde la resolución de problemas algorítmicos y la memorización de fórmulas predominan sobre la comprensión conceptual. En el contexto de las instituciones educativas públicas de Lima Metropolitana, esta problemática se agudiza debido a una infraestructura educativa deficitaria, caracterizada por la escasez de laboratorios equipados que permitan la experimentación científica real. Esta carencia no solo limita el acceso a experiencias prácticas, sino que profundiza la brecha de aprendizajes entre diversos sectores educativos, dificultando que los estudiantes establezcan conexiones significativas entre los modelos teóricos y los fenómenos físicos observables.

Frente a este escenario, la integración de entornos virtuales y simuladores interactivos, tales como PhET (Physics Education Technology), se presenta como una alternativa pedagógica robusta y viable. Estos simuladores, basados en una investigación educativa exhaustiva, ofrecen entornos intuitivos que fomentan el aprendizaje a través de la exploración, la manipulación de variables y el descubrimiento. Diversos estudios han demostrado que el uso de estas herramientas tecnológicas permite transformar la enseñanza de la física, convirtiendo conceptos abstractos —como la velocidad, la aceleración y el desplazamiento— en representaciones visuales y dinámicas que facilitan la indagación científica.

La relevancia de este estudio reside en la necesidad de validar, a través de evidencia cuasiexperimental, cómo estas herramientas actúan como un puente cognitivo capaz de compensar las limitaciones de infraestructura física en las escuelas públicas limeñas. Si bien la literatura reconoce la eficacia de los simuladores para mejorar el rendimiento académico y la motivación del estudiante, su éxito depende estrechamente de una integración adecuada y de la mediación docente. En efecto, el aprendizaje efectivo no surge de la mera exposición a la tecnología, sino de un diseño instruccional que integre estratégicamente el simulador dentro del proceso formativo, permitiendo al estudiante "vivir" la experiencia científica mediante la experimentación virtual.

Por consiguiente, el presente trabajo se propone analizar el impacto de los simuladores interactivos en la enseñanza de la cinemática lineal en Lima, explorando cómo estas herramientas digitales no solo democratizan el acceso a la experimentación, sino que también estimulan el desarrollo de competencias científicas fundamentales en un entorno educativo que demanda innovación constante. A continuación, se detalla

la base científica y la estructura metodológica que justifican esta transición desde el modelo tradicional hacia una enseñanza potenciada por recursos tecnológicos interactivos.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta revisión narrativa, se diseñó una estrategia metodológica orientada a la identificación, selección y síntesis de evidencia científica que permita comprender el impacto de los simuladores interactivos en la enseñanza de la cinemática lineal. El proceso siguió los lineamientos de una revisión sistemática exploratoria, asegurando la rigurosidad en la selección de fuentes para garantizar que los hallazgos sean representativos del contexto educativo de Lima Metropolitana entre los años 2020 y 2026.

La búsqueda de información se realizó de manera exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto y prestigio, incluyendo Scielo, ERIC, Google Scholar, así como en repositorios digitales de universidades peruanas. Se emplearon términos de búsqueda (descriptores) tanto en español como en inglés, tales como: "simuladores interactivos", "cinemática lineal", "estudio cuasiexperimental", "educación secundaria", "aprendizaje de la física" y "Lima". Este barrido permitió capturar tanto literatura publicada en revistas indexadas como trabajos de tesis que abordan la problemática local, dado que estos últimos suelen contener datos valiosos sobre las condiciones reales de las instituciones públicas.

Los criterios de inclusión fueron estrictamente definidos para asegurar la calidad y relevancia de los artículos seleccionados. En primer lugar, se consideraron únicamente investigaciones con diseño cuasiexperimental, por ser la metodología más adecuada para evaluar intervenciones educativas en entornos escolares donde no es posible realizar una asignación aleatoria estricta. En segundo lugar, se filtraron estudios centrados en el nivel de educación secundaria pública, con el objetivo de mantener la homogeneidad contextual respecto a las limitaciones de infraestructura y acceso tecnológico propias de la región. Asimismo, el enfoque temático se restringió a la enseñanza de la cinemática lineal, específicamente evaluando el impacto sobre variables clave como el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.

Un aspecto central de la metodología fue la priorización de investigaciones que establecieron una comparación clara entre dos grupos de estudio: un grupo control,

que recibió la instrucción bajo métodos tradicionales (lección magistral, resolución de problemas en papel), y un grupo experimental, que incorporó simuladores virtuales en su proceso de aprendizaje. Esta estructura permitió extraer datos sobre la significancia estadística reportada por los autores, analizando no solo la mejora en el rendimiento académico, sino también el tamaño del efecto de la intervención tecnológica.

Para el análisis de los resultados, se procedió a la categorización de los estudios según sus principales aportes. Esta síntesis cualitativa permitió contrastar los hallazgos de diferentes autores, identificando tanto las convergencias en la mejora de las competencias científicas como las discrepancias surgidas a partir de las diversas condiciones de implementación. Finalmente, la presente metodología se alinea con los estándares de revisión narrativa propuestos por autores como Snyder (2019), quien destaca la importancia de la transparencia y la replicabilidad en la síntesis de literatura educativa.

RESULTADOS

El análisis de la literatura recopilada revela una tendencia positiva y estadísticamente significativa en el uso de simuladores interactivos dentro de las aulas de física en Lima Metropolitana. Los datos extraídos de las investigaciones cuasiexperimentales revisadas coinciden en que la transición de métodos expositivos a entornos de experimentación virtual genera mejoras sustanciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En primer lugar, se observa una notable mejora en la conceptualización de la cinemática lineal. Los estudiantes que utilizaron plataformas como PhET lograron identificar y analizar relaciones funcionales entre variables gráficas —como la pendiente en diagramas de posición-tiempo y la velocidad constante o variable en gráficos velocidad-tiempo— con mayor agilidad que sus pares en los grupos de control. Esta capacidad de interpretación gráfica, según lo expuesto por García y Ruiz (2023), se debe a la naturaleza dinámica de los simuladores, que permite al estudiante observar la covariación de los fenómenos en tiempo real, superando la estática de los gráficos en libros de texto.

En segundo lugar, se ha identificado un incremento en la motivación y el compromiso. La interactividad intrínseca de estos entornos reduce drásticamente la frustración que suele asociarse con la resolución de problemas abstractos de física. Al transformar el cálculo matemático en una experiencia de juego exploratorio (gamificación), la

participación activa aumenta. Tal como lo señala Quispe (2024), la posibilidad de cometer "errores seguros" dentro del simulador fomenta la autoconfianza y la resiliencia cognitiva, elementos clave para sostener el interés del alumno en temas complejos como el movimiento rectilíneo uniformemente variado.

En tercer lugar, el desempeño académico muestra una correlación positiva con la exposición recurrente a herramientas digitales. La mayoría de los estudios reportan aumentos significativos en las calificaciones post-test de los grupos experimentales. Esta mejora se atribuye, primordialmente, a la repetición controlada de experimentos virtuales, la cual permite consolidar el aprendizaje procedimental y conceptual antes de enfrentarse a evaluaciones sumativas formales (Pérez & Loayza, 2025).

Finalmente, el análisis no ignora las limitaciones de contexto detectadas. Aunque los resultados pedagógicos son prometedores, la implementación enfrenta desafíos estructurales severos en la educación pública peruana. La inestabilidad de la conectividad a internet interrumpe con frecuencia las sesiones virtuales, lo que genera interrupciones en el flujo didáctico. Asimismo, existe una brecha notable en la alfabetización digital; los estudiantes a menudo carecen de la autonomía necesaria para navegar entornos complejos sin guía, mientras que muchos docentes, como advierte Mendoza (2025), manifiestan resistencia debido a una capacitación técnica insuficiente para integrar estas herramientas dentro de su planificación curricular. En conclusión, si bien los simuladores potencian el aprendizaje de la cinemática, su eficacia real depende de una infraestructura tecnológica estable y de una mediación docente que supere la barrera de la adopción digital inicial.

DISCUSIÓN

La evidencia recabada sugiere que los simuladores interactivos funcionan como una herramienta de compensación crítica, actuando como laboratorios virtuales ante la persistente carencia de infraestructura científica física en las instituciones educativas públicas de Lima Metropolitana. Esta sustitución tecnológica no solo permite la experimentación en entornos de escasos recursos, sino que también democratiza el acceso a la observación de fenómenos cinemáticos, democratizando la práctica científica. No obstante, el impacto pedagógico no debe entenderse como un efecto automático de la herramienta. La literatura analizada enfatiza que la efectividad del aprendizaje reside, primordialmente, en el diseño instruccional que acompaña al

software. Como argumentan Salazar y Huamán (2025), el simulador es un medio y no un fin en sí mismo; su éxito pedagógico depende de una planificación que integre guías de trabajo estructuradas y objetivos de aprendizaje claros.

En el contexto específico de las escuelas públicas limeñas, el rol mediador del docente adquiere una dimensión determinante. A diferencia de otros entornos educativos donde los estudiantes poseen mayor autonomía tecnológica, en Lima el docente debe guiar activamente el proceso para superar la curva de aprendizaje del software. Esta mediación es fundamental para evitar que el estudiante se pierda en la complejidad de la interfaz y para asegurar que la interacción con el simulador trascienda el simple "juego" y se consolide como un ejercicio de indagación científica. Según señala la UNESCO (2025), la figura del maestro como facilitador es insustituible, especialmente cuando las herramientas digitales se introducen en entornos con poca tradición de trabajo con TIC.

Asimismo, una dimensión crítica de esta discusión es cómo la brecha de acceso a dispositivos personales —laptops, tabletas o una conexión estable de red— está generando una marcada disparidad en los resultados de aprendizaje entre estudiantes. Mientras que aquellos con acceso privado pueden profundizar en la experimentación fuera del horario escolar, los estudiantes dependientes exclusivamente de los recursos del colegio enfrentan limitaciones severas, lo que profundiza las inequidades sociales ya existentes en la capital. Esta brecha digital no es solo técnica, sino que se traduce en una brecha de competencias científicas. Al respecto, estudios recientes advierten que la implementación de estas tecnologías sin un componente de equidad social corre el riesgo de aumentar la polarización educativa, en lugar de reducirla (Vásquez, 2026).

En conclusión, para que los simuladores interactivos transformen realmente la enseñanza de la cinemática lineal, la política educativa debe priorizar la equidad en la implementación. No basta con dotar de licencias o acceso a plataformas; es imperativo asegurar la sostenibilidad del hardware en las escuelas y fortalecer la capacitación docente en estrategias de enseñanza híbrida. El desafío es transitar hacia una integración sistémica donde la virtualidad no se perciba como un sucedáneo precario, sino como una extensión esencial del laboratorio, garantizando que todo estudiante, independientemente de su condición socioeconómica, acceda a una educación científica de calidad acorde al siglo XXI.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la evidencia analizada permite determinar que el impacto de los simuladores interactivos en la enseñanza de la cinemática lineal en las instituciones públicas de Lima Metropolitana es netamente favorable. Estas herramientas digitales actúan como catalizadores de un aprendizaje significativo, pues permiten a los estudiantes trascender el plano abstracto de las fórmulas matemáticas para visualizar, manipular y comprender la naturaleza dinámica de fenómenos como el desplazamiento, la velocidad y la aceleración.

Sin embargo, el éxito de este enfoque no reside exclusivamente en la adopción tecnológica, sino en la construcción de un modelo de integración sostenible. Para que esta transición sea efectiva, es imperativo superar la visión de los simuladores como simples sustitutos precarios ante la carencia de laboratorios físicos. Por el contrario, se requiere una estrategia integral que contemple tres pilares fundamentales: la dotación constante de infraestructura digital, la capacitación docente continua —orientada no solo al uso técnico, sino a la mediación pedagógica— y la actualización formal de los currículos educativos.

Al formalizar el uso de estas herramientas, se garantiza que la virtualidad deje de ser una solución aislada y se convierta en un complemento pedagógico robusto. En última instancia, la integración de simuladores debe aspirar a democratizar el acceso a la experimentación científica, asegurando que la brecha digital no condicione las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes. Solo mediante un compromiso sistémico entre las políticas educativas y la práctica docente, la enseñanza de la física podrá evolucionar hacia un modelo más inclusivo, dinámico y alineado con los desafíos científicos del siglo XXI.

REFERENCIAS

- Arias, F. G. (2020). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (7ma ed.). Episteme.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.

- Defensoría del Pueblo. (2025). *Defensoría del Pueblo exige acciones inmediatas ante estado crítico de la infraestructura educativa en Lima*. <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-exige-acciones-inmediatas-ante-estado-critico-de-la-infraestructura-educativa-en-lima/>
- García, E., & Ruiz, P. (2023). *Visualización dinámica y razonamiento gráfico en la enseñanza de la física*. Ediciones Académicas Peruanas.
- Guamán, J. (2021). El uso de simuladores en línea para la enseñanza de la física: una herramienta educativa efectiva. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 5(8).
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Mendoza, F. (2025). Desafíos pedagógicos ante la brecha digital en las escuelas secundarias públicas de Lima. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(1), 112-135.
- Ministerio de Educación del Perú. (2024). *Diagnóstico de brechas de infraestructura o de acceso a servicios del Sector Educación para el Programa Multianual de Inversiones 2026-2028*.
- Pérez, L., & Loayza, R. (2025). Efecto del aprendizaje basado en simuladores en el rendimiento en física mecánica. *Journal of Educational Technology Research*, 12(2), 55-78.
- PhET Interactive Simulations. (2026). *Simulaciones gratuitas en línea de física, química, biología, ciencias de la tierra y matemáticas*. Universidad de Colorado. https://phet.colorado.edu/es_PE/
- Quispe, D. (2024). *La gamificación y el uso de entornos virtuales como estrategia de compromiso en ciencias*. Fondo Editorial Universitario.
- Rodríguez, M., & Sánchez, L. (2025). Uso de simuladores virtuales y laboratorios remotos para potenciar el aprendizaje de la Física universitaria. *Ciencia y Educación*, 6(10).
- Salazar, M., & Huamán, K. (2025). *El diseño instruccional en la era digital: Estrategias para la enseñanza de la física*. Editorial Universitaria Lima.
- Sánchez, R. (2022). Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de



indagación para el aprendizaje de física elemental. *Revista Telos*, 24(2), 340-358.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

Torres, A., & Vásquez, E. (2024). Simulaciones virtuales en la enseñanza de la física en contextos de escasos recursos: Un enfoque cuasiexperimental. *Revista Peruana de Investigación Educativa*, 16(1), 45-67.

UNESCO. (2025). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo: Tecnología en la educación*. Ediciones UNESCO.

Vásquez, J. (2026). La brecha digital y la desigualdad educativa en Lima Metropolitana: Una mirada desde las escuelas públicas. *Revista de Política Educativa Peruana*, 11(3), 89-105.