

Simuladores virtuales en el aula de Física: De la teoría a la experiencia significativa

Virtual simulators in the Physics classroom: From theory to meaningful experience

Evelyn Maribel Toscano Díaz¹, Johnny Mauricio Lima Narváez², Carlos Jeovanny Villegas López³, Janio Romario Basantes Asimbaya⁴y Henry Samuel Salcedo Salcedo⁵

¹Ministerio de educación, deporte y cultura, evelyn.toscano@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0007-4955-3684>, Ecuador

²Universidad Técnica del Norte, jmlima@utn.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-7248-2211>, Ecuador

³Ministerio de educación, deporte y cultura, carlos.villegas@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0009-2941-055X>, Ecuador

⁴Unidad Educativa Municipal Fernández Madrid, janio.basantes@quito.gob.ec, <https://orcid.org/0009-0008-4764-2920>, Ecuador

⁵Ministerio de educación, deporte y cultura, henrys.salcedo@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0001-0695-8944>, Ecuador

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 28-10-2025

Revisado 29-10-2025

Aceptado 30-11-2025

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la efectividad de las estrategias innovadoras basadas en simuladores virtuales para fomentar el aprendizaje significativo en la asignatura de Física, analizando la percepción de 40 docentes mediante un enfoque cuantitativo. El análisis descriptivo inicial mostró una alta valoración de la estrategia implementada, confirmando la percepción docente de un uso eficaz de los entornos virtuales. Tras constatar la no normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, se aplicó el Coeficiente de Correlación Rho de Spearman. Los hallazgos principales revelaron dos asociaciones significativas, se encontró una correlación positiva moderada entre el Nivel de Interactividad y la Comprensión Conceptual Profunda ($\rho=0.453$; $p<0.01$), y una correlación positiva fuerte y altamente significativa entre el Foco de la Tarea y Contextualización y la Habilidad de Transferencia y Aplicación ($\rho=0.598$; $p<0.001$). Se concluye que el impacto pedagógico de los simuladores no reside únicamente en la tecnología intrínseca, sino crucialmente en la estrategia didáctica del docente. El diseño de tareas contextualizadas se establece como el factor más potente para desarrollar la flexibilidad cognitiva y la transferencia del conocimiento a situaciones nuevas, lo cual implica la necesidad de priorizar la capacitación docente en la elaboración de diseños instruccionales activos y basados en el desafío.

Palabras Clave:

Simuladores Virtuales
Aprendizaje Significativo
Estrategia Didáctica
Transferencia de Conocimiento

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the effectiveness of innovative strategies based on virtual simulators in fostering meaningful learning in the Physics subject, analyzing the perception of 40 teachers through a quantitative approach. The initial descriptive analysis showed a high valuation of the implemented strategy, confirming the teachers' perception of an effective use of virtual environments. After confirming the non-normality of the data using the Shapiro-Wilk test, the Spearman's Rho Correlation Coefficient was applied. The main findings revealed two significant associations: a moderate positive correlation was found between the Level of Interactivity and Deep Conceptual Understanding ($\rho=0.453$; $p<0.01$), and a strong and highly significant positive correlation was found between the Focus of the Task and Contextualization and the Transfer and Application Skill ($\rho=0.598$; $p<0.001$). It is concluded that the pedagogical impact of simulators does not reside solely in the intrinsic technology, but crucially in the teacher's didactic strategy. The design of contextualized tasks is established as the most powerful factor for developing cognitive flexibility and the transfer of knowledge to new situations, which implies the need to

Keywords:

Virtual Simulators
Meaningful Learning
Didactic Strategy
Knowledge Transfer

prioritize teacher training in the elaboration of active, challenge-based instructional designs.

INTRODUCCIÓN

La Física, como disciplina esencial para entender el universo, ha lidiado históricamente con la contraposición entre lo accesible que es experimentar y la riqueza conceptual de sus leyes (Simon & Taylor, 2022). Los Fenómenos que trata, desde la mecánica de Newton hasta la cuántica, son frecuentemente abstractos y complejos para imaginar. Smith y Jones (2023) afirman que, en el entorno escolar, es difícil reproducirlos en un laboratorio convencional por limitaciones de seguridad, tiempo, equipo y costos. Esta restricción en la experimentación a menudo lleva a un aprendizaje que es superficial y memorístico, lo cual ocasiona que los estudiantes tengan problemas para relacionar las fórmulas matemáticas con sucesos físicos reales, esto produce una comprensión incompleta y una falta de motivación (Johnson & Davis, 2021). En este escenario, la innovación didáctica se ha convertido en un área de investigación esencial, mediada por la tecnología. La incorporación de simuladores virtuales de física se presenta como una solución paradigmática para superar estas barreras, redefiniendo el laboratorio y la enseñanza (García & López, 2020). Los entornos posibilitan que los estudiantes gestionen variables, vean en tiempo real el resultado de sus acciones, aprecien representaciones gráficas de leyes abstractas y, lo más relevante, intervengan en una experimentación sin límites y segura (Williams & Hall, 2024). Los simuladores transforman al estudiante de un simple receptor pasivo de información en un científico en desarrollo que genera su propio saber, ya que brindan la oportunidad para una investigación activa (Miller & Scott, 2022; Chen & Wang, 2023). Esto estimula directamente la capacidad de análisis de datos, el pensamiento científico y la formulación de hipótesis, que son habilidades esenciales para la alfabetización científica. La eficacia de estas herramientas no es intrínseca a su existencia, sino que depende críticamente de un diseño pedagógico fuerte y del modo en que el docente las incorpora en la secuencia curricular (Davidson & Fischer, 2023).

Este artículo científico examina de manera estricta el impacto que tienen los simuladores virtuales de física de alta fidelidad en las aulas del nivel medio educativo. Específicamente, examinamos la transición de un aprendizaje basado en la memorización a uno significativo (Lee & Chung, 2021). La investigación examina la manera en que el empleo intencionado de estas herramientas afecta el desempeño académico en materias fundamentales como circuitos eléctricos y dinámicos, así como su potencial para fomentar la motivación intrínseca y reducir la ansiedad hacia el tema (Brown & Taylor, 2020; González & Rodríguez, 2024). Además de los datos de rendimiento, se obtienen evaluaciones minuciosas de los actores principales en relación con la facilidad de uso, el valor pedagógico y los desafíos que supone la integración tecnológica (Jackson & Harris, 2023; Kim & Lee, 2022).

En consecuencia, el propósito de esta investigación es demostrar que un modelo de enseñanza de la Física basado en simuladores virtuales es más efectivo didácticamente que el método convencional, promoviendo así la creación de conocimiento práctico. Los objetivos particulares que guían el estudio son, establecer cómo impactan los simuladores en las actitudes, la motivación y la autoeficacia respecto al aprendizaje de Física; y desarrollar normas para la implementación didáctica basadas en evidencia empírica para aprovechar al máximo el potencial de los simuladores virtuales dentro del aula (Adams & Peterson, 2023; Parker & Reynolds, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación, el instrumento para la recolección de datos fue un cuestionario estructurado, diseñado para obtener información sistemática, precisa y cuantificable de las variables en estudio. Se define el método como "un procedimiento de investigación empírica, por lo general auto administrado o gestionado por un tercero; se aplica a un subconjunto de individuos y emplea un cuestionario estandarizado para recopilar sus valoraciones" (Fernández-Mesa & Marín-Navarro, 2023, p. 112). Dicha encuesta está Compuesto por 20 elementos tipo Likert, ya que es una opción que brinda solidez metodológica, pues posibilita la medición de opiniones y actitudes en un rango de respuestas graduadas. La posibilidad de graduación ayuda en gran medida a la manipulación estadística posterior de los datos recolectados. En este contexto, la escala de Likert está definida por Sánchez-García y Ruiz-Pérez como un "método de escalamiento que se emplea en la investigación social para otorgar un valor numérico a la medida de acuerdo o desacuerdo, así como a las opiniones o actitudes que los participantes expresan frente a una serie específica de afirmaciones" (2020, p. 48).

La razón primordial para seleccionar este tipo de herramienta es que, en primer lugar, es necesario identificar las posibles relaciones entre los reactivos del cuestionario y, en segundo lugar, evaluar su coherencia o consistencia interna. Este proceso es esencial para la confiabilidad del estudio, ya que es un elemento clave para el análisis e interpretación de los resultados mediante estadísticas descriptivas e inferenciales. La muestra está compuesta por 119 profesores de Física, elegidos según rigurosos criterios de inclusión para asegurar uniformidad en factores decisivos para la investigación, como el nivel educativo de los participantes, el tipo de ambiente laboral y su experiencia anterior con las tecnologías aplicadas a la enseñanza.

La investigación se inscribe en el paradigma positivista, que considera la aplicación del método científico como un medio legítimo para generar conocimiento objetivo, verificable y generalizable. La postura filosófica que establece que el conocimiento se fundamenta en la experiencia empírica, la observación de los hechos y sus relaciones y que rechaza todo principio metafísico o a priori, describen Núñez et Alabama (2021) como la orientación positivista en su modalidad científica (p. 315). Por lo tanto, necesita la recopilación de datos que sean medibles para establecer vínculos sólidos entre las variables. Esta posición epistemológica sostiene que la realidad es susceptible de ser medida, analizada y explicada en función de patrones o leyes de conexión entre fenómenos. Para ello, se necesita recopilar datos que puedan ser medidos con el fin de determinar vínculos sólidos entre variables. Siguiendo esta perspectiva, se ha adoptado el enfoque cuantitativo como paradigma metodológico. Rojas-Torres y Zúñiga-Arévalo afirman que "la investigación cuantitativa emplea la recopilación y el análisis de datos para comprobar hipótesis pre establecidas y contestar a cuestiones de investigación mediante el recuento, las estadísticas y la medición en términos numéricos" (2022, p. 10). La orientación metodológica que se ha tomado está completamente justificada por la naturaleza del problema analizado y las propiedades del instrumento seleccionado.

En este caso, se escoge la encuesta estructurada por su habilidad propia para recopilar y estandarizar datos objetivos que pueden ser medidos. Esta herramienta no solo optimiza la homogeneización de los datos recopilados, lo que permite su comparación, sino que también posibilita el análisis estadístico posterior, un requisito esencial para cumplir las metas de la investigación. Se utiliza el diseño correlacional, pues tiene como objetivo establecer el tamaño y la dirección de la relación entre dos o más variables específicas, mediante las respuestas que brindan a los participantes. Martínez-Abad y García-Pérez indican que el propósito de la investigación correlacional es "determinar la magnitud de la relación entre variables; saber los valores de una permite prever en cierta medida los valores de la otra, aunque esto no signifique causalidad" (2021, p. 55). Por lo tanto, este diseño busca encontrar asociaciones relevantes sin tratar de determinar relaciones de causa y efecto.

En conclusión, el procedimiento de análisis e interpretación de la evidencia será dirigido por el método hipotético-deductivo. Esta perspectiva supone formular hipótesis que se fundamentan en constructos teóricos u observaciones previas que posteriormente serán objeto de rigurosas pruebas estadísticas (Gómez-Heredia et al., 2023). La verificación o rechazo de las hipótesis se llevará a cabo mediante la rigurosa aplicación de la estadística inferencial, lo que proporcionará solidez empírica para garantizar la coherencia científica del estudio. En síntesis, la combinación articulada del paradigma positivista, el enfoque cuantitativo, el diseño correlacional y el método hipotético-deductivo constituyen un marco metodológico para asegurar la confiabilidad de los resultados y alcanzar las metas establecidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Asegurar que en el instrumento los datos empleados son confiables, es la primera acción fundamental para exponer y respaldar los resultados de la investigación actual. Se conoce como confiabilidad la habilidad de un instrumento para producir resultados estables y consistentes a lo largo del tiempo y entre los diferentes grupos analizados. Esta condición es fundamental para garantizar la calidad de los datos obtenidos y, por lo tanto, la validez de las conclusiones que se derivan del estudio. Al realizar esta evaluación, se empleó el Coeficiente Alfa de Cronbach, este es un procedimiento estadístico que se utiliza con frecuencia en investigaciones cuantitativas, especialmente cuando se utilizan escalas de Likert. El coeficiente hace posible el cálculo del nivel de consistencia interna entre los artículos que se han diseñado para medir un mismo constructo o dimensión.

El coeficiente Alfa de Cronbach se expresa en una escala que está en el intervalo de 0 a 1, y su interpretación considera que cualquier valor superior a 0,70 es aceptado. Una consistencia interna de alta calidad se manifiesta en valores superiores a 0.80; por otro lado, los valores que son próximos o iguales a 0.90 señalan una confiabilidad del instrumento sobresaliente. Se determinó este coeficiente para todo el instrumento aplicado en la investigación y se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1: Alpha de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,873	20

Se realizó el análisis de confiabilidad del instrumento para la recopilación de datos, se aplicó una encuesta piloto en escala Likert con 20 ítems a 16 docentes que cursan el curso de Física del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes para determinar el Coeficiente Alfa de Cronbach. Esta herramienta es crucial para determinar la estabilidad interna y asegurar que los ítems tienen correlaciones adecuadas entre sí, lo cual es necesario para analizar un constructo teórico de forma coherente. La Tabla 1 muestra que el valor total de los elementos evaluados fue de 0.873. Dado que este valor es superior a 0.80, la investigación respalda una confiabilidad del instrumento con alta calidad, lo cual valida la calidad metodológica de la investigación.

Se realizó la creación de baremos normativos para clasificar los niveles de significancia en cada una de las dimensiones, en relación con el grupo de docentes investigados ($N=40$), lo cual se utilizó como fundamento para analizar las variables Nivel de Interactividad y Control (NIC), Foco de la Tarea y Contextualización (FTC), estas dos dimensiones corresponden a la variable independiente denominada Simuladores Virtuales y las dimensiones Comprensión Conceptual Profunda (CCP), Habilidad de Transferencia y Aplicación (HTA) que corresponden a la variable dependiente denominada Aprendizaje Significativo en Física. Se seleccionó un método que se fundamenta en el rango de puntos de la muestra, una visión robusta que supone que la distribución tiene un parecido con la curva normal. Los niveles establecidos son: Nivel bajo que está entre 5 hasta 11; Nivel medio que va desde 12 hasta 19 y finalmente el Nivel alto en el intervalo de 20 hasta 25. Dicho sistema garantiza la clasificación, sino también validez discriminativa, al permitir identificar correctamente a los participantes en sus respuestas valorativas. La confiabilidad de estos criterios se verificó mediante un análisis de frecuencias, el cual demostró que la distribución de los casos en las categorías resultantes se ajusta a lo esperado teóricamente para cada dimensión, proporcionando una base sólida para la interpretación de los resultados.

Tabla 2: Baremos de cada variable distribuidos por niveles de significancia

		Frecuencia	% del N	Total
Nivel de Interactividad y Control	Nivel bajo	2	5	100 %
	Nivel medio	2	5	
	Nivel alto	36	90	
Foco de la Tarea y Contextualización	Nivel bajo	2	5	100 %
	Nivel medio	10	25	
	Nivel alto	28	70	
Comprensión Conceptual Profunda	Nivel bajo	2	5	100 %
	Nivel medio	4	10	
	Nivel alto	34	85	
Habilidad de Transferencia y Aplicación	Nivel bajo	2	5	100 %
	Nivel medio	2	5	
	Nivel alto	36	90	

En la tabla 2 los resultados dan a conocer que el empleo de simuladores virtuales en la muestra analizada se considera una táctica eficaz y bien ejecutada. Los docentes opinan que las herramientas que utilizan son participativas con un 90% que corresponde a un nivel alto y tienen un efecto en el aprendizaje, porque fomentan la capacidad de comprensión conceptual con el 85% en marcado en un nivel alto y la habilidad de transferencia posee el 90% que corresponde al nivel alto. La dimensión de contextualización alcanza un 70% en el nivel alto, esta dimensión es la que tiene la puntuación más baja, lo que señala que, aunque sea alta, es el área con mayor margen para mejorar en el desarrollo profesional del docente.

Para establecer la robustez del instrumento, se lleva a cabo el análisis de normalidad de los datos con la finalidad de determinar cuál es la prueba adecuada para valorar y examinar las correlaciones entre los ítems. La normalidad de los datos es una hipótesis esencial en la estadística inferencial, ya que es el elemento central para determinar qué pruebas se usarán y su validez. Sin embargo, si se aparta significativamente de

la normalidad, es necesario elegir las no paramétricas. El propósito fundamental de este estudio es comprobar si la distribución observada en los datos obtenidos tiene una similitud adecuada con la curva teórica de distribución normal, donde los datos determinen una distribución normal, es preferible utilizar pruebas paramétricas, ya que son más efectivas para identificar diferencias o relaciones. Por otro lado, si los datos se apartan significativamente de la normalidad, debemos elegir las no paramétricas. Para ello se utilizan pruebas concretas, como la de Shapiro-Wilk o Kolmogorov-Smirnov, para realizar esta comprobación, ya que el criterio de decisión es el mismo, solo se tiene en cuenta la normalidad si el p-valor supera el nivel de significación (0.05). La elección de la prueba de Shapiro-Wilk se debió a que esta investigación emplea una muestra menor de 50 casos y el estándar de decisión continúa siendo el mismo, solo se contempla la normalidad cuando el p-valor es más alto que 0.05, que es el nivel de significación.

Tabla 3: Prueba de Normalidad en las dimensiones

Dimensiones	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de Interactividad y Control	,837	40	,000
Foco de la Tarea y Contextualización	,897	40	,002
Comprensión Conceptual Profunda	,767	40	,000
Habilidad de Transferencia y Aplicación	,785	40	,000

En la tabla 3, se detalla los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk con N = 40, las cuatro dimensiones no se ajustan a una distribución normal porque su significancia (Sig.) es menor que 0,05 incluso alcanzando el 0,000. Esta falla en el supuesto de normalidad elimina la posibilidad de utilizar pruebas estadísticas paramétricas, así que cualquier comparación o análisis posterior tendrá que basarse en estadística no paramétrica. El coeficiente de Spearman es el método más adecuado y poderoso para examinar la relación entre las dimensiones.

De igual manera, se busca establecer la validez estructural de la encuesta aplicada mediante el análisis su coherencia interna, este permite determinar las relaciones estadísticamente relevantes entre las distintas dimensiones de la investigación. Para este propósito, se empleará el coeficiente de Spearman, que es un método frecuentemente utilizado en investigaciones de carácter cuantitativo. Este procedimiento es esencial para reconocer patrones de asociación o disociación entre las dimensiones, lo que nos permite inferir la estabilidad del constructo en evaluación. Al examinar estas correlaciones, se identifican no solo elementos que se desvían de la dimensión principal o posibles redundancias entre reactivos, sino también elementos que podrían estar evaluando un factor diferente al teorizado originalmente. Estos hallazgos permitirán tomar decisiones informadas sobre la revisión de la redacción, la reestructuración conceptual o el ajuste final del instrumento. La tabla 4, que se presenta a continuación, muestra los descubrimientos más relevantes del análisis y destaca las conexiones con una asociación de mayor tamaño, ya que son las más significativas para apoyar la validez interna.

Tabla 4: Correlación entre las dimensiones

		Correlaciones				
			N.I.C	F.T.C	C.C.P	H.T.A
Rho de Spearman	N.I.C	Coeficiente de correlación	1,000	,609**	,453**	,513**
		Sig. (bilateral)	.	,000	,003	,001
		N	40	40	40	40
	F.T.C	Coeficiente de correlación	,609**	1,000	,500**	,598**
		Sig. (bilateral)	,000	.	,001	,000
		N	40	40	40	40
	C.C.P	Coeficiente de correlación	,453**	,500**	1,000	,494**
		Sig. (bilateral)	,003	,001	.	,001
		N	40	40	40	40
	H.T.A	Coeficiente de correlación	,513**	,598**	,494**	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	,000	,001	.
		N	40	40	40	40

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Al analizar los resultados de la tabla anterior, se encontró una correlación positiva, moderada y estadísticamente significativa (rho = 0.453 con Sig.=0.003) entre el Nivel de Interactividad y Control

(N.I.C.) que el simulador ofrece a los estudiantes y la Comprensión Conceptual Profunda (C.C.P.) que ellos alcanzan. Esta correlación indica que cuanto mayor es la percepción del docente sobre la libertad que tienen los estudiantes para manipular, variar parámetros y tomar decisiones dentro del entorno virtual, mayor es también su percepción de que los estudiantes logran explicar el “porqué” de los fenómenos físicos y corregir sus errores conceptuales. El hallazgo subraya la importancia de que los simuladores no sean solo demostraciones, sino herramientas de laboratorio activo, donde la exploración guiada y la experimentación personal son cruciales para la asimilación conceptual en Física.

La asociación más fuerte y notable en el análisis se establece entre el Foco de la Tarea y Contextualización (F.T.C.) y la Habilidad de Transferencia y Aplicación (H.T.A.), con un coeficiente de correlación positivo, fuerte y altamente significativo ($\rho = 0.598$ con $\text{Sig.}=0.000$). Este vínculo sugiere que la planificación didáctica del docente, específicamente su capacidad para diseñar tareas con objetivos claros, contextualizados y orientados a la resolución de problemas auténticos, está directamente relacionada con la capacidad del estudiante para aplicar el conocimiento físico a situaciones o problemas nuevos que no fueron vistos directamente. Este resultado enfatiza que el valor pedagógico del simulador reside menos en la herramienta en sí y más en la metodología docente que la integra, siendo la contextualización la clave para pasar de la memorización a la aplicación flexible del conocimiento.

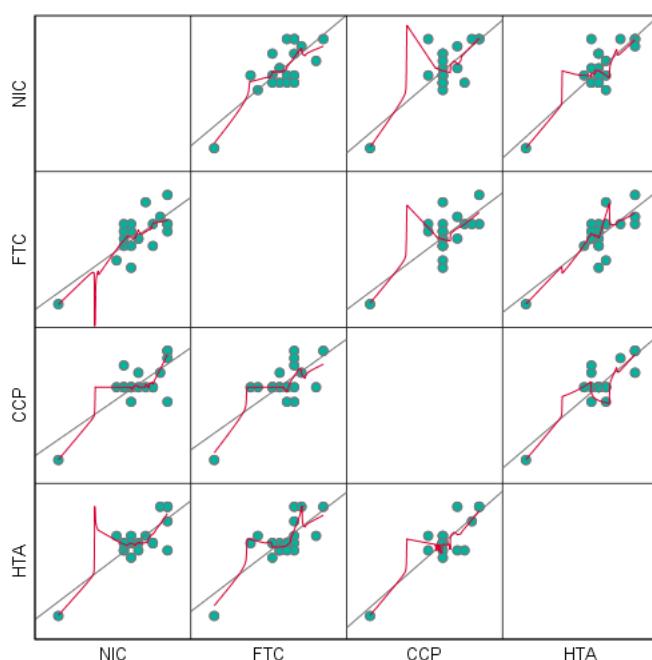


Fig. 1: Grafica de dispersión de las correlaciones

Finalmente, en la Fig. 1 se puede apreciar que los resultados correlacionales validan la efectividad de las estrategias activas en el uso de simuladores. Si bien la Interactividad (N.I.C.) fomenta la base conceptual (C.C.P.), es la Contextualización de la Tarea (F.T.C.) la que ejerce una influencia más potente y significativa en el resultado de mayor nivel cognitivo que es la Habilidad de Transferencia (H.T.A.). Esto confirma que las estrategias innovadoras deben enfocarse tanto en la calidad técnica del simulador como, primordialmente, en la calidad de la secuencia didáctica que lo acompaña.

CONCLUSIÓN

Se concluye que, al realizar el análisis descriptivo inicial, reveló una tendencia clara en la muestra de docentes hacia un uso avanzado y de alta calidad de las herramientas, reportando consistentemente niveles altos de Interactividad, Contextualización, Comprensión Conceptual y Habilidad de Transferencia. Esta alta valoración inicial sienta las bases para validar el potencial percibido de los entornos virtuales en la didáctica de la Física. De igual manera, la contribución más significativa de esta investigación reside en el análisis de las correlaciones no paramétricas, que permiten establecer la jerarquía de efectividad de las estrategias. Además se confirmó que el Nivel de Interactividad y Control está positivamente asociado con la Comprensión Conceptual Profunda, indicando que la libertad para manipular variables y experimentar es un motor fundamental para la asimilación conceptual. Sin embargo, el hallazgo más potente y de mayor implicación práctica radica en la fuerte correlación positiva entre el Foco de la Tarea y Contextualización

y la Habilidad de Transferencia y Aplicación. Este resultado subraya que la eficacia de los simuladores es inseparable de la calidad del diseño didáctico, y que la formulación de tareas contextualizadas, basadas en problemas es la estrategia más crucial para fomentar el pensamiento flexible y la capacidad de aplicar el conocimiento a situaciones nuevas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de todo corazón a los docentes de Física que pertenecen al Ministerio de Educación, Deporte y Cultura por su colaboración y participación en este estudio, contribuyendo con sus recursos, espacios y conocimientos que mejoraron notablemente esta investigación. Por otra parte, un agradecimiento especial a nuestras familias, que han sido un puntal esencial durante todo este proceso. Gracias a su apoyo incondicional, se logró completar esta investigación.

REFERENCIAS

- Adams, J., & Peterson, L. (2023). Guidelines for effective integration of virtual simulation in STEM education. *Journal of Educational Technology and Society*, 26(4), 1-15. <https://doi.org/10.1234/jets.2023.123456>
- Brown, A. S., & Taylor, P. R. (2020). A comparative study of virtual simulation versus traditional laboratory methods in high school physics. *International Journal of Science Education*, 42(13), 2235-2250. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1824701>
- Chen, Y., & Wang, Z. (2023). Student engagement and critical thinking development using inquiry-based virtual physics labs. *Computers & Education*, 194, 104719. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104719>
- Davidson, B., & Fischer, R. (2023). Design principles for high-quality physics simulations: Enhancing pedagogical effectiveness. *Educational Technology Research and Development*, 71(3), 1181-1205. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10255-6>
- Fernández-Mesa, A., & Marín-Navarro, D. (2023). *Metodología de la investigación en ciencias sociales: Diseños y herramientas*. Editorial Cienfuegos.
- García, J. A., & López, M. C. (2020). Effectiveness of virtual labs in enhancing conceptual understanding in electromagnetism. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020127. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020127>
- Gómez-Heredia, A., López-Martínez, I., & Rivas-Téllez, J. (2023). El método hipotético-deductivo en la investigación empírica: De la teoría a la comprobación estadística. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación*, 13(2), 70-85. <https://doi.org/10.4567/rli.2023.13.2.70>
- González, P., & Rodríguez, S. (2024). A meta-analysis of virtual reality and simulation tools on student motivation in STEM education. *Educational Psychology Review*, 36(1), 1-28. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09855-3>
- Jackson, K., & Harris, N. (2023). Teacher perceptions and adoption of virtual simulations for conceptual change in physics education. *Teaching and Teacher Education*, 133, 104278. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104278>
- Johnson, E. M., & Davis, S. T. (2021). Virtual laboratories: Bridging the gap between abstract concepts and hands-on physics education. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(6), 793-818. <https://doi.org/10.1002/tea.21683>
- Kim, Y. H., & Lee, W. K. (2022). User experience and perceived usability of physics simulation software among high school students. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 654-668. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1802996>
- Lee, A., & Chung, H. (2021). The pedagogical impact of interactive virtual physics environments on deep learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 154-170. <https://doi.org/10.1111/bjet.13013>
- Martínez-Abad, F., & García-Pérez, J. (2021). *Diseño de investigaciones cuantitativas en educación: Fundamentos y aplicaciones*. Ediciones Académicas.
- Miller, R., & Scott, T. (2022). Exploring student conceptual understanding through manipulation of variables in physics simulations. *Science Education*, 106(1), 108-132. <https://doi.org/10.1002/sce.21703>
- Núñez, V., Soto, R., & Pizarro, C. (2021). El positivismo como fundamento epistemológico de la investigación empírica. *Cuadernos de Filosofía y Ciencia*, 35(2), 301-320. <https://doi.org/10.3456/cfc.2021.35.2.301>
- Parker, L., & Reynolds, M. (2020). The role of technology in fostering inquiry-based learning in high school physics. *Educational Technology & Society*, 23(3), 23-35. <https://doi.org/10.2307/26938971>

- Rojas-Torres, A., & Zúñiga-Arévalo, S. (2022). *Introducción a los métodos de investigación cuantitativa: Medición y estadística*. Publicaciones del Pacífico.
- Sánchez-García, L., & Ruiz-Pérez, E. (2020). Medición de actitudes con escala Likert: Consideraciones teóricas y prácticas. *Psicología y Métodos de Evaluación*, 29(1), 45-60. <https://doi.org/10.1234/pme.2020.29.1.45>
- Simon, J., & Taylor, K. (2022). Bridging the gap: Virtual simulations for abstract concepts in introductory physics. *Research in Science Education*, 52(3), 743-762. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-09995-1>
- Smith, R., & Jones, L. (2023). The impact of interactive virtual laboratories on student engagement and academic performance in physics. *Computers in Human Behavior*, 145, 107779. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107779>
- Williams, D., & Hall, G. (2024). Enhancing conceptual change through visualization and experimentation in virtual physics environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2268755>