

Hacia el desarrollo de competencias investigativas a través del uso de simuladores

Towards the Development of Research Skills of Physics Students through the Use of Simulators

Benjamín Maraza-Quispe¹, Jorge Luis Torres-Loayza², Grunilda Telma Reymer-Morales³, Jose Luis Aguilar-Gonzales⁴,
Nicolás Esleyder Caytuiró-Silva⁵, and Diego Alonso Huaracha-Condori⁶
Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa^{1,2,3,4,6}
Universidad Católica de Santa María

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo. Evaluar el impacto del uso de simuladores en el logro de la competencia “Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos”, en los estudiantes de la asignatura de física. La metodología utilizada consiste en una experimentación con simuladores interactivos PhET aplicada a una muestra de 25 estudiantes seleccionados a través de un muestreo aleatorio simple de una población de 100 estudiantes matriculados en la asignatura de Física. Con esta muestra se desarrollaron 4 sesiones de aprendizaje utilizando el simulador interactivo PhET, las sesiones fueron implementadas de tal manera que ayuden al desarrollo de capacidades de acuerdo a indicadores de aprendizaje tendientes al logro de competencia, Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos. Se aplicó un pretest y posttest. Los resultados permitieron determinar las bondades del uso de simuladores en los procesos de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo al logro de competencias de indagación, mediante métodos científicos para construir conocimientos”, desarrollando capacidades como: Problematiza situaciones para hacer indagación, Diseña estrategias para hacer indagación, Genera y registra datos o información, Analiza datos e información y Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación. En conclusión, el 100% de los estudiantes desarrollan las competencias de indagación a través del desarrollo de capacidades.

Palabras clave: Competencias; investigación; simuladores; enseñanza; aprendizaje.

Abstract

The objective of this research is to evaluate the impact of using the simulators on students' achievement of competencies, such as: Inquire, through scientific methods to build knowledge. The methodology used consisted of qualitative research whose data collection was carried out through an experiment with interactive Physics Educational Technology (PhET) simulators. The experiment was carried out through a simple random sampling of 25 students from a population of 100 students of physics subjects. With this sample, four learning sessions were developed using the PhET interactive simulator, which were implemented in a way that helped the development of skills according to learning indicators oriented to the achievement of the competence, Inquire, through scientific methods to build knowledge. A pretest and a posttest were applied. The results of the study show the benefits of the use of simulators in the teaching-learning processes, contributing to the achievement of the competence inquire, through scientific methods to build knowledge, developing capacities, such as: Problematize situations to inquire, design strategies to inquire, generate and record data or information, analyze data and information, and evaluate and communicate the process and results of their inquiry. In conclusion, 100% of the students develop inquiry competencies through the development of capabilities.

Keywords: Competences; research; simulators; teaching; learning.

Introducción

Tras el fracaso del modelo educativo tradicional, las Tecnologías de información comenzaron a ganar popularidad en la sociedad, internet es un claro ejemplo de ello permitió reducir las desigualdades de acceso en la información, debido a que, la enorme red informática que lo compone ofrecía libremente todo el conocimiento que los mismos usuarios publicaban. A raíz de ello, comenzó la “época dorada” de las Tecnologías de la Información en la educación con el nuevo modelo educativo moderno o del siglo XXI. El continuo desarrollo tecnológico es uno de los promotores principales para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), focalizándose en la mejora de la educación, al permitir a los estudiantes y profesores acceder a una enorme red de conocimiento y herramientas digitales, de las cuales se resalta el uso de simuladores, “Una de las mejores formas de aprendizaje y enseñanza, es que el estudiante deje volar su imaginación y que el descubra y analice y entienda el problema

¹ **Correspondencia:** Benjamín Maraza-Quispe, bmaraza@unsa.edu.pe.

planteado" (Trujillo, 2020), un claro ejemplo de ello es el Simulador Interactivo PhET por su facilidad de interacción, permitiendo a los usuarios realizar cambios al momento y recibir los efectos de forma instantánea, fomentando así el logro de mejores aprendizajes previstos en dicha área.

La presente investigación resalta la importancia del uso de simuladores para la educación, centrándose en el desarrollo del desarrollo de la competencia en el área de física: "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos". La pregunta de investigación que nos sirvió de guía fue: ¿En qué medida el uso de simuladores permite el logro de competencias y capacidades indagatorias en los estudiantes?

La simulación ofrece la posibilidad de observar el comportamiento de los individuos bajo condiciones de presión sin que la empresa deba asumir ningún coste adicional por los errores cometidos. A pesar de las bondades de los simuladores, su utilización en las enseñanzas relacionadas con la dirección de

empresas, aún está lejos de ser ampliamente extendida debido en gran medida a la falta de una metodología común aplicable, hecho que dificulta implementar estos recursos educativos en sus programas de estudio (Arias-Aranda, 2007). En el ámbito de la docencia, los simuladores permiten poner en práctica los conocimientos adquiridos hasta ese momento, incrementando el valor añadido generado al compaginar teoría y práctica en cambio los laboratorios virtuales son sitios informático que simulan una situación de aprendizaje comúnmente realizada en un espacio físico llamado laboratorio. De forma más específica, los laboratorios virtuales son simuladores que modelan un laboratorio real o un experimento, se ejecuta en una computadora, se consideran simuladores porque físicamente no existen los equipos, los dispositivos ni los materiales necesarios para ejecutar el experimento, sin embargo, la modelación del fenómeno y los componentes del simulador permiten repetir múltiples veces los experimentos, con diversos parámetros, hasta que se comprenden los principios de funcionamiento del sistema.

En la enseñanza de las ciencias, especialmente de la asignatura de física, se ha considerado que el desarrollo de habilidades investigativas, a través del uso de simuladores ha sido muy importante desde el siglo XIX (Aminoto, Pujaningsih, Dani & Riantoni, 2021). Por ello se desarrolla un modelo de enseñanza utilizando el simulador interactivo PhET para el desarrollo de la competencia elegida en el área de física. Según Pérez (2020) "El proyecto de simulaciones interactivas de PHET de la Universidad de Colorado en Boulder crea simulaciones interactivas gratuitas de matemáticas y ciencias", que "abarcan contenidos como: Magnetismo, Óptica, Dinámica, Materia entre otros, los cuáles se encuentran organizados por niveles de escolaridad desde educación primaria, educación intermedia, educación secundaria y educación universitaria, de acuerdo al sistema educativo estadounidense" (Pérez, 2019), asimismo "Los simuladores PHET se desarrollan con base en los siguientes principios: fomentar la investigación científica, proveer interactividad, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales e incluir cuerpos en movimiento, gráficos, datos y ejemplos de la vida real" (Pérez, et al. 2020). El simulador interactivo PhET es una plataforma online gratuita que cuenta con más de 150 simuladores orientadas a las áreas de ciencias y matemáticas, de las cuales podemos alterar diferentes variables para comprender el comportamiento de los fenómenos en nuestro mundo. Por tanto, es muy utilizado en el ámbito educativo para el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de desarrollar nuevas habilidades en los estudiantes.

A continuación, se muestra un análisis de la funcionabilidad del simulador Interactivo PhET de acuerdo al estudio realizado por Rodríguez et al. (2021):

- Permite que el estudiante construya y compruebe modelos de sistemas cerrados controlados por reacción.
- Permiten construir modelos dinámicos abiertos de sistemas de fenómeno.
- Permite la manipulación de variables y la comprobación de los resultados de estas

PhET proporciona simulaciones científicas y matemáticas divertidas, gratuitas, interactivas y basadas en la investigación. Los diseñadores han probado y evaluado exhaustivamente cada simulación para garantizar su eficacia educativa. Estas pruebas incluyen entrevistas con estudiantes y observación del uso de la simulación en las aulas. Las simulaciones están escritas en HTML5 (con algunas simulaciones heredadas en Java o Flash) y pueden ejecutarse en línea o descargarse a la computadora. Todas las simulaciones son de código abierto. Múltiples patrocinadores apoyan el proyecto PhET, lo que permite que estos recursos sean gratuitos para todos los estudiantes y profesores. Argumentos muy importantes que nos permitieron elegir a los simuladores PhET para el desarrollo de la investigación ya que a medida que los usuarios interactúan con estas herramientas, ellos reciben información inmediata sobre el efecto de los cambios que se han hecho. Esto les permite investigar las relaciones de causa y efecto y responder a las preguntas científicas a través de la exploración de la simulación.

Según Fuentes y Herrera (2002) "En el ambiente educativo generado por el uso de las simulaciones, permite la experimentación obteniéndose diferentes soluciones a los problemas, potenciándose el uso de metodologías como la de resolución de situaciones problemáticas". Es por ello que, en el ámbito educativo, el simulador interactivo PhET ejerce un alto potencial para el desarrollo de habilidades y nuevos aprendizajes en base a la experiencia por medio de la simulación. Asimismo, los simuladores interactivos PhET proporcionan una serie de ventajas y desventajas que determinan su eficiencia en el ámbito educativo; por un lado, permite la retroalimentación inmediata al ajustar magnitudes y medidas al momento y recibir los efectos de forma inmediata y visible, tiene una

interfaz intuitiva y divertida para que los usuarios puedan utilizar los simuladores con gran facilidad y permite repetir las simulaciones infinitas veces, sin agotar recursos. No obstante, es necesario tener acceso a internet para poder acceder a las simulaciones o descargarlas previamente, es necesario tener un equipo tecnológico, como un computador para realizar las simulaciones y están programadas para ser ejecutadas por una sola persona, por lo que no permite a un grupo. A pesar de ello, resaltan mucho más sus propiedades positivas que generan más beneficios que desafíos para los usuarios.

El desarrollo de la competencia "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos" permite al estudiante construir su conocimiento acerca del funcionamiento y estructura del mundo natural y artificial que lo rodea, a través de procedimientos propios de la ciencia, reflexionando acerca de lo que sabe y de cómo ha llegado a saberlo poniendo en juego actitudes como la curiosidad, asombro, escepticismo, entre otras" (CNEB, 2016), todo esto involucrando "los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas, o intentar responderlas" (Pérez et al. 2020)

En síntesis, esta competencia ayuda a que los estudiantes sean capaces de desarrollar y fortalecer sus habilidades de indagación explorando el comportamiento de nuestro mundo mediante las metodologías desarrolladas por la ciencia, las cuales nos permitirán encontrar soluciones, dar respuestas y generar nuevas preguntas. Desde esta perspectiva, es importante considerar que los métodos científicos se basan principalmente en la experimentación, por lo cual un estudiante debe ser capaz de reflexionar sobre la situación para fortalecer sus conocimientos propios. Para lograr con éxito esta competencia es importante reconocer en los estudiantes ciertas habilidades, según Trujillo (2019) "Los estudiantes desarrollaran las capacidades de: Comprensión de información, Indagación y experimentación; adquiriendo conocimientos y actitudes necesarias para conservarse en la vida diaria, así como adoptar actitudes responsables frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología" "De esta forma, observando, explorando activamente y reflexionando sobre sus vivencias, aprende y es capaz de modificar sus acciones futuras en función de lo aprendido" (CNEB, 2016)

Para lograr desarrollar la competencia "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos", es importante identificar en cada estudiante habilidades de indagación, experimentación, comprensión y observación y así reconocer si un estudiante es apto para desenvolverse como un investigador en la ciencia.

(Rodríguez et al. 2021), una de esas herramientas digitales de internet es el simulador interactivo PhET, el cual ha podido adaptarse a los modelos de enseñanza-aprendizaje de los centros educativos, llegando a ser incluida como estrategia para el desarrollo de ciertas habilidades y competencias, como es la competencia "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos", donde con ayuda de las opciones y herramientas que ofrece el simulador, un estudiante es capaz de realizar investigaciones de forma autónoma o también siendo guiado por un docente, para así explorar el comportamiento de los distintos fenómenos de las ciencias.

Según López (2017) "Las simulaciones PhET permiten la exploración productiva gracias a sus controladores para manipular variables bastantes intuitivos, representaciones visuales incluso de conceptos abstractos intuitivos, representaciones visuales de conceptos abstractos y retroalimentación inmediata por medio de cambios visuales y animados", "esto les permite analizar las relaciones de causa-efecto y responder a preguntas científicas mediante la exploración de la simulación" (Pérez, 2020). Asimismo, "posibilitan despertar el interés, curiosidad y motivación para pasar de una metodología tradicional de clases expositivas a una constructiva e interesante en dónde el estudiante sea capaz de construir su conocimiento para llegar a ser autónomo y productivo fuera del plantel educativo" (Pérez, 2019).

Sin duda alguna, el simulador interactivo PhET configura un ambiente provechoso para la experimentación de distintos fenómenos del mundo real mediante simulaciones que logran desarrollar nuevas habilidades en el estudiante, además que permite a un profesor poder guiar a sus estudiantes durante todo el proceso de aprendizaje y de esta forma identificar los avances en relación a las competencias del curso.

Para Trujillo (2019) "Con estos Simuladores Virtuales (Phet) se puede experimentar con la gravedad, con tiros parabólicos, con señales de radio y efectos electromagnéticos, construir sencillos circuitos eléctricos, representar ecuaciones gráficas, experimentar con señales láser, entre otras posibilidades", gracias a todas las opciones que nos permite escoger el simulador interactivo PhET, es que podemos comenzar con el desarrollo de "habilidades científicas para: explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar, recoger y organizar información relevante; utilizar diferentes métodos de análisis; evaluar los métodos; compartir los resultados habilidades científicas para: explorar hechos y fenómenos" (MEN, 2004), siendo de gran provecho el desarrollo de la competencia "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos".

Metodología

El uso del simulador se utiliza en su conjunto teniendo en cuenta que se quiere lograr competencias en los estudiantes, esto es una innovación. Los simuladores han sido utilizados por 100 estudiantes matriculados en la asignatura de física, utilizados por 4 docentes del área de física.

Objetivos de la investigación

Evaluar el impacto del uso de simuladores en el desarrollo de la competencia “Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos” en los estudiantes de la asignatura de física.

Hipótesis de investigación

La aplicación de simuladores interactivos contribuye al desarrollo de la competencia “Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos” en los estudiantes en la asignatura de física.

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- **Variable independiente:** Simulador interactivo
- **Variable dependiente:** Competencia “Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos”
- **VARIABLES CONTROLADAS:**
 - Método de evaluación: Se incluye como variable controlada porque depende el método de evaluación influye en la variable dependiente.
 - Cantidad de estudiantes: La cantidad de estudiantes se considera como variable controlada porque depende del número de estudiantes que utilizan el simulador el logro de competencias.
 - Tiempo de uso del simulador interactivo PhET se considera variable controlada ya que esta influirá en la variable dependiente.

Población y muestra

La población está conformada por 100 estudiantes del cuarto año de secundaria que cursan la asignatura de Física, de los cuales se seleccionaron a través de un muestreo aleatorio simple, 25 estudiantes. Con esta muestra se desarrollaron 4 sesiones de aprendizaje utilizando el simulador interactivo PhET. Tal como se representa en la tabla 1.

Tabla 1

Muestra y periodos de la aplicación del simulador interactivo PhET

| Simulador interactivo | Duración de la experimentación | Estudiantes | | Número de docentes | Sesiones | | Duración de cada sesión |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------|----------|--------------|-------------------------|
| | | Número de estudiantes | Edad promedio | | Sesiones | Evaluaciones | |
| PhET | 3 semanas | 25 | 15 | 1 | 4 | 4 | 60 minutos |

Diseño metodológico

El diseño metodológico presentado se trata de un modelo de aprendizaje, las etapas del modelo de aprendizaje se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2

Planificación de actividades

| N° de sesión | Capacidades | Indicadores de desempeño | Descripción de las actividades |
|----------------------------------|--|---|--|
| Sesión 1 (Pre evaluación) | Problematiza situaciones para hacer indagación | Nivel de comprensión para la presentación de la metodología, objetivos y fechas en la que se realizara las actividades | Se presenta la metodología, objetivos y el cronograma de desarrollo de las sesiones experimentales. |
| | | Grado de entendimiento sobre el tema a tratar | Se presentan los temas a desarrollar en las en las sesiones de aprendizaje para que los estudiantes comiencen con una indagación independiente. |
| Sesión 2 (teoría) | Diseña estrategias para hacer indagación | Evaluación diagnóstica para determinar prerrequisitos | Se aplica un pre-test a los estudiantes. |
| | | Plantea preguntas sobre hechos y fenómenos naturales, interpretar situaciones y formular hipótesis | Explican como el tema propuesto “caída libre de los cuerpos” se aplica en nuestra vida y los fenómenos del mundo |
| | | Proponer actividades que permitan construir un procedimiento, seleccionar materiales, instrumentos e información para comprobar o refutar las hipótesis | Explican el fundamento teórico de la caída libre, utilizando sus respectivas fórmulas |
| | | | Realizan ejercicios de caída libre en la pizarra como ejemplo para que los estudiantes comprendan los procedimientos |
| Sesión 3 (Practica) | Genera y registra datos o información | Obtener, organizar y registrar datos fiables en función de las variables, utilizando instrumentos y diversas técnicas que permitan comprobar o refutar las hipótesis | Proponen ejercicios en la pizarra para que los estudiantes lo resuelvan en sus cuadernos y en la pizarra como voluntarios |
| | | | Presentan y explican el funcionamiento del simulador interactivo PhET. |
| | | | Ingresan a la sección de caída libre del simulador PhET y explican cada herramienta de la simulación, proponiendo a que los estudiantes comiencen interactuando con él |
| Sesión 4 (Evaluación) | Analiza datos e información | Presentan un problema de caída libre y registrar las variables en el simulador | Presentan un problema de caída libre y registrar las variables en el simulador |
| | | Interpretar los datos obtenidos en la indagación, contrastarlos con las hipótesis e información relacionada al problema para elaborar conclusiones que comprueban o refutan las hipótesis | Modifican las variables en la simulación para reconocer los efectos que genera |
| | | | Toman datos brutos a partir de los efectos observados en la simulación |
| Sesión 4 (Evaluación) | Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación | Identificar y dar a conocer las dificultades técnicas y los conocimientos logrados para cuestionar el grado de satisfacción que la respuesta da a la pregunta de indagación | Tabulan y grafican en una hoja de cálculo los datos obtenidos en el simulador, para poder encontrar la respuesta final del problema propuesto |
| | | | Desarrollan un pos-test con la finalidad de contrastarlo con el pre-test |

Instrumentos de recopilación de datos

La recopilación de datos se divide en dos apartados ([ver datos recolectados aquí](#)). El primer apartado constará de 3 evaluaciones de conocimiento y ejercicios para observar el proceso de aprendizaje del estudiante, evaluadas en

el sistema vigesimal. Siendo la primera evaluación diseñada por K. A. Tsokos (2014) en su libro *Physics for the IB Diploma, Sixth Edition*, en cuanto a la segunda y tercera evaluación son una recopilación de exámenes de física en el programa de International Baccalaureate tipo prueba 1. Por su parte, en el segundo apartado se hará la aplicación de una prueba escrita tipo investigación para medir su nivel de rendimiento en la competencia “Indaga mediante métodos científicos, para construir sus conocimientos” según capacidades, diseñado en el modelo pedagógico de la asignatura Física, IBO (2016)

Procesamiento y análisis de datos

Apartado I: Evaluaciones de proceso

Para analizar a detalle el progreso de cada estudiante se desarrollaron tres evaluaciones de proceso que indicaran el nivel de comprensión del tema en cada estudiante. De lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

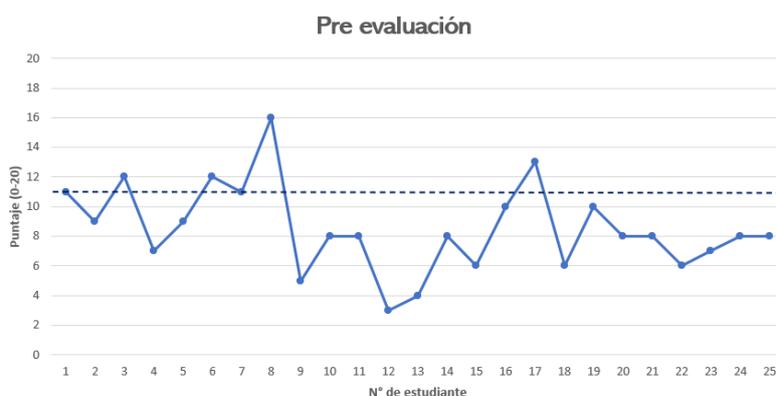


Figura 1. Resultados – Pre evaluación.

Según el gráfico 1, se observa que el mayor porcentaje de los resultados son notas inferiores a 11, considerándolos como desaprobatórias. Ello indica que, los estudiantes no tienen mucho conocimiento del tema, lo que resulta comprensible al medir sus conocimientos iniciales previos a su explicación, “destinados a servir como punto de partida para ajustar las funciones en los entornos de simulación para ayudar a los alumnos a llegar a configuraciones específicas de la simulación según sea necesario” (Darko, 2019)

Resultados de la primera evaluación

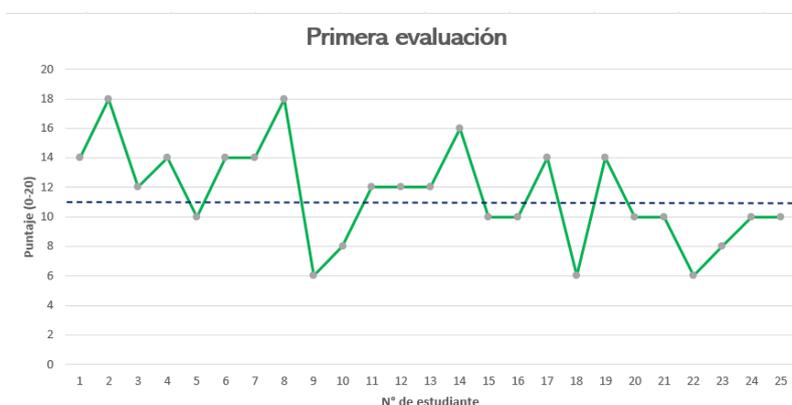


Figura 2. Resultados – Primera evaluación.

Según el gráfico 2, se observa que los puntajes fueron mejores que sus predecesores, sin embargo, fue una diferencia mínima. Misma situación que experimento Pérez D. en su investigación al identificar dificultades para entender y aplicar matemáticamente la definición de conceptos físicos, dando como solución el simulador PhET (2020) Concluyendo que la teoría supone un desafío para el aprendizaje de los estudiantes y es necesario otra metodología más interactiva que integre la teoría y la practica en un mismo sistema.

Resultados de la segunda evaluación



Figura 3. Resultados – Segunda evaluación.

Según el gráfico 3, se observa que los resultados fueron más positivos y aprobatorios en un 100%, demostrando la efectividad del simulador PhET para la comprensión de los estudiantes en el área de física, como describe Mhamed et al. (2021) “Las simulaciones interactivas de PhET transfieren al alumno el papel de interactuar con él, lo que mejora su aprendizaje”, convirtiéndolo un gran aliado educativo para el proceso de enseñanza-aprendizaje pudiendo experimentar sin la necesidad de un laboratorio físico.

Comparación de resultados

La comparación de los resultados se realiza en base a los datos recolectados ([ver datos aquí](#))

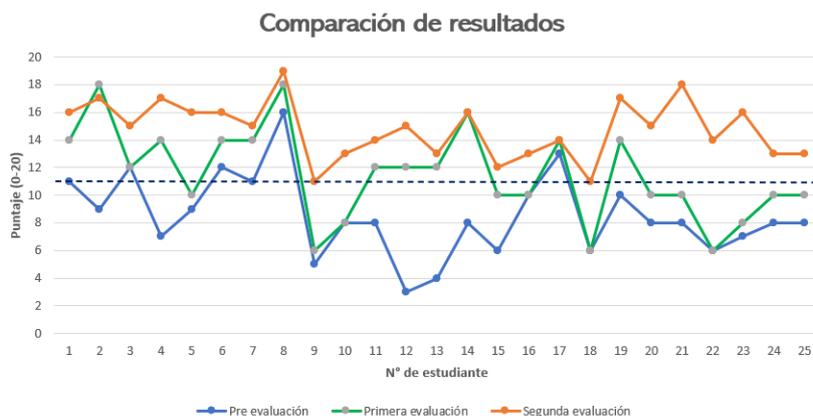


Figura 4. Comparación de resultados.

Según el gráfico 4, se observa que en relación a la pre evaluación ambas metodologías tanto teórica como práctico con el simulador PhET hubo mejores en la comprensión de los estudiantes. Sin embargo, después de la practica con el simulador esta mejora fue más notoria, llegando a los picos más altos de puntaje, sin ningún desaprobado. Demostrando la dificultad de los estudiantes para aprender desde la metodología tradicional y, asimismo, los beneficios en su aprendizaje mediante otras metodologías más interactivas.

Análisis por capacidad de la evaluación final

Para analizar el nivel de rendimiento sobre la competencia “Indaga mediante métodos científicos, para construir conocimientos” se desarrolló la evaluación final, una prueba prescrita tipo investigación. De lo cual, se obtuvo los siguientes resultados.

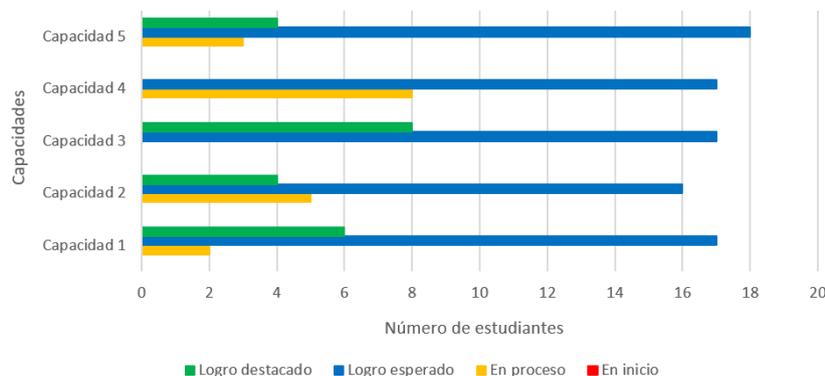


Figura 5. Comparación de niveles por capacidades.

La capacidad 1, constituye la base de toda investigación delimitando el tema a desarrollar y según el gráfico 5 se observa que un 68% de los estudiantes consiguió el logro esperado, un 24% el logro destacado y solamente un pequeño grupo del 8% está en proceso. Lo que significa que los estudiantes no tienen muchas dificultades formular preguntas de investigación y plantear hipótesis con conocimientos científicos, aunque siguen teniendo dificultades para reconocer las variables investigadas y establecer relación entre ellas.

La capacidad 2, representa la metodología a desarrollar de una investigación y según el gráfico 6, se observa que un 64% está en logro esperado, un 16% en logro destacado y los estudiantes en proceso aumentaron al 20%. Lo que significa que los estudiantes presentan más dificultades para fundamentar los objetivos de la investigación, no obstante, les resulta sencillo reconocer los materiales a utilizar y los procedimientos que se ejecutaran, para responder a la pregunta de investigación.

La capacidad 3, compone la obtención de los datos brutos para una investigación y según el gráfico 7, un sorprendente porcentaje del 32% está en logro destacado, estando el resto en logro esperado. Lo que significa que el simulador les da a los estudiantes la facilidad para el recojo de datos cualitativos y cuantitativos, al poder manipular las variables libremente y observar inmediatamente los efectos ocurridos, así como la capacidad para organizar los datos en tablas y gráficas.

La capacidad 4, identifica la habilidad del estudiante para analizar los datos obtenidos y según el gráfico 8, la situación es más preocupante al tener un porcentaje del 32% en proceso y el resto en logro esperado, sin ningún estudiante que alcance el logro destacado. Lo que significa que los estudiantes tienen más dificultades para establecer relación entre los datos obtenidos, comparando y contrastando la información para encontrar un resultado que refute su hipótesis y elabore conclusiones equilibradas.

La capacidad 5, manifiesta la habilidad de comunicación de los estudiantes para transmitir los resultados de su investigación de forma clara y ordenada, donde según el gráfico 9 un elevado porcentaje del 72% está en logro esperado, un 16% en logro destacado y el 12% en proceso. Lo cual significa que los estudiantes tienen una buena capacidad de redacción y comunicación por medios virtuales o presenciales, independientes del simulador PhET, dado a que este no está destinado para ese objetivo.

En síntesis, se logra observar que el mejor rendimiento de los estudiantes se dio en la capacidad 3, puesto que “los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre los cambios que efectúan sobre el software” (Pérez et al. 2020) Ello permite a los estudiantes manipular las variables del simulador con libertad, logrando reconocer con mayor facilidad datos cualitativos y cuantitativos. De otra mano, los resultados más bajos se dieron en la capacidad 4, debido a que, “la física tiene muchos conceptos abstractos que los estudiantes no pueden entender fácilmente” (Correi et al. 2019) lo que dificulta en análisis de los datos al no reconocer relación entre ellos.

Evaluación de la competencia

La evaluación de las competencias de desarrollo en base a la escala de logros de aprendizaje para educación básica regular propuesto por el Ministerios de Educación [12]. Tal como se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3

Escala de calificación en el nivel secundaria

| ESCALA DE CALIFICACIÓN NIVEL SECUNDARIA | | |
|---|-----------------|---|
| CALIFICACIÓN | LOGROS | DESCRIPCIÓN |
| 20 - 18 | Logro destacado | Cuando el estudiante evidencia el logro de los aprendizajes previstos, demostrando incluso un manejo solvente y muy satisfactorio en todas las tareas propuestas. |
| 17 - 14 | Logro esperado | Cuando el estudiante evidencia el logro de los aprendizajes previstos en el tiempo programado. |
| 13 - 11 | En proceso | Cuando el estudiante está en camino de lograr los aprendizajes previstos, para lo cual requiere acompañamiento durante un tiempo razonable para lograrlo. |
| 10 - 00 | En inicio | Cuando el estudiante está empezando a desarrollar los aprendizajes previstos o evidencia dificultades para el desarrollo de éstos y necesita mayor tiempo de acompañamiento e intervención del docente de acuerdo con su ritmo y estilo de aprendizaje. |

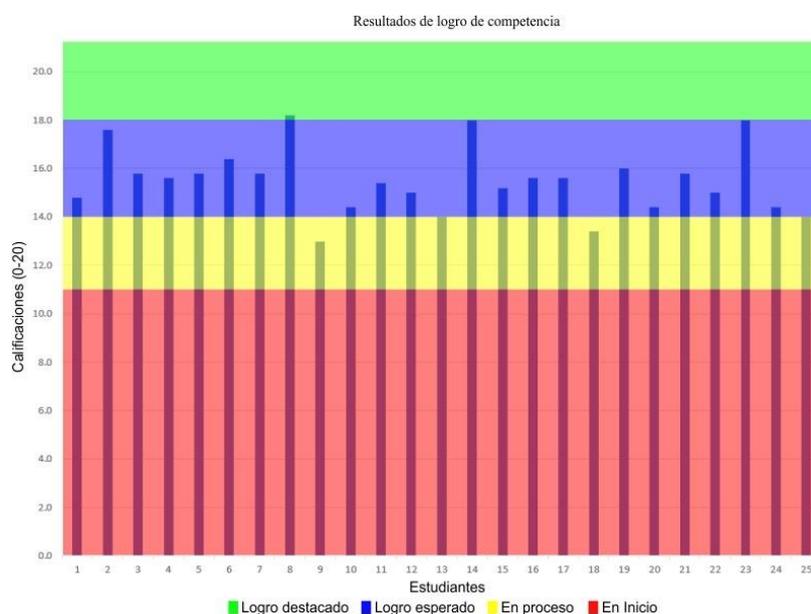


Figura 6. Evaluación del simulador interactivo PhET.

En el gráfico 6 se observa el nivel del rendimiento de cada estudiante en la competencia “Indaga mediante métodos científicos, para construir sus conocimientos” teniendo en cuenta el promedio total de las puntuaciones alcanzadas en cada capacidad. De lo cual se observa que, ningún estudiante se encuentra en inicio, solamente un estudiante en proceso, 21 estudiantes en logro esperado y 3 estudiantes en logro destacado. Ello demuestra el potencial del simulador para mejorar las habilidades de los estudiantes en la competencia, siendo capaces de producir su propio conocimiento, a través de la indagación y experimentación, utilizando métodos científicos, “provocando en los estudiantes un aumento en los niveles de carga cognitiva produciendo un mayor almacenamiento de información reflejado en la mejora del aprendizaje” (Maraza, 2022)

Validación de la hipótesis

A continuación, se desarrollan un conjunto de procedimientos estadísticos que nos permitirán determinar si los resultados de la investigación son el producto de efectos aleatorios o reales, para ello procederemos a validar la hipótesis expuesta al inicio de la metodología, tal como se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Validación de la hipótesis

| Hipótesis | Parámetro | Descripción |
|---|------------|--|
| Hipótesis nula (H ₀) | $P > 0.05$ | La aplicación del simulador interactivo PhET, no contribuye al desarrollo de la competencia "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos" en los estudiantes de la asignatura de física. |
| Hipótesis alternativa (H _A) | $P < 0.05$ | La aplicación del simulador interactivo PhET contribuya al desarrollo de la competencia "Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos" en los estudiantes de la asignatura de física. |
| Alfa | 0.05 | |

Tabla 5

Prueba t – validación de hipótesis

| | Pre Evaluación | Evaluación final |
|--|-------------------|------------------|
| Media | 8.52 | 15.488 |
| Varianza | 8.593333333 | 1.89693333 |
| Observaciones | 25 | 25 |
| Coefficiente de correlación de Pearson | 0.502132461 | - |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | - |
| Grados de libertad | 24 | - |
| Estadístico t | -13.73357567 | - |
| P(T<=t) una cola | 0.000000000000364 | - |
| Valor crítico de t (una cola) | 1.71088208 | - |
| P(T<=t) dos colas | 0.000000000000729 | - |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.063898562 | - |
| P < 0.05 | | |

Discusión

En la educación una simulación requiere que el estudiante desarrolle destrezas en los niveles de: aplicación, análisis y síntesis; en los que se ve implicado la toma de decisiones, evaluar alternativas y resultados para reevaluar las decisiones tomadas (Carniel & Ávila, 2008, p.8). Ello define a los simuladores como una excelente estrategia educativa para el proceso de aprendizaje en los estudiantes sobre distintos ámbitos y temas a través de la práctica y la retroalimentación instantánea. Sin embargo, el modelo pedagógico que maneja no promueve completamente el desarrollo de habilidades blandas e incluso fomenta el sedentarismo. Sin embargo, a través de la experimentación realizada se ha podido determinar que el uso de los simuladores PhET permiten desarrollar el trabajo colaborativo e interactivo.

El uso de los simuladores interactivo PhET forman parte del proceso de globalización, a través de la tecnología, creando ambientes digitales para unir a todo el mundo sin límites geográficos. Por ello, "cualquier expresión del medio digital es parte de nuestra cultura y debe formar parte de la formación de las personas del siglo XXI" (Gros, 2008, p.9). Asimismo, en la investigación desarrollada los resultados permiten evidenciar el logro de competencias indagatorias para que el estudiante se puede desenvolver en un mundo globalizado.

Una característica que poseen todos los simuladores es su capacidad para proteger a sus usuarios en situaciones que suponen un riesgo en la vida real, transformando la realidad en un mundo digital libre de peligros, así afirman Contreras & Carreño (2011) “Eliminan riesgos que se presentan en la interacción con la realidad tanto para los estudiantes como para los dispositivos, lo que permite centrarse en el aspecto de la realidad que se va a estudiar” (p.109) Ello configura un ambiente seguro para los usuarios y les permite interactuar con sus características libremente sin la necesidad de preocuparse por post efectos, con el fin de mejorar la experiencia del usuario dentro del simulador.

Según Maraza (2020) es necesario “proponer estándares en términos de indicadores de comportamiento de aprendizaje para ser analizados en entornos virtuales de aprendizaje con el fin de desarrollar mejores predicciones para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje” (p. 147) Por ello es necesario que los educadores estén a la par de los nativos digitales para ayudarlos en su formación con herramientas innovadoras. Asimismo, tienen el rol de guiar a los estudiantes presentando las ventajas y desventajas que suponen el uso de estas herramientas digitales, así como estableciendo parámetros de control para reducir los efectos negativos que puedan originarse en los estudiantes.

La responsabilidad en los estudiantes se ve representada a través de la ciudadanía digital con el uso que les dan a los simuladores, en concordancia con Contreras et al. (2010) Los estudiantes hacen uso de los simuladores de manera independiente y es necesario que le den utilidad para su estudio (p.31) Entonces, el uso responsable y medido del simulador es fundamental para asegurar un aprendizaje óptimo que no ocasiona efectos adversos en los estudiantes que en ocasiones resultan adictivos, así como la adquisición de simuladores respetando la propiedad intelectual de los creadores del software.

Los entornos virtuales de aprendizaje para el uso educativo representan un desafío para sus desarrolladores, dado que necesitan cumplir altos estándares que velen por su confiabilidad (Maraza, 2022) Refutando lo dicho, un sistema TI destinado a la educación tiene que asegurar la confiabilidad de la información. En especial el simulador tiene que presentar datos certeros y actualizados sobre los sucesos de su plataforma, así como una interfaz intuitiva y un buen funcionamiento de todas sus aplicaciones. Asimismo, debe ocupar un mínimo de recursos para ser accesible en los distintos procesadores con el fin de reducir la brecha digital.

Conclusiones

El uso de simuladores contribuye al desarrollo de la competencia “Indaga, mediante métodos científicos para construir conocimientos” en los estudiantes de la asignatura de física, puesto que se demostró una mejora significativa en los resultados de la investigación. Prueba de ello son los resultados obtenidos, donde el 100% de los estudiantes mejoran el logro de la competencia y diferentes capacidades como: Problematizar situaciones para hacer indagación, diseñar estrategias para hacer indagación, generar y registrar datos o información, Analizar datos e información y evaluar y comunicar el proceso y resultados de indagación.

Se identificó un gran progreso en sus habilidades para el desarrollo de la competencia. Producto de ello, son 3 estudiantes en el nivel de rendimiento de logro destacado, 21 estudiantes en logro esperado y solamente 1 estudiante en proceso de aprendizaje. De ahí los efectos positivos del simulador interactivo PhET, el cuál ha demostrado satisfactoriamente su gran potencial en la educación para la enseñanza de dichas materias, dado que, “los laboratorios virtuales pueden llevar a los alumnos a planificar y realizar experimentos” (Chen, 2014) lo que favorece en gran medida a su propia producción de conocimientos en base a la experiencia de los estudiantes.

Los educadores tienen la responsabilidad de adecuarse a las nuevas tecnologías, para usarlas como métodos de enseñanza didácticas en una sociedad digitalizada, asimismo, los estudiantes tienen la responsabilidad de darle un uso adecuado al simulador en favor a su aprendizaje y finalmente, los proveedores del software tienen que brindar confiabilidad y seguridad a sus usuarios con la información que se da y recibe.

Las implicaciones que el trabajo de investigación produce en el aspecto educativo es la reducción de la brecha digital y promover la igualdad de acceso, mejorando la comprensión de los procesos, optimizando los aprendizajes, otro impacto ético en lo ambiental es que se han reducido el uso de papel evitando la tala de árboles y en cuanto a impactos económicos se puede promover emprendimientos a través del uso de los simuladores, mejorando la economía de la población.

Referencias

- Álvarez Muñoz, J. S., y Hernández Prados, M. A. (2016). In-Service Education of Science Teachers Virtual Simulators as a Resource for Experimental Work. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 19(3), 209–217. Consultado el 10 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.6018/reifop.19.2.253691>
- Ben Ouahi, M., Ait Hou, M., Bliya, A., Hassouni, T., y Al Ibrahim, E. M. (2021). The effect of using computer simulation on students' performance in teaching and learning physics: Are there any gender and area gaps? *Education Research International*, 2021, 10. Consultado el 10 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6646017>
- Cabero Almenara, J., & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Revista Prisma Social*, (17), 343–372. Consultado el 10 de julio de 2022. <https://www.redalyc.org/pdf/3537/353749552015.pdf>
- Carrasco Vidal, J. I. (2020). Influencia de la aplicación del método científico en el logro de la competencia Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos en los estudiantes de tercer grado de primaria de la Institución Educativa 14132 Las Lomas. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Piura. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2816>
- Casadei Carniel, L., Cuica Ávila, M., Debel Chourio, E., y Alvarez Vargas, Z. (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en física/Simulation as Physics learning tool. *Actualidades Investigativas En Educación*, 8(2), 27. Consultado el 02 de noviembre del 2021. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/9335>
- Chotimah, C., y Festiyed. (2020). A meta-analysis of the effects of using PhET interactive simulations on student's worksheets toward senior high school students learning result of physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1). Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012093>
- Contreras Gelves, G. A., García Torres, R., y Ramírez Montoya, M. S. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Revista Apertura*, 2(1). Consultado el 10 de julio del 2022. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5547092>
- Contreras, G., y Carreño, P. (2011). Simuladores en el ámbito educativo: un recurso didáctico para la enseñanza. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 13(25), 107–130. Consultado el 10 de julio del 2022. <http://www.revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1313>
- Correia, A. P., Koehler, N., Thompson, A., y Phye, G. (2019). The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students' perceptions. *Research in Science and Technological Education*, 37(2), 193–217. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1487834>
- Cruz Loaiza, E. (2020). Aprendizaje significativo del área de ciencias y tecnología (Física), a través de laboratorio y simulación en el software Phet en estudiantes del 5° grado de secundaria I.E [Universidad Nacional de San Antonio Abad Cusco]. In *Angewandte Chemie International Edition*. Consultado el 08 de noviembre del 2021. <http://200.48.82.27/handle/20.500.12918/5536>
- Darko Agyei, E. (2019). Tracking the Development of Pre-Service Teachers' Competencies for Integrating Information and Communication Technology in the Teaching of High School Physics in Ghana [Universidad Bloemfontein]. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://scholar.ufs.ac.za/handle/11660/9981>
- Díaz Pinzón, J. E. (2017). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 48–63. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.18359/reds.2011>
- Eveline, E. (2019). The Effect of Scaffolding Approach Assisted by PhET Simulation on Students' Conceptual Understanding and Students' Learning Independence in Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012036>
- Fuentes, R. y Herrera, S. (2002). Tecnología, Cognición y Aprendizaje: Construcción Educativa de Realidades Mediante la Simulación Computacional. Versión, estudios de comunicación y política (12). Consultado el 02 de noviembre del 2021. <http://web.udg.es/tiec/orals/c38.pdf>
- International Baccalaureate Organization. (1968). Programa del diploma, Recopilatorio de exámenes en la asignatura de física. Gales: IBO
- Inzunza, J. C. (2007). Física: introducción a la mecánica y calor. Concepción: Universidad de Concepción. Consultado el 08 de noviembre del 2021. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/2044>
- Maraza Quispe, B., Alejandro Oviedo, O. M., Choquehuanca Quispe, W., Cayturo Silva, N., & Herrera Quispe, J. (2020). Towards a Standardization of Learning Behavior Indicators in Virtual Environments. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(11), 146–152. Consultado el 17 de julio del 2022. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111119>

Maraza Quispe, B., Alejandro Oviedo, O. M., Fernandez Gambarini, W. C., Cuadros Paz, L. E., Choquehuanca Quispe, W., & Rodriguez Zayra, E. (2022). Analysis of the Cognitive Load Produced by the Use of Subtitles in Multimedia Educational Material and Its Relationship with Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(8), 732–740. Consultado el 17 de julio del 2022. <https://doi.org/10.18178/IJMET.2022.12.8.1678>

Maraza Quispe, B., Valderrama Chauca, E. D., Cari Mogrovejo, L. H., Apaza Huanca, J. M., & Sanchez Ilabaca, J. (2022). A predictive model implemented in knime based on learning analytics for timely decision making in virtual learning environments. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2), 91–99. Consultado el 17 de julio del 2022. <https://doi.org/10.18178/IJMET.2022.12.2.1591>

Ministerio de Educación. (2017). Módulo I Didáctica De La Ciencia Mundo Físico Área: Ciencia, Tecnología Y Ambiente. 33. Lima: Currículo Nacional de la Educación Básica. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-trujillo/ciencias-ambientales/modulo-i-ctaciencia-tecnologia-ambiente/26822485>

Pérez Higuera, D. G. (2020). Estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales para potenciar habilidades en la solución de problemas de física orientada a estudiantes de grado undécimo [Tesis de maestría: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Consultado el 08 de noviembre del 2022. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3725>

Pérez Higuera, G.D., Niño Vega, J. A., y Fernández Morales, F. H. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física. *Aibi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(3), 17–23. Consultado el 08 de noviembre del 2022. <https://doi.org/10.15649/2346030x.863>

Pérez Vásquez, B. L. (2019). El uso del simulador tecnológico Phet, para potenciar el aprendizaje activo en física en telesecundaria [Ensayo de prácticas profesionales, Escuela Normal Rural Carmen Serdán]. Acervo digital educativo México. Consultado el 08 de noviembre del 2021. <https://acervodigitaleducativo.mx/handle/acervodigitaledu/48179>

Putranta, H., y Kuswanto, H. (2018). Improving Students' Critical Thinking Ability Using Problem Based Learning (PBL) Learning Model Based on PhET Simulation. *SAR Journal*, 1(3), 77–87. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.18421/SAR13-02>

Rodríguez Abril, P. L., Rodríguez Hernández, A. A., y Avella Forero, F. (2021). Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de física en la educación media. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 219–237. Consultado el 08 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1401>

Taibu, R., Mataka, L., y Shekoyan, V. (2021). Using PhET simulations to improve scientific skills and attitudes of community college students. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(3), 353–370. Consultado el 10 de noviembre de 2021. <https://doi.org/10.46328/IJEMST.1214>

Tejeiro Salguero, R., Pelgrina del Rio, M., y Gómez Vallecillo, J. L. (2009). Efectos psicosociales de los videojuegos. *Comunicación: revista Internacional de Comunicación Audiovisual, Publicidad y Estudios Culturales*, 1(7), 235–250. Consultado el 04 de julio del 2022. <https://idus.us.es/handle/11441/58204>

Tiberghien, A. (1989). Dificultad en el aprendizaje de la Física: la estructuración del mundo material en Física y en la vida cotidiana. *Revistas de la Universidad Nacional de Córdoba*, 1, 228–239. Consultado el 28 de junio del 2022. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/download/16108/15939>

Trujillo Yaipen, W. M. (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”, Chiclayo 2018. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Consultado el 08 de noviembre del 2021. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/784823>

Tsokos, K. A. (2014). *Physics for the IB Diploma* (6ta ed.). Cambridge: Cambridge University Press

Tuesta Calderón, N. D. (2019). La rúbrica como instrumento de evaluación de la competencia de indagación científica. *Revista ConCiencia EPG* 6(1), 24 - 35. Consultado el 24 de junio del 2022. <https://doi.org/10.32654/CONCIENCIAEPG.6-1.2>

University of Colorado (2002). Simulador Interactivo PhET [Software]. Consultado el 15 de octubre del 2021. https://phet.colorado.edu/es_PE/

Vidal Ledo, M., Avello Martínez, R., Rodríguez Monteagudo, M., y Menéndez Bravo, J. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 33(4), 37-49. Consultado el 10 de julio del 2022. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412019000400008&lng=es&tlng=es

Villavicencio Vera, J. J. (2021). Implementación del Laboratorio Virtual basado en Simulación PhET para la mejora del rendimiento académico en la asignatura de Física. Estudio de caso: Unidad Educativa José Domingo de Santistevan [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Monterrey]. Repositorio Tecnológico de Monterrey. Consultado el 08 de noviembre del 2021. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/637309>

Yuliati, L., Riantoni, C., y Mufti, N. (2018). Problem solving skills on direct current electricity through inquiry-based learning with PhET simulations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 123–138. Consultado el 10 de noviembre del 2021. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1149a>