



Implementación de EquiLAB como herramienta didáctica para el aprendizaje de sistemas en equilibrio y movimiento

Implementation of EquiLAB as an instructional tool for learning systems in equilibrium and motion

Luis Mario Alcocer Titisunta 

luisMarioblue@gmail.com

Anderson Damian Gómez Estrada 

olpkilloh2005@gmail.com

Carlos Washington Mantilla Parra 

carlos.mantilla@utc.edu.ec

Universidad Técnica de Cotopaxi. Pujilí, Ecuador

Artículo recibido: 22 de mayo 2026 / **Aceptado:** 17 de julio 2026 / **Publicado:** 14 de agosto 2026

Resumen

La enseñanza de la física universitaria requiere recursos didácticos que reduzcan la abstracción y relacionen la teoría con la práctica. Es por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la implementación de EquiLAB como herramienta didáctica para el fortalecimiento de las competencias de análisis y comprensión de sistemas en equilibrio y movimiento en estudiantes de la cátedra de Estática de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión Pujilí, Ecuador. El estudio cuantitativo preexperimental contó con una muestra de 22 estudiantes y empleó un cuestionario. Los resultados mostraron un incremento del nivel de logro del 13.64 % al 100 %, una media que ascendió de 8.27 a 9.60 y una prueba de Wilcoxon con $p < .001$ y $r = .62$, lo que confirma diferencias significativas con un tamaño de efecto grande. Se concluye que, EquiLAB constituye una herramienta eficaz que reduce las barreras de abstracción y potencia el dominio conceptual.

Palabras clave: Aprendizaje activo; Enseñanza de la física; Formación de profesores; Materiales didácticos; Rendimiento académico.

Abstract

University-level physics education requires instructional resources that minimize abstraction and bridge the gap between theory and practice. Consequently, this study aimed to evaluate the impact of implementing EquiLAB as a teaching tool to enhance competencies in the analysis and understanding of systems in equilibrium and motion among students in the Statics course at the Technical University of Cotopaxi, Pujilí Campus, Ecuador. This quantitative, pre-

experimental study involved a sample of 22 students and utilized a questionnaire for data collection. The results indicated an increase in achievement levels from 13.64% to 100%, with the mean score rising from 8.27 to 9.60. Furthermore, a Wilcoxon test yielded $p < .001$ and $r = .62$, confirming significant differences with a large effect size. The study concludes that EquiLAB is an effective tool that lowers abstraction barriers and strengthens conceptual mastery.

Keywords: Active learning; Physics education; Teacher training; Instructional materials; Academic performance.

Introducción

La docencia universitaria de la física requiere diseñar estrategias que conviertan la abstracción matemática en principios tangibles, dado que la complejidad inherente a los contenidos propicia la aparición de concepciones erróneas en las etapas iniciales del proceso educativo (Mutmainna et al., 2025). Este vacío existente entre el formalismo matemático y su aplicación física explica por qué el rendimiento académico de los estudiantes fluctúa de forma notoria según el contexto instruccional particular y las características cognitivas del grupo (Céspedes Castillo y Méndez Rodríguez, 2025). Por tal motivo, la intervención pedagógica resulta determinante para superar estas barreras. Cuando la enseñanza carece de recursos didácticos específicos que estimulen una reorganización cognitiva profunda, las concepciones alternativas arraigadas logran perdurar, un fenómeno observable incluso en los procesos de formación inicial del profesorado (Addido et al., 2022).

De igual modo, la adopción de modelos instruccionales con foco en el estudiante transforma las actitudes frente a la física, dado que las perspectivas constructivistas y cognitivistas brindan marcos idóneos para fomentar la participación activa de los alumnos (Okeke y Ramaila, 2025). Este cambio de paradigma exige implementar una evaluación formativa que, a través del monitoreo y la retroalimentación, fortalezca la comprensión conceptual y oriente el proceso hacia un aprendizaje profundo (Lichtenberger et al., 2025). Para materializar esta visión en el aula, los profesores deben diversificar sus estrategias y diseñar recursos ajustados a las exigencias del grupo. La experiencia de docentes en ejercicio señala que tales adaptaciones pedagógicas logran enlazar la teoría con la práctica, además de despertar el interés genuino por el análisis de los fenómenos físicos (Ordoñez Celi et al., 2024).

En otra dimensión de análisis, las simulaciones interactivas constituyen una herramienta valiosa para materializar fenómenos físicos de compleja observación directa. En la educación superior, el empleo de entornos como PhET para la enseñanza del electromagnetismo optimiza la comprensión de circuitos y la aplicación teórica, siempre que el docente los relacione con estrategias didácticas concretas (Muñoz, L. et al., 2025). Este potencial pedagógico se extiende a la formación inicial del profesorado, donde tales recursos fortalecen la planificación de actividades y estimulan el pensamiento crítico

sobre los contenidos disciplinares (Bizzio et al., 2024). Al contrastar estos entornos digitales con los experimentos físicos de indagación, se evidencia que ambas modalidades propician la comprensión conceptual; no obstante, sus beneficios específicos dependen de los objetivos de aprendizaje trazados por el instructor (Papalazarou et al., 2024).

En el ámbito regional, el uso de material concreto en la enseñanza de la física facilita la asimilación de variables matemáticas y físicas. La manipulación tangible de los fenómenos fortalece conocimientos concretos frente a la rigidez de las clases convencionales (Cordoba Rivas, 2024). A su vez, el análisis de textos escolares en Ecuador indica que estos recursos adoptan enfoques constructivistas y fomentan el pensamiento científico, aspecto que exige una revisión exhaustiva de los materiales curriculares (Guerra-Reyes et al., 2025). Como complemento a estas estrategias, los simuladores virtuales ofrecen una alternativa frente a las limitaciones de infraestructura. En contextos latinoamericanos, dichas herramientas digitales optimizan la competencia de indagación en física elemental, elevan la participación de los alumnos y mejoran el rendimiento académico (Trujillo Yaipén et al., 2024).

Ante este panorama, en la cátedra de Estática de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión Pujilí, en Ecuador, los alumnos muestran problemas para asimilar los sistemas en equilibrio y movimiento. Esta deficiencia obedece a que la enseñanza convencional privilegia la transmisión de fórmulas sobre la observación tangible de los fenómenos. Tal situación resulta crítica si se considera que la formación de futuros docentes exige dominar estos tópicos para traducir la abstracción en representaciones claras. Frente a este reto, la presente investigación plantea el diseño e implementación de EquiLAB, un recurso didáctico que contempla el análisis de fuerzas, los diagramas de cuerpo libre y la experimentación con sistemas en equilibrio. A partir de esta intervención, se plantean dos interrogantes: ¿de qué forma EquiLAB altera el nivel de logro estudiantil sobre estos sistemas? y ¿qué incidencia genera en las competencias de análisis y comprensión?

Una investigación enfocada en esta problemática permite sortear las barreras de abstracción inherentes a la Estática y brinda una opción viable para la formación de profesores de física en entornos de recursos restringidos. El valor de este trabajo reside en la validación de un dispositivo que relaciona la teoría y la práctica, con el fin de potenciar el conocimiento pedagógico del contenido en el futuro profesorado. A su vez, los resultados servirán de guía para reestructurar clases afines y aportarán evidencia empírica sobre la incidencia de los materiales manipulativos en el rendimiento académico. Bajo esta premisa, el estudio se propuso evaluar el efecto de la implementación de EquiLAB como herramienta didáctica para el fortalecimiento de las competencias de análisis y comprensión de sistemas en equilibrio y movimiento en estudiantes de la cátedra de Estática de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión Pujilí, Ecuador.

Método

Esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo de alcance explicativo, pues el propósito consistió en determinar el efecto de una variable independiente sobre una dependiente mediante la medición de los cambios en el rendimiento académico. El diseño correspondió a un modelo preexperimental de un solo grupo con medición previa y posterior, esquema representado como $O_1 \times O_2$, donde O_1 corresponde a las calificaciones de la primera unidad obtenidas con metodología tradicional y O_2 equivale al cuestionario aplicado tras la intervención con EquiLAB. Esta elección obedeció a la inexistencia de paralelos de la cátedra de Estática en la institución, lo que impidió grupos equivalentes para un diseño con grupo de control, así que el rendimiento de la primera unidad fungió como línea base de control interno para medir la variación en la comprensión conceptual y el análisis tras el cambio metodológico.

En cuanto a la población y la muestra, el estudio involucró a 22 estudiantes de la cátedra de Estática de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión Pujilí, Ecuador, correspondientes al segundo periodo del año académico 2025-2026. Los criterios de inclusión exigieron la matrícula activa en la asignatura, la asistencia regular a las sesiones de aprendizaje y la disposición a participar en las actividades con EquiLAB. Los criterios de exclusión contemplaron la inasistencia a más del 20 % de las sesiones y la negativa a contestar el cuestionario final. La muestra corresponde a un tipo no probabilístico por conveniencia, pues abarcó a la totalidad del grupo que cursaba la materia. Los participantes presentan edades entre los 19 y los 22 años y cursan la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, con formación previa en matemática básica y física general.

En lo concerniente a las variables, la independiente corresponde al material didáctico manipulativo EquiLAB, que el docente implementó durante cuatro semanas y que consta de tres dimensiones: diseño y funcionalidad del material, aplicación didáctica e interactividad y experimentación. La variable dependiente abarca el análisis y la comprensión de los sistemas en equilibrio y movimiento, con dos dimensiones: comprensión conceptual y análisis y resolución de problemas. La recolección de los datos empleó un cuestionario de 10 ítems asociado con ambas dimensiones, que tres expertos validaron mediante juicio de pertinencia, calidad técnica y redacción de las preguntas, y consideraron óptimo para su aplicación. El coeficiente alfa de Cronbach arrojó un valor de .84, evidencia de una confiabilidad adecuada que una prueba previa con estudiantes egresados de la cátedra permitió estimar como precisa y estable para el grupo de estudio.

El estudio avanzó por tres etapas sucesivas. Al comenzar, Se solicitó al docente la autorización para implementar EquiLAB y se obtuvo las calificaciones de la primera unidad como línea base. Luego, se presentaron la herramienta a los estudiantes y se condujeron las sesiones de aprendizaje cooperativo y activo durante cuatro semanas,

en las que los participantes manipularon sistemas en equilibrio y elaboraron diagramas de cuerpo libre. Como cierre del proceso, se validó el cuestionario final, se aplicó al grupo y se ejecutó el análisis estadístico. Los datos del pretest provienen de las notas oficiales de la primera unidad, que el presidente de curso y el docente encargado facilitaron. Dado que el estudio involucró seres humanos, el proceso respetó los protocolos éticos de la investigación educativa: los participantes recibieron información sobre los objetivos, participaron de forma voluntaria y sus datos recibieron tratamiento confidencial.

El análisis estadístico utilizó el software Python 3 dentro del entorno Jupyter Notebook, con apoyo de la librería SciPy para la prueba de Wilcoxon y el cálculo del tamaño del efecto. Para verificar la normalidad de los datos, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, idónea por el tamaño muestral menor a 50; su hipótesis nula plantea que los datos siguen una distribución normal y rechaza esta suposición cuando el estadístico W resulta menor que el valor crítico. Como el posttest no siguió una distribución normal, el análisis recurrió a la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon, de carácter bilateral, con un nivel de significación de .05. Se estimó el tamaño del efecto mediante la *r* de Rosenthal, cuyos criterios clasifican los valores cercanos a .50 como efectos grandes.

Resultados

A continuación, el apartado presenta los resultados de la investigación sobre el efecto de la implementación de EquiLAB como herramienta didáctica en la cátedra de Estática. La información que se describe recoge los niveles de logro alcanzados por los estudiantes antes y después de la intervención, expresados en frecuencias y porcentajes; los estadísticos descriptivos correspondientes a ambos momentos de evaluación, entre ellos la media, la mediana y la desviación estándar; y se sintetizan los resultados de las pruebas de normalidad y de la contrastación no paramétrica que determinan la significación de los cambios observados. La exposición avanza de lo descriptivo hacia lo inferencial, de modo que se aprecie la magnitud del cambio y su respaldo estadístico.

En relación con el nivel de logro, la Tabla 1 expone la distribución de los 22 estudiantes en las cuatro categorías valorativas —Domina, Alcanza, Próximo a alcanzar y No alcanza los aprendizajes requeridos—, en el pretest y en el posttest, junto con la variación porcentual experimentada por cada categoría tras la intervención con EquiLAB. Se ofrece una visión general del desplazamiento de los participantes desde los niveles intermedios hacia el nivel de dominio y deja explícita la magnitud del cambio en cada categoría mediante la columna de variación. Esta disposición facilita la identificación de las transformaciones ocurridas en el grupo sin recurrir a representaciones gráficas

adicionales, y permite contrastar con rapidez el punto de partida y el de llegada del proceso de enseñanza, así como detectar la concentración del grupo en la categoría máxima tras la aplicación de la herramienta.

Tabla 1. Niveles de logro de los estudiantes en el pretest y postest.

Nivel de logro	Pretest		Postest		Variación (%)
	n	%	n	%	
Domina los aprendizajes requeridos	3	13.64	22	100.00	86.36
Alcanza los aprendizajes requeridos	18	81.82	0	0.00	-81.82
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	1	4.54	0	0.00	-4.54
No alcanza los aprendizajes requeridos	0	0.00	0	0.00	0.00

Los resultados descritos en la Tabla 1 indican que el grupo experimentó un cambio drástico en su distribución por niveles de logro. En el pretest, la mayoría de los estudiantes ocupaba la categoría de Alcanza los aprendizajes requeridos, con el 81.82 % de los participantes, y apenas el 13.64 % obtuvo el nivel de Domina. Tras la intervención con EquiLAB, el 100 % de los alumnos, ascendió al nivel máximo, lo que representa un incremento de 86.36 puntos porcentuales en esa categoría. De igual forma, las categorías intermedias y la inferior descendieron a cero, evidencia de que la herramienta promovió el dominio generalizado de los contenidos. Estos resultados indican que la manipulación de material concreto redujo las barreras de abstracción y facilitó la transición hacia un dominio conceptual concreto en la totalidad de la muestra.

De igual manera, la Tabla 2 reúne los estadísticos descriptivos de ambos momentos de evaluación, entre ellos la media, la mediana, la desviación estándar, los valores mínimo y máximo y el tamaño muestral. La organización de estos indicadores favorece la comparación directa entre el pretest y el postest, y permite identificar el desplazamiento del promedio y la modificación de la dispersión de las calificaciones. Estos elementos ofrecen una primera aproximación cuantitativa al efecto de la intervención sobre el rendimiento académico, antes de proceder a la contrastación de su significación estadística mediante las pruebas correspondientes. La reducción de la dispersión constituye un indicio relevante sobre la homogeneización del aprendizaje dentro del grupo, aspecto que los valores de la desviación estándar confirmarán con claridad.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del pretest y postest.

Estadístico	Pretest	Postest
Media	8.27	9.60

Mediana	8.28	9.69
Desviación estándar	0.64	0.20
Mínimo	6.56	9.19
Máximo	9.30	9.81
Muestra	22	22

Como muestra la Tabla 2, la media del grupo ascendió de 8.27 puntos en el pretest a 9.60 en el posttest, incremento que refleja una mejora sustancial del rendimiento promedio. La mediana acompañó esta tendencia al pasar de 8.28 a 9.69, lo que confirma la solidez del cambio en el centro de la distribución. Un aspecto relevante consiste en la reducción de la desviación estándar, que descendió de 0.64 a 0.20, evidencia de que las calificaciones ocuparon la parte superior de la escala y de que los problemas de rendimiento dentro del aula disminuyeron. El valor mínimo del posttest, 9.19, supera incluso la media del pretest, dato que pone de relieve la generalización del progreso entre los participantes y la ausencia de casos en niveles bajos de logro.

En otro orden de ideas, la Tabla 3 sintetiza los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas para evaluar la normalidad de los datos y la significación de las diferencias entre el pretest y el posttest. Dado que el contraste inferencial entre mediciones pareadas exige verificar el supuesto de normalidad, el análisis recurrió a la prueba de Shapiro-Wilk, idónea para muestras menores a 50 participantes. Sobre la base de sus resultados, el estudio eligió la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para las comparaciones, acompañada del cálculo del tamaño del efecto mediante la r de Rosenthal. Se presenta los estadísticos W , los valores p de Shapiro-Wilk, así como el estadístico de Wilcoxon, el valor Z , la significación y el tamaño del efecto, con el fin de ofrecer una valoración integral de la magnitud y la significación del cambio observado tras la intervención.

Tabla 3. Resultados de las pruebas de normalidad y contrastación no paramétrica.

Prueba	Estadístico	p	Interpretación
Shapiro-Wilk (pretest)	$W = 0.95$	.333	Distribución normal
Shapiro-Wilk (posttest)	$W = 0.95$	.012	Distribución no normal
Wilcoxon (rangos con signo)	$W = 0.00$; $Z = -2.90$		Diferencia significativa
r de Rosenthal	$r = 0.62$	—	Efecto grande

Los resultados de la Tabla 3 indican que los datos del pretest siguen una distribución normal, pues el valor p de Shapiro-Wilk fue .333, superior al umbral de .05. En cambio, los datos del posttest no siguen una distribución normal, con un valor p de .012, lo que justifica el empleo de la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para la

contratación. Esta prueba arrojó un estadístico W de 0.00, un valor Z de -2.90 y una significación $p < .001$, evidencia de una diferencia con significación estadística entre ambas mediciones. El tamaño del efecto, calculado mediante la r de Rosenthal, alcanzó un valor de 0.62, clasificado como efecto grande, lo que confirma que la intervención con EquiLAB produjo un cambio de magnitud considerable en el rendimiento académico de los estudiantes.

Discusión

El estudio arrojó que el 100 % de los estudiantes alcanzó el nivel de Domina los aprendizajes requeridos tras la intervención con EquiLAB, resultado que coincide con las evidencias sobre la efectividad de las simulaciones computacionales en la enseñanza de la física. [Aguay-Saquicaray et al. \(2025\)](#), en una revisión sistemática desarrollada en Ecuador, concluyen que las simulaciones superan a los métodos convencionales porque favorecen la participación dinámica y el fortalecimiento del pensamiento crítico, resultado que respalda el incremento observado en el nivel de dominio. En esta misma dirección, [Singh-Pillay \(2024\)](#) plantea que la aplicación del aprendizaje basado en simulaciones en la educación científica y tecnológica transforma las prácticas docentes y mejora la comprensión de los conceptos, lo que armoniza con el desplazamiento del grupo hacia la categoría máxima de logro.

Otro resultado del estudio consiste en la reducción de la desviación estándar, que descendió de 0.64 a 0.20, evidencia de una homogeneización del aprendizaje dentro del grupo. [Siller y Ahmad \(2024\)](#) reportan que la instrucción combinada con manipulativos concretos y virtuales incrementa de forma significativa el rendimiento en matemáticas frente a la enseñanza tradicional, hallazgo que concuerda con la concentración de las calificaciones en la parte superior de la escala. Por su parte, [Ochogboju y Díez-Palomar \(2025\)](#) describen que el modelado de manipulativos en la formación docente potencia la comprensión de conceptos abstractos y reduce las diferencias entre los estudiantes, aspecto que armoniza con la disminución de las brechas de rendimiento observada tras el uso de EquiLAB y con la presencia del efecto techo provocado por el dominio total del grupo.

Asimismo, el tamaño del efecto obtenido, con una r de Rosenthal de 0.62, confirma que la intervención produjo un cambio de magnitud considerable en el rendimiento académico de los participantes. [Gaurina et al. \(2025\)](#) demuestran que la gamificación en clases de física incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes, efectos que guardan consonancia con el impacto pedagógico cuantificado en el presente estudio. En correspondencia con lo anterior, [Álvarez-Siordia et al. \(2025\)](#) evidencian que el uso de simuladores PhET en la enseñanza de la física en educación superior aumenta la motivación de los alumnos, resultado que refuerza la idea de que los recursos

interactivos potencian el aprendizaje y producen efectos de gran magnitud sobre el rendimiento, tal como lo refleja el valor elevado de la r obtenida en la contrastación estadística.

De igual manera, la reducción de las barreras de abstracción constituye un resultado central del estudio, pues la manipulación de EquiLAB permitió a los estudiantes internalizar las relaciones entre fuerzas y equilibrio. [Neri et al. \(2024\)](#) desarrollaron un simulador visuo-háptico para la enseñanza del principio de flotación en alumnos de ingeniería y encontraron que este tipo de entorno favorece la comprensión de fenómenos físicos abstractos, resultado que coincide con la mejora conceptual registrada tras la intervención con el material manipulativo. Por otra parte, [González-Mena et al. \(2024\)](#) diseñaron tres simuladores visuo-hápticos para la enseñanza de la física clásica y reportaron una recepción positiva de los educandos, quienes percibieron mayor utilidad para la comprensión de los conceptos, resultado que respalda el efecto de la manipulación sobre el aprendizaje de los sistemas en equilibrio y movimiento.

En otro aspecto, el efecto positivo de EquiLAB sobre el dominio conceptual guarda relación con el fortalecimiento del conocimiento pedagógico del contenido, pues la herramienta exige que el docente diversifique sus estrategias. [Fukaya et al. \(2024\)](#), en un metaanálisis sobre intervenciones en este tipo de conocimiento, concluyen que los programas de desarrollo profesional generan efectos positivos en la enseñanza de las ciencias, lo que armoniza con la transformación metodológica implementada. [Marake et al. \(2026\)](#), exploran el conocimiento pedagógico de docentes de física a partir de sus enfoques para enseñar conceptos de fuerza y advierten que la falta de reflexión sobre la práctica reduce la calidad de la instrucción, aspecto que EquiLAB contrarresta al incorporar la experimentación. [Ramma et al. \(2024\)](#), plantean que el modelo Predcir-Observar-Explicar permite diagnosticar los vacíos en el conocimiento docente, resultado que refuerza la necesidad de herramientas concretas.

En sintonía con lo anterior, la mejora del rendimiento académico tras la implementación de EquiLAB coincide con el valor atribuido a las metodologías activas en la educación científica. [Ješková et al. \(2024\)](#) presentan ejemplos de proyectos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en los que los estudiantes resuelven problemas reales con tecnologías digitales y pasan de usuarios pasivos a diseñadores activos, enfoque que concuerda con el rol protagónico de los participantes. [Muñoz Alvarez, G. et al. \(2025\)](#), en un estudio con alumnos chilenos de educación superior técnica, reportan que el aprendizaje basado en problemas mejora el aprendizaje conceptual y proposicional, y las competencias técnicas, resultado que respalda el incremento del nivel de logro. [Kozhabekova et al. \(2025\)](#) señalan que los docentes de física en formación perciben la enseñanza interdisciplinaria como un beneficio, aunque enfrentan dificultades de preparación que la herramienta manipulativa contribuye a superar.

Por otro lado, el avance hacia el dominio de los sistemas en equilibrio y movimiento evidencia que el empleo de material concreto aborda dificultades específicas de la Estática. [Salami y Perry \(2025\)](#) exploran las percepciones de los estudiantes sobre sus dificultades en Estática de ingeniería y describen la complejidad de los diagramas de cuerpo libre y de las reacciones de apoyo como obstáculos recurrentes, aspectos que EquiLAB atiende de forma directa mediante la manipulación tangible de los sistemas. [Danielo y Coleoni \(2024\)](#), en un estudio sobre un profesor de física en formación, analizan las dimensiones didácticas y afectivas del aprendizaje y destacan el valor de las preguntas disparadoras y de las ideas previas de los alumnos, elementos que la herramienta incorpora al suscitar la elaboración de representaciones y la contrastación con los fenómenos observados.

En línea con lo mencionado, el efecto de EquiLAB sobre la comprensión de los sistemas en equilibrio y movimiento forma parte de la tendencia creciente del uso de entornos virtuales y plataformas digitales en la enseñanza de la física. [Tique Escobar y Lugo Lopez \(2026\)](#), en un análisis bibliométrico sobre laboratorios virtuales y remotos para la educación en física, señalan que estas herramientas amplían las oportunidades de comprensión conceptual e interactiva, constatación que respalda el papel de los recursos manipulativos en el aula. [Abdulla et al. \(2025\)](#) proponen una plataforma digital para la enseñanza de la Estática que permite resolver diagramas de cuerpo libre en dos y tres dimensiones, y reportan un cambio positivo en el rendimiento académico, resultado que coincide con el incremento de la media y con la reducción de la dispersión observada en el presente estudio.

Es importante señalar que entre las limitaciones del estudio se encuentra la ausencia de un grupo de control, consecuencia de la inexistencia de paralelos de la cátedra en la institución, lo que impide contrastar de forma directa el efecto de EquiLAB frente a la enseñanza tradicional. Esta carencia es relevante al analizar el efecto techo observado, pues sin un grupo de control resulta complejo determinar si el dominio alcanzado por el 100 % de la muestra obedece a la herramienta o también a la exposición continua a la asignatura. Otra limitación consiste en el tamaño muestral reducido, 22 estudiantes, lo que restringe la posibilidad de generalizar los resultados a poblaciones más amplias. El carácter de un solo grupo y la duración de cuatro semanas también limitan la valoración de la retención del conocimiento a largo plazo.

Derivado de lo anterior, para investigaciones futuras conviene considerar el diseño de estudios cuasiexperimentales con grupo de control que permitan aislar el efecto específico de EquiLAB sobre el aprendizaje de la Estática. Resulta aconsejable la elaboración de instrumentos de evaluación con reactivos de mayor complejidad que eviten la saturación de los puntajes superiores y que ofrezcan una discriminación más fina de los niveles de dominio. De igual modo, la implementación de estudios longitudinales con pruebas de seguimiento meses después de la intervención permitiría

verificar la retención del conocimiento a largo plazo. La extensión de la propuesta a otras asignaturas de física y a instituciones con características distintas contribuiría a robustecer la evidencia sobre el efecto de los recursos manipulativos. La incorporación de variables cualitativas, como la motivación y la percepción estudiantil, enriquecería la comprensión del fenómeno.

Conclusiones

La implementación de EquiLAB como herramienta didáctica en la cátedra de Estática demostró una incidencia positiva y con significación estadística en la comprensión de los sistemas en equilibrio y movimiento. Los datos confirman que el grupo experimental pasó de registrar un 13.64 % de estudiantes en el nivel óptimo durante el pretest a alcanzar el 100 % en la categoría de Domina los aprendizajes requeridos tras la intervención, con un incremento de 86.36 puntos porcentuales. Este resultado demuestra que el uso de herramientas manipulativas reduce barreras críticas como la abstracción conceptual, la rigidez de la metodología tradicional, la falta de motivación y la limitación en el empleo de recursos físicos. El respaldo estadístico, con una prueba de Wilcoxon de $p < .001$ y una r de Rosenthal de 0.62, confirma la magnitud considerable del cambio.

En el plano metodológico y práctico, EquiLAB potenció de forma directa las competencias de resolución de problemas, pues facilitó la elaboración correcta de diagramas de cuerpo libre y la identificación precisa de las fuerzas que interactúan en un sistema real, como la fricción y la gravedad. La reducción de la desviación estándar de 0.64 a 0.20 evidencia que la herramienta promovió la homogeneización del aprendizaje y concentró las calificaciones en la parte superior de la escala, con un valor mínimo del posttest de 9.19 que supera la media del pretest. De igual modo, la herramienta validó la importancia del conocimiento pedagógico del contenido al fungir como puente interactivo que permite al docente diversificar sus estrategias, estimular la motivación y transformar conceptos rígidos en un aprendizaje dinámico y profundo en el aula de Estática.

Ante estos, las implicaciones de estos resultados trascienden el aula en la que el estudio tuvo lugar, pues aportan evidencia empírica sobre el valor de los recursos manipulativos de bajo costo en la formación de docentes de física en contextos con recursos limitados. Resulta recomendable la incorporación de EquiLAB en otras asignaturas que aborden conceptos abstractos, así como el rediseño de las sesiones de aprendizaje con base en metodologías activas que relacionen la teoría con la práctica. De igual modo, la capacitación docente en el diseño y la validación de materiales didácticos propios fortalecería el conocimiento pedagógico del contenido de los futuros profesores de

ciencias. La generalización de estas prácticas podría contribuir a reducir las brechas de rendimiento y a elevar la calidad de la enseñanza de la física en la región.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, al desarrollo metodológico, al análisis e interpretación de los datos, a la redacción del manuscrito y a la revisión crítica de su contenido intelectual. Todos los autores aprobaron la versión final para su publicación.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Certificación ética: El protocolo del presente estudio fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en cumplimiento de los principios éticos y normativas institucionales aplicables.

Cómo citar: Alcocer Titisunta, L. M., Gómez Estrada, A. D., & Mantilla Parra, C. W. (2026). Implementación de EquiLAB como herramienta didáctica para el aprendizaje de sistemas en equilibrio y movimiento. *Simbiosis, Revista de Educación y Psicología* 6(15). 1-12. <https://doi.org/10.59993/simbiosis.v6i15.150>

Referencias

- Abdulla, S., Nafees, M., El-Borgi, S., & Srinivasa, A. (2025). An integrated e-learning approach for teaching statics to undergraduate engineering students. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 53(1), 83–101. <https://doi.org/10.1177/03064190231209332>
- Addido, J., Burrows, A., & Slater, T. (2022). The effect of the conceptual change model on conceptual understanding of electrostatics. *Education Sciences*, 12(10), 696. <https://doi.org/10.3390/educsci12100696>
- Aguay-Saquicaray, D. C., Aguirre-Ruiz, D. E., Aguay-Saquicaray, D. S., & Ilbay-Telenchano, A. B. (2025). Efectividad de la simulación computacional en la enseñanza de la física en educación superior: Una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16051280>
- Álvarez-Siordia, F. M., Merino-Soto, C., Rosas-Meléndez, S. A., Pérez-Díaz, M., & Chans, G. M. (2025). Simulators as an innovative strategy in the teaching of physics in higher education. *Education Sciences*, 15(2), 131. <https://doi.org/10.3390/educsci15020131>
- Bizzio, M. Á., Guirado, A. M., & Maturano-Arrabal, C. I. (2024). Uso de simulaciones científicas interactivas para fortalecer la formación inicial de docentes de Química. *Revista Educación*, 48(1), 1–20. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.56052>

- Céspedes Castillo, L. M., & Méndez Rodríguez, E. (2025). Rendimiento académico en física básica según modalidad, género y docente en educación superior. *Revista Multidisciplinaria Voces de América y el Caribe*, 2(2), 584–602. <https://doi.org/10.69821/REMUUVAC.v2i2.261>
- Cordoba Rivas, J. (2024). Aprendizaje significativo mediante la contextualización de los saberes en el área de matemáticas y física. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 5903–5931. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9936
- Danielo, B., & Coleoni, E. (2024). Aprendizajes de un profesor de física en formación: Lo didáctico y lo afectivo. *Revista de Enseñanza de la Física*, 36(1), 67–78. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v36.n1.45313>
- Fukaya, T., Nakamura, D., Kitayama, Y., & Nakagoshi, T. (2024). A systematic review and meta-analysis of intervention studies on mathematics and science pedagogical content knowledge. *Frontiers in Education*, 9, 1435758. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1435758>
- Gaurina, M., Alajbeg, A., & Weber, I. (2025). The power of play: Investigating the effects of gamification on motivation and engagement in physics classroom. *Education Sciences*, 15(1), 104. <https://doi.org/10.3390/educsci15010104>
- González-Mena, G., Lozada-Flores, O., Murrieta Caballero, D., Noguez, J., & Escobar-Castillejos, D. (2024). Improving engineering students' understanding of classical physics through visuo-haptic simulations. *Frontiers in Robotics and AI*, 11, 1305615. <https://doi.org/10.3389/frobt.2024.1305615>
- Guerra-Reyes, F. E., Guerra-Dávila, E. O., & Díaz-Martínez, E. (2025). Didactic analysis of natural science textbooks in Ecuador: A critical review from a constructivist perspective. *Education Sciences*, 15(10), 1312. <https://doi.org/10.3390/educsci15101312>
- Ješková, Z., Šnajder, L., & Guniš, J. (2024). Active learning in STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 2715(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2715/1/012019>
- Kozhabekova, E., Serikbayeva, F., Yermekova, Z., Nurkasymova, S., & Balta, N. (2025). Pre-service physics teachers' perceptions of interdisciplinary teaching: Confidence, challenges, and institutional influences. *Education Sciences*, 15(8), 960. <https://doi.org/10.3390/educsci15080960>
- Lichtenberger, A., Hofer, S. I., Stern, E., & Vaterlaus, A. (2025). Enhanced conceptual understanding through formative assessment: Results of a randomized controlled intervention study in physics classes. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 37(1), 5–33. <https://doi.org/10.1007/s11092-024-09445-6>
- Marake, M., Jita, L., & Tsakeni, M. (2026). Exploring science teachers' pedagogical content knowledge based on instructional approaches used to teach force concepts. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 68–84. <https://doi.org/10.30935/scimath/17624>
- Muñoz Alvarez, G., Greca, I. M., & Arriasecq, I. (2025). Problem-based learning as a strategy for teaching physics in technical–professional higher education: A case

- study in Chile. *Education Sciences*, 15(8), 941. <https://doi.org/10.3390/educsci15080941>
- Muñoz, L., Arancibia, P., & Carrasco, L. (2025). Eficacia de las simulaciones PhET en el aprendizaje del electromagnetismo para estudiantes de educación superior: Una herramienta virtual en situación de pandemia. *Revista de Enseñanza de la Física*, 37(2), 59–73. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v37.n2.51175>
- Mutmainna, M., Istiyono, E., Haryanto, H., Retnawati, H., & Setiawan, C. (2025). Physics teachers' perceptions about diagnostic assessment of students' physics misconception: A phenomenological study. *The Qualitative Report*, 30(11), 4611–4635. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2025.6938>
- Neri, L., Noguez, J., Escobar-Castillejos, D., Robledo-Rella, V., García-Castelán, R. M. G., Gonzalez-Nucamendi, A., Magana, A. J., & Benes, B. (2024). Enhancing buoyant force learning through a visuo-haptic environment: A case study. *Frontiers in Robotics and AI*, 11, 1276027. <https://doi.org/10.3389/frobt.2024.1276027>
- Ochogboju, A. O., & Díez-Palomar, J. (2025). Modeling concrete and virtual manipulatives for mathematics teacher training: A case study in ICT-enhanced pedagogies. *Information*, 16(8), 698. <https://doi.org/10.3390/info16080698>
- Okeke, U. K., & Ramaila, S. (2025). Comparative analysis of the impact of instructional models on students' attitudes towards physics: Exploring the cognitivist and constructivist perspectives. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 29(1), 54–67. <https://doi.org/10.1080/18117295.2024.2449299>
- Ordoñez Celi, J. S., León Bravo, F. E., & Bustamante Bustamante, J. J. (2024). Experiencias docentes en la enseñanza de Física. *EDUCARE ET COMUNICARE Revista de investigación de la Facultad de Humanidades*, 11(2), 80–90. <https://doi.org/10.35383/educare.v11i2.724>
- Papalazarou, N., Lefkos, I., & Fachantidis, N. (2024). The effect of physical and virtual inquiry-based experiments on students' attitudes and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 33(3), 349–364. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10088-3>
- Ramma, Y., Bhoola, A., & Watts, M. (2024). In-service physics teachers' content knowledge: A critical reflection on the case of the upthrust concept. *Education Inquiry*, 1–31. <https://doi.org/10.1080/20004508.2024.2412878>
- Salami, I. E., & Perry, L. A. (2025). *Challenges in engineering statics: Students' perceptions of their difficulties*. In 2025 ASEE Annual Conference & Exposition. <https://doi.org/10.18260/1-2--56077>
- Siller, H. S., & Ahmad, S. (2024). The effect of concrete and virtual manipulative blended instruction on mathematical achievement for elementary school students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 24(2), 229–266. <https://doi.org/10.1007/s42330-024-00336-y>
- Singh-Pillay, A. (2024). Exploring science and technology teachers' experiences with integrating simulation-based learning. *Education Sciences*, 14(8), 803. <https://doi.org/10.3390/educsci14080803>

- Tique Escobar, D. L., & Lugo Lopez, N. D. (2026). Trends in virtual and remote laboratories for physics education: A bibliometric analysis (2014–2024). *European Journal of Physics*, 47(2), 023001. https://www.researchgate.net/publication/400782896_Trends_in_virtual_and_remote_laboratories_for_physics_education_a_bibliometric_analysis_2014-2024
- Trujillo Yaipén, W. M., Curo Maquén, L. A., Paredes López, L. R., & Carbajal Cornejo, K. (2024). Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 25(2), 459–476. <https://doi.org/10.36390/telos252.15>
-



Este artículo está bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).