



Telos
ISSN: 1317-0570
ISSN: 2343-5763
wileidys.artigas@urbe.edu.ve
Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín
República Bolivariana de Venezuela

Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental

 Trujillo Yaipén, Walter Manuel

 Cuero Maquén, Luis Alberto

 Paredes López, Lilian Roxana

 Carbajal Cornejo, Katherine

Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental

Telos, vol. 25, núm. 2, pp. 459-476, 2023

Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99375872017>

DOI: <https://doi.org/10.36390/telos252.15>

Artículos de investigación

Eficiencia de los simuladores virtuales en la competencia de indagación para el aprendizaje de física elemental

Efficiency of virtual simulators in the inquiry competition for learning elementary physics

Walter Manuel Trujillo Yaipén
Universidad Tecnológica del Perú (UTP), Perú
wtrujillo@unprg.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-2740-4975>

Luis Alberto Curo Maquén
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-UNPRG-Perú,
Perú

lcuro@unprg.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0001-5646-3264>

Lilian Roxana Paredes López
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-UNPRG-Perú,
Perú

lparedes@unprg.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-4290-1216>

Katherine Carbajal Cornejo
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
Chiclayo, Perú, Perú

carbajal.katy@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3339-9217>

DOI: <https://doi.org/10.36390/telos252.15>

Recepción: 12 Febrero 2023

Aprobación: 01 Mayo 2023

Publicación: 12 Mayo 2023



Acceso abierto diamante

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo demostrar la efectividad del programa de simuladores virtuales en el aprendizaje de Física elemental en la competencia de indagación mediante el método científico para construir conocimiento en estudiantes de 5to año de secundaria. Se tomó como basamento teórico los planteamientos de Papert (1987), Díaz Forero (2012), Meza Cuba (2017), entre otros. Metodológicamente, es una investigación de enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y aplicada, la población analizada estuvo conformada por los estudiantes del 5to año de secundaria los 10 mejores colegios privados de Chiclayo, seleccionando con el muestreo no probabilístico, por conveniencia a 50 estudiantes que llevaron el curso de Física Elemental. El grupo experimental (GE) estuvo conformado por 24 estudiantes y el grupo control (GC) por 22 estudiantes. Los resultados determinaron que las aplicaciones de los simuladores virtuales causaron efecto significativo en el aprendizaje del curso de física elemental en la competencia de indagación mediante el método científico. Para la contrastación de hipótesis se utilizó la prueba U de Mann-Whitney que arrojó un valor $U = 73,000$, ($p_{\text{valor}} = 0.000 < 0.05$) para el grupo control y $U = 82,500$ ($p_{\text{valor}} = 0.000 < 0.05$) para el grupo experimental. Se concluyó que las estudiantes del GE obtuvieron mejores resultados después de la aplicación de los simuladores virtuales. El programa de simuladores virtuales para mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental, implica dos teorías fundamentales del aprendizaje como el construccionismo de Seymour Papert y el conductismo de Burrhus Frederic Skinner.

Palabras clave: simuladores virtuales para física, enseñanza, aprendizaje de Skinner, aprendizaje de Papert.

Abstract

The objective of this research was to demonstrate the effectiveness of the virtual simulator program in the learning of elementary Physics in the inquiry competition through the scientific method to build knowledge in 5th year high school students. The approaches of Papert (1987), Díaz Forero (2012), Meza Cuba (2017), among others, were taken as a theoretical foundation. Methodologically, it is a research with a quantitative approach, quasi-experimental and applied design, the population analyzed was made up of students in the 5th year of high school from the 10 best private schools in Chiclayo, selecting with non-probabilistic sampling, for convenience, 50 students who took Elementary Physics course. The experimental group (GE) consisted of 24 students and the control group (GC) of 22 students. The results determined that the applications of the virtual simulators caused a significant effect on the learning of the elementary physics course in the inquiry competence through the scientific method. For the contrasting of hypotheses, the Mann-Whitney U test was used, which yielded a value $U = 73,000$, ($p_value = 0.000 < 0.05$) for the control group and $U = 82,500$ ($p_value = 0.000 < 0.05$) for the experimental group. It was concluded that the GE students obtained better results after the application of virtual simulators. The virtual simulator program to improve learning in the elementary physics course involves two fundamental learning theories such as Seymour Papert's constructionism and Burrhus Frederic Skinner's behaviorism.

Keywords: virtual simulators for physics, teaching, Skinner learning, Papert learning.

Introducción

En este mundo globalizado, el desarrollo del aprendizaje del estudiante está basado en las experiencias acumuladas de investigación, por ello el Ministerio de Educación se vió obligado de reajustar sus capacidades e indicadores (Cabeza, 2004). Pero esta solución, no ha mejorado el aprendizaje del estudiante, tan solo lo está convirtiendo en un receptor de información, memorizando fórmulas, privatizándolo al análisis y la comprensión, obligándolo a no ver más que los resultados de los números.

De acuerdo a observaciones propias de los investigadores se consideran tres motivos como causas principales del fracaso del aprendizaje del estudiante: Primero, falta de laboratorios especializados y especialistas del área en los colegios nacionales y particulares. En este punto hay que resaltar que existen varios colegios y escuelas con laboratorio de primera calidad donde se puede poner a prueba los conocimientos teóricos del curso, pero el problema no surge de los experimentos de mecánica, sino de experimentos que no se pueden realizar por la falta de instrumentos necesarios para los temas como por ejemplo los vectores bidimensional y tridimensional, desplazamiento de un móvil, radiación de una carga, creación de átomos, o espectro del cuerpo negro.

Los instrumentos especializados para hacer estos experimentos básicos son costosos, ni las mismas universidades nacionales y particulares los han podido obtener, surgiendo así el problema del conocimiento científico, un problema que engloba al sistema de educación básica como la superior que es de comprender y experimentar la teoría, dejando un sin sabor al estudiante. Segundo, la escasa actualización del docente que le permita dar una explicación adecuada a las preguntas vertiginosas del estudiante. Tercero, la carencia de saberes previos es una debilidad del estudiante para el entendimiento de los problemas de física elemental, evitando la construcción de los aprendizajes significativos.

La teoría de Seymour Papert, quien fuera el creador del lenguaje LOGO, sugiere grandes cambios en las escuelas (Trujillo Yaipen, 2019; Badilla Saxe y Chacón Murillo, 2011), partiendo del cambio en los objetivos escolares de acuerdo con los elementos innovadores que prevén las computadoras. Este lenguaje de programación fue el primero desarrollado para niños; su afirmación básica es que los probadores dominan los conceptos básicos de geometría con instrucciones simples.

Sin embargo, al fondo de lo mencionado, se destaca la existencia de una herramienta educativa mucho más eficaz y valiosa en los tiempos actuales, denominada el aprendizaje por descubrimiento (Trujillo Yaipen, 2019). Para Papert (1987), este proceso de ensayar, errar y corregir el error (ensayo- error) conduce a las y los aprendices a crear y aprender, el mencionado autor lo llama un proceso de depuración (corrección del error); donde los errores resultan beneficiosos porque conllevan a estudiar lo sucedido, comprendiendo lo que estuvo mal y, corregirlo.

También dijo: “el trabajo con computadoras puede ejercer una poderosa influencia sobre la manera de pensar de la gente, yo he dirigido mi atención a explorar el modo de orientar esta influencia en direcciones positivas” (Papert, 1987, p. 43). Por su parte, Contreras, et al (2010), afirma: “la simulación es parte de los cambios históricos que imponen las nuevas tecnologías de la comunicación, al permitir que en el ámbito educativo se transfiera conocimiento en forma didáctica y precisa” (p. 16).

Para Zaldívar-Colado (2019), un laboratorio virtual es una simulación basada en el uso de herramientas virtuales, considerándose ser un medio adecuado para situaciones de alto riesgo, cuando los elementos requeridos no están disponibles o cuando los tiempos de espera para los resultados son extensos. Permite a los estudiantes explorar las relaciones entre las variables del modelo y manipular los valores de las variables para resolver el problema o alcanzar a determinar una meta, además son seguros de ser manejados por los estudiantes.

En la mayoría son representaciones gráficas que permiten la simulación casi parecida a los fenómenos naturales, procesos biológicos, físicos y químicos, cálculos numéricos, generación de áreas, geometría analítica, etc. originadas por programas como el Java Applets, Animación Flash, JavaScript, que son las más populares.

Existe gran variedad de páginas de internet con laboratorios virtuales en biología, física y química entre las que se encuentran: Phet Interactive Simulations, es una plataforma donde se encuentran simulaciones virtuales de física online, diseñado por la Universidad de Boulder, Colorado, que consiste en una serie de simulaciones interactivas que permiten hacer estudios de cinemática, dinámica, circuitos eléctricos, termodinámica y experimentos con ondas sonoras y lumínicas. Asimismo, se pueden realizar simulaciones de física por medio de computadora, en una página web llama Física elemental XXII, es una página de internet diseñada por Walter Manuel Trujillo Yaipén, en la que se tratan conceptos de física entre otros (Trujillo Yaipén, 2019).

España, es el segundo país de la Unión Europea que tiene el índice más alto en fracaso escolar con un 19% de la tasa escolar, según estudios el país que lo supera es Malta con un 19.6% (EUROPA PRESS, 2017). El principal factor que es influyente en el abandono del estudiante en el sistema educativo, es el miedo a ser evaluado.

De esta manera, las materias que los estudiantes españoles evitan evaluar por ser más difíciles son matemáticas, física, química e inglés. Los estudiantes se desempeñan peor en estas materias, lo que puede influir en la deserción (Gaspar Lasanta, 2017). Según algunos estudios, son muchas las razones del fracaso en el aprendizaje, entre las cuales destacan la inadecuada metodología de enseñanza del docente, la excesiva complejidad de los problemas, entre otros (Oñorbe de Torre & Sánchez Jiménez, 1996). Este indicador afecta no solo a la educación, sino también a la economía del país, debido a que faltan especialistas en carreras científicas y de ingeniería.

En Inglaterra, un estudio organizado por el Instituto Británico de Física (IOP), resalta un déficit de interés por parte de las estudiantes mujeres en el curso de física, si se analiza a los estudiantes por género, la diferencia se hace notable, sólo el 20% de los estudiantes que eligen física son niñas y mientras que, para los niños, la física es la sexta asignatura más popular, (Ghosh, 2012). Estas cifras resultan críticas, al ver cuántas escuelas no logran despertar el interés de las alumnas por la física.

Un estudio realizado del The Stimulating Physics Network, del Instituto Británico de Física (IOP), concluye que a partir de los 14 años los estudiantes en gran mayoría las niñas tienen poco interés por las ciencias especialmente la Física. Afirmando no ver la utilidad de estas materias en la vida diaria (Trujillo Yaipen, 2019). Esta percepción según Ghosh (2012) surge de los requisitos matemáticos y conocimientos previos de la materia, en el caso específico de las niñas crean desconfianza utópica al no entender el contenido de la física.

En México, los estudiantes de secundaria enfatizan que las declaraciones, los conceptos y los problemas de física son muy difíciles de entender. Luego de un estudio realizado en el país mencionado, se concluye que el principal problema que enfrentan los estudiantes es la dificultad para comprender enunciados y realizar operaciones matemáticas al aplicar fórmulas (Elizondo Treviño, 2016).

En Argentina, una encuesta de estudiantes de secundaria encontró que el aprendizaje en las clases de física es difícil y abstracto. Este puede ser el talón de Aquiles del proceso de enseñanza y aprendizaje (Morales, Mazzitelli, & Olivera, 2015).

En Perú, los resultados del examen Pisa del 2012, realizado por la organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), concluyó que casi tres de cuatro alumnos salieron mal en matemáticas, cerca del 70% no respondió ciencias, y el 60% demostraron que no entendían lo que leían. Perú quedó con el peor rendimiento académico entre los 65 países que fueron evaluados (Pierina, 2016). Los resultados de la prueba PISA de 2015 muestran una mejora en el rendimiento académico, pero aún no alcanzan el objetivo promedio esperado, estimando un promedio de 21 años para que Perú pueda alcanzar el promedio de la OCDE, según reciente estudio realizado.

Por su parte, el MINEDU (2017), muestra en Lambayeque un panorama de bajo rendimiento académico en los estudiantes de esta región, alcanzando el 41,2% del alumnado de segundo año de secundaria está en inicio de aprendizaje en matemática y que el 19.1% está en proceso, casi similar es el caso de Ferreñafe y el mismo Lambayeque que sacaron 37.9% y un 44.5% respectivamente.

La UNESCO (2021), define a los Recursos Educativos Abiertos como: Aquellos que son provistos por medio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), para su consulta, uso y adaptación sin

finances comerciales. La fundación “William and Flora Hewlett Foundation” define como: Recursos para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación que son de dominio público o están sujetos a un sistema de licencias que protege la propiedad intelectual y permite a otros hacer un uso gratuito y público o crear obras derivadas por otros.

Los Recursos Educativos Abiertos (REA), según Atkins, Brown, y Hammond, (2007), se reconocen como información básica, módulos, pruebas didácticas, aplicaciones técnicas como software para el desarrollo de diversos cursos, materiales impresos, audiovisuales o de curso y otras herramientas para acceder al conocimiento.

El propósito de REA es proporcionar aprendizaje gratuito a través de cursos, materiales e información accesible para cualquier persona con conexión a Internet. En este sentido, Vergara (2018), trabajó una investigación teniendo como objetivo determinar el impacto del uso de simuladores virtuales en el desarrollo de habilidades de experimentación exploratoria en estudiantes del II ciclo de educación primaria en Universidades Autónomas - 2017. El uso de simuladores virtuales afecta la investigación de los estudiantes y la conclusión tiene un impacto significativo en el desarrollo de habilidades experimentales.

Así mismo, Meza Cuba (2017), realizó un estudio de tipo aplicada, cuyo diseño es cuasi experimental, en estudiantes del quinto año de secundaria. Los resultados en el post test determinaron que las aplicaciones de los simuladores virtuales causaron efecto significativo en el desarrollo de la capacidad de indagación y experimentación.

También, Guizado Carmona (2015), desarrolló su investigación bajo un enfoque cualitativo con diseño proyectivo. Para ello se utilizan los métodos analítico-sintético, deductivo-inductivo, histórico-lógico, sistemático y de modelización. La habilidad de un estudiante en el tema. Esto posibilita el desarrollo de su capacidad de trabajo y los docentes tienen propuestas didácticas innovadoras.

Meléndez Campos (2013), realizó una investigación con los estudiantes de quinto año de secundaria, en el cercado de Lima. El propósito de este estudio fue desarrollar las habilidades de los estudiantes a través de la metodología Webquest propuesta por Barney Dodge de América, que explota el potencial de Internet a partir de la luz y sus propiedades. La investigación realizada a través de propuestas de Webquest concluyó que puede ser utilizada como motivación y predisposición para que los estudiantes estudien ciencias.

Simuladores virtuales en el aprendizaje escolar

Los cambios tecnológicos suscitados en las últimas décadas según Carrión-Paredes, et al. (2020); Vargas-Murillo (2020), han fomentado en los docentes el uso de estrategias innovadoras, distantes de las que en el proceso de enseñanza tradicional solían utilizarse, convirtiéndose esto, en un desafío algo inesperado para el alcance de los objetivos, basado en una relación directa entre la tecnología y los postulados teóricos en materia de aprendizaje. En este contexto, es importante mencionar la utilidad que han mostrado los simuladores y las aplicaciones personalizadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, aunado a su ventaja en habilidades en el uso de dispositivos electrónicos, tabletas y computadoras.

Asimismo, los autores antes mencionados agregan, los simuladores resultan ser herramientas didácticas potenciales para el proceso de enseñanza en diversas disciplinas, dado a su funcionalidad de permitir simular fenómenos de la naturaleza que resultan difíciles de observar a simple vista en el contexto real. Por tal motivo, es relevante mencionar que la principal ventaja que ofrece el uso de simuladores dentro del ámbito educativo, es la práctica interactiva que pueden realizar los estudiantes y profesores entre lo experimental y real.

En este sentido, plantea Díaz Forero (2012) “los programas Informáticos de Simulación (PIS) representan una opción pertinente con los tiempos” (p. 50). En el campo de la educación, el uso de los PIS es una alternativa para lograr con éxito y eficiencia las competencias distintivas inherentes a cada egresado como resultado del proceso de formación dentro de estos programas y para innovar el sistema educativo que corresponde a los medios. Dejar atrás los modelos tradicionales basados únicamente en entornos del mundo real, ya que no son tan efectivos para las nuevas generaciones.

Por su parte, Cabrero et al. (2010); García García (2016) y Flores-García, et al (2015), Señala que uno de los principales obstáculos que presentan las escuelas para llevar a cabo el proceso educativo es la falta de insumos y otros materiales técnicos en laboratorios y aulas, esto demuestra claramente la necesidad de aplicar técnicas de animación, concretamente el manejo de simuladores, especialmente en el campo de la física, para mejorar el rendimiento de los estudiantes y los sistemas de aprendizaje.

A modo de reflexión, se puede decir que los simuladores representan en la actualidad una herramienta tecnológica, estratégica y poderosa que ha facilitado y despertado el interés de los estudiantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje en las distintas áreas, especialmente para la física, al permitir evidenciar de forma empírica las características y comportamientos de los diferentes fenómenos, los cuales no pueden ser apreciados fácilmente dentro de su contexto natural.

Aprendizaje virtual en la física elemental

En los últimos años mencionan los autores Carrión-Paredes, et al. (2020), que La tecnología es una herramienta que cada vez se integra más al sistema educativo y cobra mayor relevancia. Por lo tanto, los avances tecnológicos impulsados por Internet han facilitado la apertura de nuevos espacios virtuales con una variedad de herramientas y aplicaciones que se ofrecen a través de Internet. Hoy, en día, se busca optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, acortando el camino, el tiempo y haciendo que la información sea más fácil de encontrar.

Ahora bien, Tamayo-Cuenca, et al. (2013), señalan que el estudio de la física implica el análisis del conocimiento a partir de sistemas complejos. Esto se debe a que se encargan de estudiar los átomos y sus núcleos, describiendo su estructura, sus propiedades, las leyes que los rigen y sus aplicaciones. Donde, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) ofrecen hoy día un valioso apoyo, en la descripción de los mencionados fenómenos, especialmente por la animación y el sonido, que las herramientas digitales ofrecen para optimizar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y la comprensión de la Física.

Al respecto, plantea Jara (2020), que el aprendizaje basado en las TIC apoya el proceso de conocimiento, enseñanza y aprendizaje, especialmente en el campo de la física. Esto se debe a que esta realidad virtual nos permite generar un entorno interactivo con las propiedades de la realidad que se analiza, potenciando así las habilidades de asimilación, razonamiento, logro de la innovación y éxito en los problemas educativos.

Conforme a lo planteado, se puede decir, en la medida que se ha ido posicionando la tecnología en el mundo actual, la educación ha tenido que incluir el uso de herramientas tecnológicas en sus sistemas educativos, aunado a las situaciones de pandemia a nivel mundial, las migraciones, cambios de ubicación por cuestiones laborales, el aprendizaje vía virtual ha ganado más relevancia durante los últimos años, donde la enseñanza en la rama física no escapa de esto, por el contrario es una de las que resulta más favorecida producto de las diversas herramientas y programas ofrecidos vía web para el estudio de diversos fenómenos, siendo los simuladores una de estas herramientas esenciales para los estudios de la física.

Metodología

La investigación, considerando los postulados de Hernández Sampieri, et al. (2014), es de tipo aplicada, en el nivel cuasi experimental, porque se aplicó un programa de Simulaciones Virtuales para mejorar el aprendizaje del curso de Física elemental. El método utilizado fue el científico, el cual, permitió el desarrollo de la investigación; asimismo, el método analítico, facilitó analizar la información relevante respecto al marco teórico; el método sintético, materializar las conclusiones; el método deductivo para delimitar el problema planteado en forma general y así poder explicarlo, el método estadístico, para recolectar, procesar, analizar e interpretar datos empíricos.

La población de estudio estuvo comprendida por los estudiantes del 5to de secundaria de 15 a 18 años, de los cuales se seleccionó una muestra de 5 alumnos de cada institución, sin embargo, no todos pudieron asistir a los prácticas correspondientes, quedando un total de 50 estudiantes de los 10 mejores colegios privados de Chiclayo, según lo indica INFOSINFO (2022), (ver cuadro 1), la cual fue dividida en dos

secciones: sección A grupo control y B grupo experimental, con 20 y 30 estudiantes mujeres respectivamente. Se empleó el muestreo no probabilístico, por conveniencia.

Cuadro 1. Población de estudio

Rosa María Checa	23
Beata Imelda	23
Mixto Independencia	23
Kolping College	23
Ceibos	23
Santa Ángela	23
Santa María Reina	23
Algarrobos	23
Santo Toribio de Mogrovejo	23
I.E.P. Berkeley High School	23

Para la recolección de datos se usó la técnica de observación sistemática con dos instrumentos de evaluación: el registro anecdótico (cuaderno de incidencias) y la ficha de cotejo. La técnica de pruebas específicas con dos instrumentos: pre test y post test, con una diferencia de 3 meses entre cada prueba, realizada durante el mes de abril y julio de 2022. La validación de los instrumentos fue mediante juicio de expertos.

Asimismo, durante la realización de esta investigación se ha considerado, tanto el constructivismo de Seymour Papert (1987) y el conductismo de Burrhus Frederic Skinner (citado por Aguilar Durán, 2015). Ambas teorías se fusionarían y sacarían al relieve un beneficio común basándose de la situación problemática de ambas: el constructivismo de Seymour Papert refiere que el estudiante debe construir y labrar su aprendizaje por sí solo. El conductismo de Burrhus Frederic Skinner, plantea que el estudiante responde a una motivación en el proceso enseñanza aprendizaje (ver figura 1).

1. Diagnosticar el nivel de aprendizaje en el área de física elemental de los estudiantes de 5to año de secundaria a través del pre-test.

2. Diseñar el programa de simulaciones virtuales comprendido en tres dimensiones:

- Dimensión 1: Investigación por el método científico para construir conocimiento, implica que se evaluaron los siguientes indicadores: problematizar la situación para realizar la investigación, diseñar una estrategia para realizar la investigación, generar y recolectar datos e información, analizar los datos y la información, procesar y evaluar y comunicar resultados.
- Dimensión 2: Describir el mundo físico a partir del conocimiento de la vida, la materia y la energía, la biodiversidad, la tierra y el espacio. Evaluar los siguientes indicadores: comprender y utilizar el conocimiento sobre la vida, la materia y la energía, la biodiversidad, la tierra y el espacio, y evaluar las implicaciones del conocimiento y el trabajo científico y tecnológico.
- Dimensión 3: Diseña y construye soluciones dentro del área tecnológica para resolver problemas en su entorno, donde se evaluaron los siguientes indicadores: Determina una alternativa de solución tecnológica, Diseña la alternativa de solución tecnológica, Implementa y valida la alternativa de solución tecnológica, Evalúa y comunica el funcionamiento y los impactos de su alternativa de solución tecnológica.



Figura 1. Representación de la metodología
Nota: en base a Papert (1987).

3. Aplicar el programa de Simulaciones virtuales a los estudiantes en el curso de Física Elemental que conforman el grupo experimental. Se realizó en tres etapas:

- Primera etapa: Se aplicó los simuladores virtuales (Phet) utilizando el proyector multimedia, para cada tema del curso de Física Elemental, logrando llamar la atención del estudiante. Estos simuladores virtuales (Phet) se puede experimentar con la gravedad, con tiros parabólicos, con señales de radio y efectos electromagnéticos, construir circuitos eléctricos simples, ver ecuaciones gráficas, experimentar con señales láser y más. Estas simulaciones fueron creadas por la Universidad de Colorado, se centraron en la simulación física y se denominaron Proyecto de tecnología de educación física o PhET.
- Segunda etapa: Se logró una ficha de estudio diseñada en términos de dos grandes teorías del aprendizaje. La teoría del aprendizaje de Seymour Papert involucró a los estudiantes usando preguntas específicas en una hoja de estudio, buscando en un simulador virtual (phet), construyendo algunas conclusiones teóricas y construyendo un aprendizaje independiente. Puede descubrir por sí mismo los requisitos previos teóricos para los temas tratados en la clase.
- En la segunda teoría de aprendizaje de Burrhus Frederic Skinner, se aplicó un nivel temprano (básico) a la hoja de estudio para ayudar a los estudiantes a sentirse cómodos y completar fácilmente las tareas académicas, obteniendo así buenas calificaciones y refuerzo positivo.

De esta forma, el nivel de aprendizaje de cada práctica de aprendizaje que se ofrece al alumno va aumentando paulatinamente. Esto es un desafío para los estudiantes y lo que llamamos un programa de refuerzo positivo, que es una condición para obtener buenas calificaciones. Esto significa que los estudiantes tienen que estudiar mucho para obtener buenas calificaciones, lo que indica un aumento gradual en el comportamiento de aprendizaje.

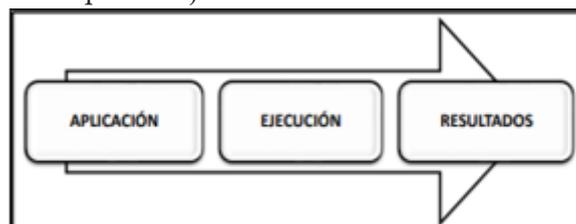


Figura 3. Representación de la metodología (II)

- Tercera etapa: se revisaron las prácticas de aprendizaje con sus respectivas respuestas. Considerando la explicación y resolución correspondiente se procede a la evaluación utilizando la escala vigesimal, siendo los rangos: Inicio: 00 – 10, Proceso: 11 – 13, Logro: 14 -17 y Destacado: 18 -20.

4. Evaluar el nivel de aprendizaje en el curso de Física Elemental de los estudiantes de 5to año de secundaria, después de la aplicación del Programa de Simulaciones Virtuales.

5. Contrastar los resultados obtenidos en el pre test y post test sobre el nivel del aprendizaje en el curso de Física Elemental, basados en la Prueba de U de Mann Whitney, la cual Se eligió porque es una prueba de hipótesis estadística utilizada para determinar si la media de una población desconocida difiere de un valor especificado. Esto le permite realizar una prueba de dependencia que divide la diferencia media de la variable dependiente por la variable independiente.

Análisis de los Resultados

Los análisis se realizaron mediante rango medio, rango total, utilizando los resultados obtenidos en el pre-test y post-test sobre los niveles de aprendizaje de los cursos de física de quinto año en colegios privados de Chiclayo. Los puntajes finales obtenidos de las pruebas deben usarse para describir más claramente los efectos del uso de simuladores en el proceso de instrucción, poder comparar estos resultados con la justificación y finalmente sacar las conclusiones del estudio.

El diseño de la base de la investigación, se centró en la insuficiencia capacidad de indagación y la metodología que los docentes utilizan para desarrollar cada sesión, como se concluyó en la investigación de Gaspar Lasanta (2017) y Zamudio Elizalde et al., (2019), donde las causas que originan el fracaso del estudiante, serían la inadecuada metodología de los conocimientos procedimentales, las normativas de la institución educativa, su propuesta pedagógica-didáctica, las estrategias de enseñanza y evaluación, la deficiente enseñanza del profesor y la excesiva complicación de los problemas de física elemental.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO), se pronunció y público a través de un diseño sobre el método científico como base del aprendizaje. Por ello, este problema se formuló pensando en la posibilidad de enseñar utilizando simuladores virtuales. Teniendo un gran impacto en el 5° año de los Colegios de Chiclayo. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la tabla 1:

Tabla 1. Prueba de U de Mann Whitney” en la comparación del Pre test y post test del grupo control y grupo experimental

Pre test	20	19.86	437.00	U=184,000 p_valor=0.166
Post test	20	25.14	553.00	
Pre test	30	15.94	382.50	U=82,500 p_valor=0.000
Post test	30	33.06	793.50	

El resultado de la tabla 1 muestra, el $p_valor=0.000 < 0.05$ obtenidos en el post test, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y conlleva a aceptar que el programa de simuladores virtuales permite mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la competencia de indagación mediante el método científico.

A partir de los hallazgos se acepta que el programa de Simuladores virtuales mejora el aprendizaje en el curso de Física elemental. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene, Peñata, Camargo y García (2016) en grupos de estudiantes en Colombia y Vigo Cuza (2007), en la enseñanza de medicina humana en Venezuela, Meléndez Campos (2013), en la metodología de la webquest en Perú, señalando que la forma de enseñanza con simuladores virtuales tiende a un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Pues tal como lo expone Vergel Ortega et al., (2021), la complejidad de los contenidos en asignaturas como física y matemáticas, sumado al estrecho ámbito de aplicación fomentado por los docentes, la escasez de métodos didácticos adecuados que faciliten la motivación y el desarrollo de la comprensión, ha llevado a la falta de medios de investigación que produzcan atracción e interés en los estudiantes.

Es así como estos autores antes mencionados, expresan que los simuladores virtuales favorecen el desempeño del estudiante, ya que estos brindan situaciones casi reales de la vida. Ello es acorde con lo que en este estudio se encontró. Pero, en lo que no concuerda el estudio de los autores referidos con el presente, es que ellos mencionan otras variables de estudio unificando varias competencias. En este estudio se analizó solo la competencia de Indagación mediante método científico, dando prioridad a la aplicación de las dos teorías de aprendizaje que son el condicionamiento operante de B.F Skinner y el constructivismo de Seymour Papert.

Tabla 2. Prueba de U de Mann Whitney en la comparación del Pre test y post test del grupo control y grupo experimental en la dimensión “Problematiza situaciones”

Pre test	20	22.00	484.00	U=231,000 p_valor=.784
Post test	20	23.00	506.00	
Pre test	30	15.44	370.50	U=70.500 p_valor=.000
Post test	30	33.56	805.50	

En la tabla 2, el resultado muestra, el $p_valor=0.000 < 0.05$ obtenidos en el post test, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y conlleva a aceptar que el programa de simuladores virtuales permite mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la dimensión “Problematiza situaciones”.

Lo anterior, difiere de lo planteado por Meléndez Campos (2013), en lo que respecta a la relación entre el aprendizaje y la variable socioeconómica del estudiante, al no encontrar relación alguna. En cambio, Jama-Zambrano y Cornejo Zambrano (2015), menciona que la variable socioeconómica si influye notoriamente en el aprendizaje del estudiante.

Al igual que Zamudio Elizalde et al., (2019), quienes mencionan que la dimensión económica representa una de las principales causas del fracaso escolar; donde factores como: la insuficiencia de amparo familiar, el desempleo y el nivel socioeconómico bajo; elevan los niveles de fracaso y deserción escolar. Es decir, se respalda la hipótesis que relaciona el aprendizaje y la variable socioeconómica del estudiante.

Tabla 3. Prueba de U de Mann Whitney” en la comparación del Pre test y post test del grupo control y grupo experimental e la dimensión “Diseña estrategias”

Pre test	20	22.32	491.00	U=238.000 p_valor=.921
Post test	20	22.68	499.00	
Pre test	30	19.33	464.00	U=164.000 p_valor=.008
Post test	30	29.67	712.00	

El resultado mostrado en la tabla 3, $p_valor=0.008 < 0.05$ obtenidos en el post test, llevan a rechazar la hipótesis nula y aceptar que el programa de simuladores virtuales permite mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la dimensión “Diseña estrategias”.

Asimismo, Romero López y de Benito Crosetti (2020), demuestran la hipótesis analizada, mencionando los beneficios de la simulación como herramienta de aprendizaje en el aula, al facilitar que los estudiantes se enfrenten a situaciones de la vida real en un entorno de trabajo controlado, se puede mejorar la preparación práctica de los estudiantes y motivarlos a participar en clase.

Tabla 4. Prueba de U de Mann Whitney” en la comparación del Pre test y post test del grupo control y grupo experimental e la dimensión “Genera y Registra”

Pre test	20	21.84	480.50	U=227.500 p_valor=.711
Post test	20	23.16	509.50	
Pre test	30	16.33	392.00	U=92.000 p_valor=.000
Post test	30	32.67	784.00	

Seguidamente en la tabla 4, el resultado muestra, el $p_valor=0.000<0.05$ obtenidos en el post test, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y conlleva a aceptar que el programa de simuladores virtuales permite mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la dimensión “Genera y Registra”.

Lo anterior guarda relación con los planteamientos de Díaz Forero (2012), al referir que los simuladores forman parte de las innovadoras herramientas tecnológicas que benefician al sistema educativo, específicamente en las formas de aprender, enseñar e incluso evaluar. Asimismo, coincide con Meza Cuba (2017), al señalar durante las clases prácticas se registra información con la finalidad de elaborar base de datos, sobre la cual se establecen supuestos, formulan objetivos y facilita el alcance de resultados, representados estos últimos en graficas estadísticas o tablas de datos cuya interpretación determinen la idea central del problema.

Es así, como Idrovo-Iñiguez y Moscoso-Bernal (2022), agregan, el uso de las tecnologías de información y comunicación, en este caso, la incorporación de los simuladores en la educación, ha resultado ser un excelente medio para apoyar los sistemas presenciales, lo que permite a los docentes impulsar el cambio e inculcar el pensamiento crítico en los estudiantes.

Sin embargo, los autores García et al., (2020), mencionan como los docentes se han ido dando cuenta del potencial de la tecnología, y del bajo aprovechamiento que le dan, limitando el uso de las plataformas digitales solo para replicar y compartir contenido, sin realizar simulaciones de sus procesos tradicionales, ni crear métodos de enseñanza verdaderamente innovadores.

Tabla 5. Prueba de U de Mann Whitney” en la comparación del Pre test y post test del grupo control y grupo experimental e la dimensión “Analiza información”

Pre test	20	17.34	381.50	$U=128.500$	$p_valor=.006$
Post test	20	27.66	608.50		
Pre test	30	19.90	477.50	$U=92.000$	$p_valor=.015$
Post test	30	29.10	698.50		

El resultado muestra, el $p_valor=0.000<0.05$ obtenidos en el post test, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y conlleva a aceptar que el programa de simuladores virtuales permite mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la dimensión “analiza información”.

Coincidiendo así con Naylor (1971), citado por Díaz Forero (2012), quien plantea que la simulación representa una herramienta básica en la realización de experimentos de forma digital, ya que posee modelos matemáticos y lógicos que fundamentan las prácticas de laboratorios, proporcionando datos necesarios para describir el comportamiento y la estructura del fenómeno en el mundo real durante tiempos determinados.

Aunado a lo anterior, Meza Cuba (2017) y García et al., (2020), establecen que el uso de metodologías prácticas y descubrimientos empíricos promueve el desarrollo del pensamiento científico y la resolución de problemas, facilitando el desarrollo de las propias capacidades cognitivas, mejorar el nivel de recuperación y procesamiento de la información y propone nuevas situaciones de aprendizaje que lo hacen posible.

De igual forma, esta herramienta tecnológica demostró generar un significativo y favorable impacto mejorando la capacidad experimental de los participantes, facilitando la comprensión de diversos fenómenos mundiales desde otra perspectiva, pudiendo realizar de forma directa mediciones y exploraciones, lo cual representa una clara alternativa para investigar, poder observar en tiempo y espacio real las características, comportamientos de diversos fenómenos físicos y naturales.

Conclusiones

Después de la aplicación de la prueba de pre test, realizada a las estudiantes de 5to año de secundaria en los colegios privados de Chiclayo, se observó un alto porcentaje de desaprobados en la prueba realizada, lo cual requiere una atención inmediata a la metodología de enseñanza en el curso de física elemental. Donde, el programa de simuladores virtuales, estuvo dividido en tres fases con un total de doce sesiones, las mismas

en las que se aplicaron dichos programas con la finalidad de mejorar y optimizar el desempeño de las estudiantes.

Para el desarrollo de cada sesión; se ha utilizado una metodología activa participativa, lo cual favoreció a que las estudiantes puedan construir su propio conocimiento y reforzar habilidades por medio de los simuladores virtuales. Los estudiantes reportan tener mayor comodidad en el uso de la aplicación del programa de simuladores virtuales; demostrando tener una buena aceptación en los jóvenes, dado que esta nueva metodología educativa les permitió a los estudiantes adquirir experiencia empírica sobre los diversos fenómenos estudiados durante las clases, elaborar guías de actividad y saber identificar los recursos y materiales necesarios de acuerdo al contexto a investigar, reforzando así la competencia de indagación durante el proceso de aprendizaje de física elemental.

Finalmente, se comparó los resultados alcanzados del Pre y Post – Test, determinando la efectividad del programa Simuladores virtuales, dado que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron mejores resultados después de la aplicación de los simuladores virtuales, pues logran con esta herramienta, vivir la experiencia de conocer de forma directa las características de los diferentes entornos estudiados, facilitando así su desarrollo cognitivo y de aprendizaje.

Declaración de Conflictos de Interés

No declaran conflictos de interés.

Contribución de autores

Autor	Concepto	Curación de datos	Análisis/ Software	Investigación/ Metodología	Proyecto/ recursos/ Fondos	Supervision/ Validacion	Escritura inicial	Redacción: revisión y edición final
1	x	x	x	x			x	x
2	x	x	x	x			x	x
3		x	x	x	x	x		x
4		x	x	x			x	x

Financiamiento

N/A

Referencias bibliográficas

- Aguilar Durán, L. (2015). Conductismo radical de b. F. Skinner: coordenadas ontoepistemológicas y visión del ser humano. *CONHISREMI*, 14(2), 1-49.
- Atkins, D; Brown, J y Hammond, A (2007). *A review of the open educational resources (OER) movement: Achievements, challenges, and new opportunities*. Editorial: Creative common, USA.
- Badilla Saxe, E y Chacón Murillo, A. (2011). Construcciónismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Actualidades Investigativas En Educación*, 4 (1), 1-12. <https://doi.org/10.15517/aie.v4i1.9048>
- Cabeza, M. (2004). Indicadores de gestión en la educación superior como herramienta de la planificación estratégica. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, 10(2), 105-116. <https://www.redalyc.org/pdf/364/36410206.pdf>
- Cabrero, Francisco; Sánchez, José; Sánchez, Ana; Borrajo, Javier; Rodríguez, María; Cabrero, Marta y Juanes, Juan. (2010). Simuladores computacionales en la enseñanza de Física Médica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(2), 46-74. <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201014893004.pdf>
- Carrión-Paredes, F; García-Herrera, D; Erazo-Álvarez, C y Erazo-Álvarez, J. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *Revista CIENCIAMATRIA*, 6(3) Edición Especial III, 193-216. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396>
- Contreras Gelves, G; García Torres, R y Ramírez Montoya, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Revista Apertura*, 2(1), 1-19. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68820841008.pdf>
- Díaz Forero, J. (2012). Simulación en entornos virtuales, una estrategia para alcanzar "Aprendizaje Total", en la formación técnica y profesional *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, XLII(2), 49-94. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27024538003>
- EUROPA PRESS (2017). *España es el segundo país de la UE con más abandono escolar, por detrás de Malta, según un informe*. <https://www.europapress.es/sociedad/educacion-00468/noticia-espana-segundo-pais-ue-mas-abandono-escolar-detras-malta-informe-20171116180804.html>
- Ghosh, P. (2012). *State schools 'failing girls who want to study physics'*. <https://www.bbc.com/news/education-19603399>
- Elizondo Treviño, M. (2018). Los estilos de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos. *Presencia universitaria*, 6(11), 86-95. <https://presenciauniversitaria.uanl.mx/index.php/pu/article/view/13>
- Flores-García, S; Chávez-Pierce, J; Luna-González, J; González-Quezada, M; González-Demoss, M y Hernández-Palacios, A. (2015). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. *Revista Cultura científica y tecnológica*, (24), 19-24. <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/415/395>
- García García, H. (2016). *Uso de los laboratorios virtuales para la enseñanza-aprendizaje del concepto materia y propiedades en estudiantes de grado noveno*. Tesis para maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- García, L. L., Porras, D. R., Gallegos, J. R. A., Millán, F. L., Torre, H. A. L. D. La, y Ortiz Palomino, C. E. (2020). Realidad Virtual como técnica de enseñanza en Educación Superior: perspectiva del usuario. *Enseñanza & Teaching*, 38(1), 111-123. <https://doi.org/10.14201/et2020381111123>
- Gaspar Lasanta, B. (2017). *Aprendizaje activo para física y química de 3er de Educación secundaria obligatoria*. Trabajo de Maestría. Universidad internacional de la Rioja. <https://reunir.unir.net/>

bitstream/handle/123456789/5240/GASPAR%20LASANTA%2C%20BLANCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Guizado Carmona, F. (2015). *Propuesta didáctica de implementación de un simulador computariado "ni multísim" en la enseñanza- aprendizaje de la electrónica*. Tesis de Maestría. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Hernández Sampieri, R, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación (sexta edición)*. Editorial: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Idrovo-Iñiguez, E y Moscoso-Bernal, S. (2022). Realidad virtual en el desarrollo de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de odontología. *CIENCIAMATRIA*, 8(4), 243-266. <https://doi.org/10.35381/cm.v8i4.851>
- Infoinfo (2022). Los 10 mejores Colegios en Chiclayo. <https://chiclayo.infoinfo.com.pe/busqueda/colegios>
- Jama-Zambrano, V; Cornejo Zambrano, J. (2015). Las condiciones socioeconómicas y su influencia en el aprendizaje: un estudio de caso. *Dominio de la ciencia*, 2(1). 102-117. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761667>
- Jara Reinoso, A. (2020). *Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la física de primero de bachillerato*. Tesis de Maestría. Universidad internacional de la Rioja. Ecuador.
- Meléndez Campos, M. R. (2013). *La Webquest como un recurso de motivación para el aprendizaje de los temas de Ciencias en estudiantes del quinto grado de secundaria de un colegio del Cercado de Lima*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lion, C. (2005). Los simuladores. Su potencial para la enseñanza universitaria. *Cuadernos de investigación educativa*, 2(12), 53-66. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443643893005>
- Meléndez Campos, M. R. (2013). *La Webquest como un recurso de motivación para el aprendizaje de los temas de Ciencias en estudiantes del quinto grado de secundaria de un colegio del Cercado de Lima*. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Meza Cuba, W. (2017). *Los simuladores virtuales en la capacidad de indagación experimentación en estudiantes del 5to de secundaria IE 7207 – 2016*. Tesis de Maestría. Universidad Particular Cesar Vallejos.
- MINEDU. (2017). Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes ECE 2016. <http://umc.minedu.gob.pe/resultadosece2016/>
- Morales, L; Mazzitelli, C; Del Carmen Olivera, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 10(2), 11-20. <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273343069002.pdf>
- Oñorbe de Torre, A y Sánchez Jiménez, J. (1996). Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 165-170. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21457>
- Papert, S. (1987). Information Technology and Education: Computer Criticism vs. Technocentric Thinking. *Educational Researcher*, 16 (1). 22-30. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X016001022>
- Peñata Avila, A; Camargo Zapata, E y García, L. (2016). Implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de física y química para la educación media en la subregión de Urabá, Antioquia. Tesis de Maestría. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Pierina, P. (2016). *Perú: ¿por qué en un país con mal rendimiento escolar el ministro más popular es el de Educación?* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-36851566>
- Romero López, D y de Benito Crosetti, B. (2020). Diseño de una propuesta didáctica para el uso de simuladores virtuales en la rama sanitaria de Formación Profesional. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, (8), 1-16. <http://dx.doi.org/10.6018/riite.383431>

- Tamayo-Cuenca, R; Cuenca-Rodríguez, D y Tamayo-Pupo, J. (2013). Ambiente Virtual de Aprendizaje de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín. *Ciencias Holguín*, XIX(4), 1-13. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181559399003>
- Trujillo Yaipén, Walter (2019). *Programa de simuladores virtuales para mejorar el aprendizaje en el curso de física elemental en la competencia de indagación mediante método científico para construir conocimiento; en los estudiantes de 5to año de secundaria de la I.E.P. "Rosa María Checa"*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú.
- UNESCO (2021). Recursos educativos abiertos. <https://es.unesco.org/naveguemosporlainclusion/recursos>
- Vargas-Murillo, G. (2020). Estrategias educativas y tecnología digital en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 1(1),114-129. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762020000100010
- Vergara Martínez, M. (2018). *Los simuladores virtuales en la capacidad de indagación-experimentación en estudiantes del II ciclo de educación primaria de la universidad autónoma 2017*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Vergel Ortega, M; Paz Montes, L y Álvarez Paz, D. (2021). Los simuladores educativos como instrumento pedagógico para la enseñanza de las finanzas. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 97-105. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8116501.pdf>
- Vigo Cuza, P. (2007). *Estrategia para el uso de la Simulación en la práctica docente de la asignatura Morfosiopatología Humana I*. Tesis de Maestría. Universidad de las Ciencias de la Salud "HUGO CHÁVEZ FRÍAS".
- Zaldívar-Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. *Revista de investigación educativa (REDIECH)*, 10(18), 9-22. DOI: https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454
- Zamudio Elizalde, P; López Beltrán, F y Reyes-Sosa, H. (2019). La representación social del fracaso escolar. La hipótesis del núcleo central. *Perfiles educativos*, XLI(165), 27-42. <https://doi.org/10.14482/INDES.30.1.303.661>

Información adicional

Como citar:: Trujillo Yaipén, W.; Curo Maquén, L.; Paredes López, L.; Carbajal Cornejo, K. (2023). 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