



**UNIVERSIDAD DE OTAVALO**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**

**IMPACTO DEL USO DE SIMULADORES VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE ENSEÑANZA DE LA UNIDAD DE ELECTRICIDAD  
EN ESTUDIANTES DE SEGUNDO DE BACHILLERATO DE LA  
UNIDAD EDUCATIVA ISLA SANTA ISABEL DEL AÑO LECTIVO  
2021- 2022.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN**

**ING. TABITA QUILUMBAQUÍN ANTAMBA.  
ING. EDWIN MAURICIO RUIZ RUIZ**

**TUTOR: PHD. JAVIER COLLADO RUANO**

**OTAVALO, ENERO, 2022**



**UNIVERSIDAD DE OTAVALO**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**

**IMPACTO DEL USO DE SIMULADORES VIRTUALES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LA UNIDAD DE ELECTRICIDAD EN ESTUDIANTES DE SEGUNDO DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA ISLA SANTA ISABEL DEL AÑO LECTIVO 2021- 2022.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGISTER EN EDUCACIÓN**

**Ing. Tabita Quilumbaquín Antamba.**

**Ing. Edwin Mauricio Ruiz Ruiz.**

**TUTOR: PhD. Javier Collado Ruano**

**OTAVALO, ENERO, 2022.**

---

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, **TABITA QUILUMBAQUIN ANTAMBA Y EDWIN MAURICIO RUIZ RUIZ**, declaramos que este trabajo de titulación: Impacto del uso de simuladores virtuales en el proceso de enseñanza de la unidad de electricidad en estudiantes de segundo de bachillerato de la unidad educativa Isla Santa Isabel del año lectivo 2021- 2022 es de nuestra total autoría y que no ha sido previamente presentado para grado alguno o calificación profesional. Así mismo declaramos que dicho trabajo no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo como autores la responsabilidad ante las reclamaciones que pudieran presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de cualquier responsabilidad al respecto.

Que de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social, conocimientos, creatividad e innovación, concedemos a favor de la Universidad de Otavalo licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, conservando a nuestro favor los derechos de autoría según lo establece la normativa de referencia.

Se autoriza además a la Universidad de Otavalo para la digitalización de este trabajo y posterior publicación en el repositorio digital de la institución, de acuerdo a lo establecido en el artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior. Por lo anteriormente declarado, la Universidad de Otavalo puede hacer uso de los derechos correspondientes otorgados, por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



---

**TABITA QUILUMBAQUIN ANTAMBA**  
**C.I. 100349053-7**



---

**EDWIN MAURICIO RUIZ RUIZ**  
**C.I. 100322265-8**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Certifico que el trabajo de investigación titulado “Impacto del uso de simuladores virtuales en el proceso de enseñanza de la unidad de electricidad en estudiantes de segundo de bachillerato de la unidad educativa Isla Santa Isabel del año lectivo 2021- 2022”, bajo mi dirección y supervisión, para aspirar al título de Magister en Educación en I Cohorte de los estudiantes Tabita Quilumbaquin Antamba y Edwin Mauricio Ruiz Ruiz, cumple con las condiciones requeridas por el programa de maestría.

En Otavalo, a los 07 días del mes de octubre de 2020.



Tutor del Trabajo de Titulación

PhD. Javier Collado Ruano

CC. 0151653888

## **DEDICATORIAS**

Dedicado a mi familia, por el apoyo durante todo este hermoso proceso de superación profesional y personal.

A mis estudiantes, por quienes he obtenido experiencias maravillosas que me han hecho crecer profesionalmente, para ellos siempre lo mejor que un docente puede querer, su formación y el mejor porvenir.

### **Tabita Quilumbaquin Antamba**

Dedicado a mi familia, en especial a mi hija y mi esposa, gracias por el apoyo durante todo este hermoso proceso de superación profesional y personal.

A mis estudiantes, por quienes he obtenido experiencias maravillosas que me han hecho crecer profesionalmente, para ellos siempre lo mejor que un docente puede querer, su formación y el mejor porvenir

### **Edwin Mauricio Ruiz Ruiz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Un sincero agradecimiento a la Universidad de Otavalo y a toda la planta docente por los conocimientos impartidos, valoramos sus esfuerzos por continuar con la educación durante esta situación de pandemia que vivimos.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis el PhD. Javier Collado por estar siempre pendiente de mi trabajo investigativo que gracias a su aporte como asesor me ayudó a mejorar cada detalle.

Finalmente debo manifestar mi profundo afecto a todos mis compañeros de la I Cohorte de la maestría en Educación, ustedes también fueron parte de este proceso exitoso de aprendizaje.

**Tabita Quilumbaquin Antamba**

Un sincero agradecimiento a la Universidad de Otavalo y a toda la planta docente por los conocimientos impartidos, valoramos sus esfuerzos por continuar con la educación durante esta situación de pandemia que vivimos.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis el PhD. Javier Collado por estar siempre pendiente de mi trabajo investigativo que gracias a su aporte como asesor me ayudó a mejorar cada detalle.

Finalmente debo manifestar mi profundo afecto a todos mis compañeros de la I Cohorte de la maestría en Educación, ustedes también fueron parte de este proceso exitoso de aprendizaje.

**Edwin Mauricio Ruiz Ruiz.**

## RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de analizar el impacto que tiene el uso de simuladores virtuales en la enseñanza. Para ello, se han realizado prácticas relacionadas con el tema de electricidad de la unidad de Física. El tema de estudio ha sido seleccionado debido a su complejidad y considerando el interés de los estudiantes mostrado en la encuesta realizada al inicio del año lectivo 2021 – 2022 sobre temas de interés para estudiantes del segundo año de bachillerato en la asignatura de física. En la encuesta realizada los estudiantes mostraron mayor interés en el tema de electricidad con un 65,2 % de la población.

La metodología utilizada en la investigación es del tipo experimental y para esto se han formado dos grupos A y B. El grupo A, denominado grupo de control, recibió clases de forma tradicional, mientras que el grupo B, denominado experimental, recibió clases con el uso del simulador de circuitos eléctricos de la plataforma PhET. Para realizar el análisis se ha comparado el rendimiento académico que presentan los estudiantes tanto del grupo A como del grupo B. Para ello, se han elaborado dos pruebas a aplicarse cada grupo: Un pre test, el cual sirve como un diagnóstico de los conceptos que el estudiante conoce; y un post test, el cual evalúa el conocimiento adquirido al final de la unidad didáctica. El análisis mostró que el uso del laboratorio virtual ofrece un mejor rendimiento en el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente se presenta una encuesta en la cual se aprecia la valoración de los estudiantes sobre el uso de simuladores virtuales. Los resultados obtenidos indican que el 73,9 % de los estudiantes del grupo B consideran que el uso de simuladores virtuales es muy beneficioso para las clases y por último el 73,9% recomienda el uso de simuladores virtuales en otras asignaturas.

**Palabras clave:** Enseñanza, simuladores, laboratorios, virtual, electricidad

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to analyze the impact of the use of virtual simulators in teaching. For this purpose, practices related to the topic of electricity of the Physics unit have been carried out. The topic of study has been selected due to its complexity and considering the interest of students shown in the survey conducted at the beginning of the school year 2021 - 2022 on topics of interest to students in the second year of high school in the subject of physics. In the survey conducted, students showed greater interest in the subject of electricity with 65.2% of the population.

The methodology used in the research is of the experimental type and for this purpose two groups A and B have been formed. Group A, called the control group, received classes in the traditional way, while group B, called the experimental group, received classes with the use of the electrical circuit simulator of the PhET platform. In order to carry out the analysis, the academic performance of the students in both groups A and B was compared. For this purpose, two tests were elaborated for each group: a pre-test, which serves as a diagnosis of the concepts that the student knows; and a post-test, which evaluates the knowledge acquired at the end of the didactic unit. The analysis showed that the use of the virtual laboratory offers a better performance in student learning.

Finally, a survey is presented in which the students' evaluation of the use of virtual simulators is shown. The results obtained indicate that 73.9% of the students in group B consider that the use of virtual simulators is very beneficial for the classes and finally 73.9% recommend the use of virtual simulators in other subjects.

**Keywords:** Teaching, simulators, laboratories, virtual, electricity.

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido a que la Unidad Educativa Isla Santa Isabel es una institución que tramitó la creación del bachillerato general unificado e inició su primera promoción en el año 2017, esta no cuenta con infraestructura ni equipamiento necesarios para el laboratorio de física. Al existir recursos limitados para la enseñanza de la asignatura mencionada, en particular para el tema de electricidad, los estudiantes tienen dificultades para adquirir las destrezas que la unidad requiere.

Los limitados recursos que posee la institución se encuentran en bodega y solo sirven para realizar pocos experimentos principalmente orientados a la unidad de dinámica, además surge el problema de que los estudiantes deben realizar las prácticas en grupos numerosos limitando de este modo el aprendizaje de algunos estudiantes por el hecho de no poder intervenir en las mismas. Se considera también que la institución al estar ubicada en la zona de Intag perteneciente a la parroquia García Moreno del cantón Cotacachi en el caso de requerir materiales específicos no existen locales aledaños que expendan estos recursos para las prácticas de laboratorio relacionados con la unidad de electricidad.

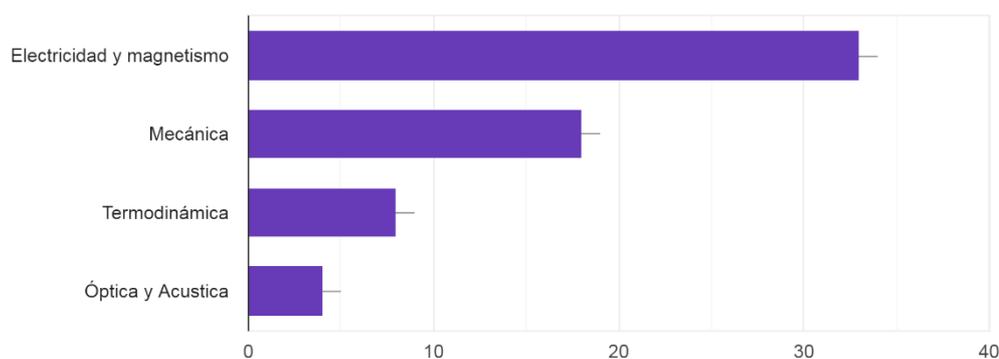
Se debe mencionar que la actual situación de la educación, afectada por la pandemia, ha llevado a que la institución trabaje de forma mixta, es decir, las clases se dictan de forma presencial y virtual, y los estudiantes solo pueden recibir 40 minutos de clase (de cualquier materia). Esta situación particular se toma en cuenta para la elaboración de las planificaciones de las clases y ello facilita el estudio de los grupos.

Ante lo expuesto el tema de estudio ha sido seleccionado debido a su complejidad y considerando el interés de los estudiantes mostrado en la encuesta realizada al inicio del año lectivo 2021 – 2022.

Figura 1: Tema de interés de los estudiantes

Del siguiente listado seleccione el tema que más despierta su interés, todas están dentro de la asignatura de física.

43 respuestas



Fuente: Resultado de la encuesta.

El resultado de la encuesta aplicada demuestra que el tema que despierta mayor interés en los alumnos es la unidad de electricidad y magnetismo con alrededor del 76,6 % de estudiantes; el tema con el segundo lugar de interés para los estudiantes es la unidad de mecánica con el 41,9 % seguido de la unidad de termodinámica con el 18,6% y por último se ubica la unidad de óptica y acústica con el 9,3% de interés por parte de los estudiantes.

En relación a las prácticas para la unidad de electricidad, estas se realizan siempre con precaución y supervisión ya que se corre el peligro de lesiones físicas como electrocuciones producidas por malas conexiones que se dan por la falta de atención que los estudiantes

prestan a las indicaciones. Cabe recalcar que el costo de adquisición de los materiales para la realización de estas prácticas es asumido por el estudiantado en su totalidad.

“La importancia de las prácticas de laboratorio es el momento más oportuno para que el estudiante compruebe con hechos las teorías que se aprenden en clases, además de que esto aumenta el interés de los estudiantes, por lo que favorece su aprendizaje” (Encalada & Pavón, 2016, p. 92). Notemos que la mayoría de conceptos que ayudan a describir lo que nos rodea llegan al entorno del estudiante en aspectos netamente teóricos, sin que éstos tengan la oportunidad de comprobar o refutar su validez mediante la experimentación, lo cual conlleva a que el sujeto antes mencionado tienda a desempeñar un rol pasivo en el proceso de aprendizaje e incluso pierda por completo el interés por las temáticas que se están tratando.

Ante lo mencionado, se ha considerado pertinente aprovechar el desarrollo que han tenido las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). En el sector educativo encontramos un amplio catálogo de recursos digitales que se pueden emplear en las aulas. Dentro de estos encontramos los simuladores y laboratorios virtuales que pueden apoyar en la ejecución de experimentos de forma rápida, segura, con cero costos y con resultados similares o incluso mejores de los que se obtienen al realizar las prácticas en los laboratorios bien equipados.

### **La enseñanza con las TICs.**

La enseñanza es la transición de la información entre educador y educando mediante comunicación directa o apoyada en la utilización de medios auxiliares que en la actualidad pueden ser las plataformas virtuales. Según García & Muñoz, (2014) “Su principal objetivo es lograr que en los individuos se genere conocimiento, además de desarrollar habilidades y capacidades que le permitan enfrentar situaciones nuevas de manera adaptativa, de apropiación y creadora de la situación de su entorno.” (p.43)

Una de las habilidades de mayor relevancia es la gestión adecuada de las herramientas tecnológicas para la resolución de diferentes problemas, puesto que estos disminuyen el tiempo empleado en el desarrollo de la actividad, ello también forma parte del objetivo de la enseñanza, lo que conlleva a que el sistema educativo se vea en la necesidad de incorporar en su proceso de enseñanza el uso de las herramientas Tics con el fin de aprovechar las bondades de los mencionados recursos. Tal como es corroborado por las siguientes investigaciones.

Cabero (2010) establece una serie de aspectos mostrando las numerosas posibilidades de las TIC para incidir en la formación de los alumnos/as, como son: ampliación de la oferta de información, creación de entornos más flexibles para que se produzca el aprendizaje, supresión de las barreras tanto espaciales como temporales, aumento de las formas de comunicación, potenciación de entornos interactivos, favorecer el aprendizaje de forma independiente, nuevas vías de orientación y tutorización, etc. (Guerrero, López, & Rojano, 2018, p. 80).

Con estos vastos beneficios que presenta el abordaje de los temas en el proceso de enseñanza utilizando las TICs se espera un mejor aprendizaje debido a que se reducen las barreras de acceso a herramientas, manipulación virtual de objetos en la práctica y facilidades para la comunicación docente – estudiante.

Otra de las investigaciones menciona que “Las TIC han demostrado que son una forma de innovación educativa que sirven como medios y vehículos procedimentales para fortalecer los procesos de enseñanza - aprendizaje de múltiples conocimientos académicos” (Collado, 2020, p. 43). En este sentido se torna sumamente imprescindible contar con estas herramientas en la educación, puesto que el uso de las TIC en la enseñanza se convierte en un recurso que debe aplicarse ya que este es un recurso más que facilita la comprensión del

contenido para el estudiante y por ende no se debe dejar de lado y tampoco debe ser tomado a la ligera.

Según Vidal, (2019) que defiende el “aprovechar este instrumento en el proceso de enseñanza y aprendizaje tiene muchas más ventajas de las que podemos imaginar y está más al alcance de nuestra mano de lo que cabría pensar” (p. 20). Lo mencionada va en relación con el uso de los celulares en el aula y aunque el uso de los mencionados parezca contradictorio no se puede negar que este tipo de dispositivos forman parte de nuestra vida diaria pasando a ser una herramienta más que debe ser aprovechada en el aula de clase con el fin de garantizar el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el proceso de enseñanza educativa.

“Uno de los principales retos en el que debe enfocarse el sistema educativo ecuatoriano es en conseguir un adecuado nivel de contenidos educativos digitales. Aunque muchas de las veces resultan aspectos complejos como: su diseño, implementación, almacenamiento y difusión” (Muñoz, García, Mena, Erazo, 2020, p.793). Esto por el vertiginoso avance en materia tecnológica de la comunidad educativa internacional que hoy en día tiene relación al uso de las herramientas Tics en el aula.

### **Prácticas de laboratorio.**

La consolidación de los conocimiento de los estudiantes empleando la parte práctica de las asignaturas del área de las ciencias naturales preocupa a los docentes y autoridades de la unidad educativa Isla Santa Isabel, ya que se ha considerado imprescindible complementar la enseñanza teórica del aula con la ejecución de experimentos El currículo nacional de educación correspondiente a bachillerato sugiere complementar la teoría con la práctica como parte imprescindible en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por tal motivo este incluye en sus objetivos la realización de experimentos para el análisis de fenómenos de la naturaleza. (Ministerio de educación, 2016).

Como mencionan Gargiulo & Gomez (2016) “las prácticas de laboratorio son un medio primordial para que el estudiante comprender la materia o asignatura” (p. 17). Ello hace referencia a que no puede haber apropiación o asimilación de los contenidos teóricos por parte del estudiante sin un adecuado relacionamiento, manipulación y verificación de las temáticas revisadas en clase.

La principal ventaja de las prácticas de laboratorio es permitir al estudiante tener un mejor acercamiento al método científico, además de que el uso de laboratorio permite a la persona que estudia manipular materiales, instrumentos e ideas, desarrollando así su creatividad y su intelecto (Garcia, 2011). Es aquí donde entran en juego el empleo en el aula de los laboratorios simulados mediante las TICs. Como bien se sabe, la enseñanza no es ajena a las innovaciones tecnológicas y como se describió en la parte anterior, hay varios autores que reflexionaron sobre el uso de las TICs en el entorno educativo en pos de incentivar el uso de simuladores y sobre todo acercar a los estudiantes lo más posible a ese entorno que genere manipulación de objetos y permita relacionar la parte teórica con la parte práctica llegando de este modo a la aprehensión del conocimiento.

En lo que respecta al sistema de educación ecuatoriano, se debe mencionar que “En la última década, la mayoría de las escuelas secundarias han sido equipadas con laboratorios de computación con el fin que los estudiantes se familiaricen con la sociedad de la información y las nuevas tecnologías.” (Encalada & Pavón, 2016, p. 92). Esto representa una ventaja clara para la implementación de laboratorios virtuales para aquellas instituciones que han sido beneficiadas con el equipamiento necesario. Sin embargo, ya que se cuenta con el equipo disponible, por otro lado, el uso de celulares por parte de los estudiantes ha aumentado en los últimos años

### **Laboratorios virtuales.**

En lo referente a laboratorios virtuales Infante (2014) “considera que un laboratorio virtual es una simulación de la realidad, es decir, un experimento de laboratorio, usando los patrones descubiertos por la ciencia” (p. 918). Según lo descrito puede considerarse que un laboratorio virtual ayuda a representar un fenómeno de la naturaleza en forma digital con el fin de manipular variables y de este modo comprender de mejor manera los fenómenos de la naturaleza.

En internet se puede encontrar una cantidad impresionante de herramientas didácticas y pedagógicas que nos ayudan a mejorar el proceso de enseñanza. Una de las herramientas disponibles en la web son los laboratorios virtuales. Infante (2014) menciona que se encuentran “sitios que incluyen applets o pequeños programas que tienen como base los modelos teóricos y que, a través de ciertos elementos clave, son capaces de simular las condiciones de laboratorio” (p. 122). De tal forma que el estudiante pueda realizar múltiples experimentos, cambiando y manipulando las variables y observando las respuestas del sistema en tiempo real.

Desde un punto de vista tecnológico, los laboratorios virtuales compensan algunas de las deficiencias presentes en la educación como menciona García & Muñoz (2014) son:

Experimentos o prácticas que no pueden ser realizadas debido a los costes del equipamiento o a la falta de equipos disponibles para todos los alumnos.

La disponibilidad de las instalaciones, ya sea por espacio y/o por tiempo.

La realización de experimentos complejos y peligrosos que no son realizados debido a que pueden provocar lesiones en caso de que ocurra algún fallo.

Permite la observación de experimentos o fenómenos que ocurren muy lentamente (tras un largo periodo de tiempo: meses, años, décadas.) en segundos. (p. 922).

De la misma manera Lorandi & Hernandez (2011) mencionan algunas desventajas del uso de laboratorios virtuales las cuales se describen a continuación.

Se corre el riesgo de que el estudiante se comporte como un simple espectador, por lo que el diseño instruccional de las experiencias educativas, debe contemplar que las actividades en el laboratorio virtual vengán acompañadas de un guión, guía o manual de prácticas y procesos de evaluación que ayude a que los objetivos se cumplan.

Un laboratorio virtual, por ser una virtualización de la realidad, puede provocar en el estudiante una pérdida parcial de la visión de la realidad que se estudia. Además, no siempre se pueden simular todos los procesos reales, lo que implica una cuidadosa revisión del diseño educativo por parte de los profesores. ( p. 26).

Otra desventaja que surge según Collado (2020) por parte de los docentes, es: “La falta de formación continua de los docentes les lleva a usar las TIC como un fin, sin concebirlas como instrumentos pedagógicos que favorecen el entorno de aprendizaje de los estudiantes” (p. 22). Es imprescindible la formación del docente en la aplicación de los laboratorios virtuales para que se lleve a cabo un proceso pedagógico adecuado.

Ante lo expuesto anteriormente, se considera que las ventajas del uso de laboratorios virtuales en el aula, ayudan no solo a la construcción de la sociedad del conocimiento, sino que también reduce el riesgo físico en la realización de las prácticas, de la misma manera las desventajas que se enunciaron, pueden ser controladas con una planificación adecuada

de las prácticas a realizar en el aula y la experticia del docente en el uso de estos recursos digitales. Para el estudiante la ventaja clara es la libertad que este tiene para manipular los objetos, cambiar con relativa facilidad las variables que intervienen en la práctica, la disponibilidad del laboratorio en cualquier hora y lugar.

En relación a las prácticas de la unidad de electricidad al incluir el uso de simuladores virtuales este alivia el gasto por compras de material, el estudiante puede realizar experimentos de acuerdo a su curiosidad, además el uso elimina los riesgos físicos que se pueden dar en dichas prácticas por la manipulación incorrecta de los elementos.

### Laboratorios virtuales para física.

En el amplio catálogo de recursos digitales como son los laboratorios y simuladores virtuales, entre los más usados encontramos los siguientes.

- PhET, simulador interactivo y laboratorios virtuales para Matemáticas, Física, Química y Biología.
- Go Lab, Laboratorios gratuitos de Física, Química, Biología entre otras asignaturas.
- Biointeractive. Herramientas interactivas y laboratorios virtuales sobre Biología.
- Chem Collective. Simulaciones sobre Química para compartir con los alumnos.

Para el desarrollo de la presente investigación se ha inclinado por el uso de la plataforma del laboratorio virtuales PhET, ya que dentro de este se encuentra un gran catálogo de programas en el área de ciencias naturales y matemáticas capaces de reproducir actividades reales en el entorno virtual y todos estos recursos que presenta la plataforma son de libre acceso y gratuitas.

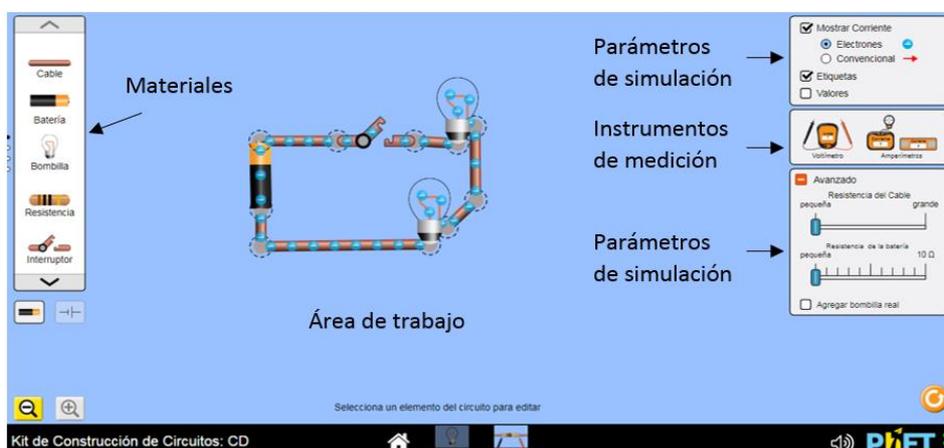
“Las simulaciones de PhET se basan en investigación educativa extensiva e involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo” (Lia, Cycin, & Nandag, 2018, p. 125). Estas claras ventajas son las razones por las que se optó por el uso de esta plataforma.

### Laboratorio PhET.

Como ya se mencionó dentro de esta plataforma existe un amplio catálogo de simuladores y laboratorios para la enseñanza de las ciencias, en la presente investigación se emplea el laboratorio de circuitos eléctricos.

En el laboratorio encontramos varios recursos que se emplean para realizar las simulaciones de la misma manera cuenta con instrumentos de medición como son: el amperímetro (para medir corriente) y el voltímetro (para medir el voltaje). En la siguiente imagen se detalla la distribución de los recursos dentro del laboratorio de circuitos eléctricos.

Figura 2: Laboratorio virtual de circuitos eléctricos PhET



## Recolección de datos.

### Prueba diagnóstica.

Para la toma de datos se han empleado las pruebas de diagnóstico con base estructurada Según el Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2015) en el Art.211. “La prueba de base estructurada es aquella que ofrece respuestas, alternas como verdadero y falso, identificación y ubicación de conocimientos, jerarquización, relación o correspondencia, análisis de relaciones, completación o respuesta breve, analogías, opción múltiple y multi-ítem de base común” (p.59). Con estas pruebas se propicia que el estudiante relacione las alternativas que se presentan con las experiencias adquiridas en clase sin que sea necesario la memorización de definiciones, procesos, entre otros.

Para la valoración o la calificación de las pruebas, se han seguido las recomendaciones que el Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural del 2015 establece. Mencionado reglamento se resume en la siguiente tabla:

Tabla 1:

Escala de calificaciones utilizada.

Escala cualitativa	Escala cuantitativa
Domina los aprendizajes requeridos.	9,00 – 10,00
Alcanza los aprendizajes requeridos.	7,00 – 8,99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos.	4,01 – 6, 99
No alcanza los aprendizajes requeridos.	≤ 4

Fuente: Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2015) p.55.

### Encuesta.

En la presente investigación se utiliza la encuesta para medir la actitud del estudiante con respecto al uso de simuladores virtuales en el proceso de aprendizaje. Para la medición de la actitud se emplea el método de Likert, esto por ser el más utilizado y de mayor facilidad de aplicación.

Según Hernández, Fernández, & Baptista, (2015) el escalamiento de Likert “consisten en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes” (p. 238). La reacción de los participantes se mide en escalas, las cuales pueden ser de tres o cinco categorías. La opción más común se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 2:

Modelo de escala de Likert

“Afirmación”				
Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista (2015) p. 239.

La opción presentada anteriormente es la utilizada para el desarrollo de la encuesta, como recomendación el participante no puede seleccionar más de dos opciones, otras consideraciones que se debe tomar en cuenta según Hernández et al. (2015) “es indispensable señalar que el número de categorías de respuesta debe ser igual para todas las afirmaciones y siempre respetando el mismo orden o jerarquía de presentación” (p. 239).

## Chi cuadrado $x^2$ .

Para conocer si existe diferencias respecto del entendimiento por parte de los estudiantes relacionado con las temáticas abordadas entre el grupo que recibió clases con simuladores vs el que recibió clases normales se ha optado por el empleo del método denominado chi cuadrado ( $x^2$ ).

En la investigación se busca validar que los resultados obtenidos en el post test en las pruebas de conocimiento del grupo experimental no fue influenciado por el azar, sino el resultado del empleo en clases del laboratorio virtual de electricidad.

El Chi cuadrado  $x^2$  es una estadística que según Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, (2014) “ayuda a adoptar la decisión más adecuada con respecto a las hipótesis, se requiere que los datos se presenten en forma de frecuencias.” (p. 291).

El procedimiento para el análisis por el método de chi cuadrado, es sencillo, se parte formando una tabla de contingencia, el cual, según Hernández et al. (2015) “es un cuadro de dos dimensiones y cada dimensión contiene una variable. A su vez, cada variable se subdivide en dos o más categorías.” (p. 319).

La fórmula para el cálculo de chi cuadrado es la siguiente:

$$x^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

Donde:

fo es la frecuencia obtenida

fe es la frecuencia esperada.

Para el manejo adecuado de la hipótesis, es decir, para aprobar la misma o desestimar, es necesario comparar los valores calculados de chi cuadrado ( $x^2_{calculado}$ ) con los valores tabulados ( $x^2_{teórico}$ ) que se encuentran en la mayoría de libros de estadística. La relación que se establece es la siguiente.

$$x^2_{teórico} < x^2_{calculado}$$

Si el valor de chi cuadrado calculado es mayor que el valor de chi cuadrado teórico, la hipótesis de investigación (Hi) es aceptada y se rechaza la hipótesis nula (Ho). En caso contrario, si el chi cuadrado teórico es mayor que el chi cuadrado calculado la hipótesis de investigación se rechaza y se acepta la hipótesis nula.

Para el uso del chi cuadrado teórico es necesario comprender los conceptos de nivel de significancia y grados de libertad.

**Nivel de significación:** El nivel de significancia “es el margen de tolerancia aceptable para establecer los límites dentro de los cuales se debe decidir si los eventos ocurren por causa del azar o por causas de la intención” (Ñaupas et al., 2014, p.289). El valor del uso más común o estándar es de 0,05, esto indica que el 5 % de los casos ocurren por el azar y el resto, el 95 % ocurre por la manipulación de la variable.

**Grados de libertad:** “Los grados de libertad son las posibilidades de libre variación que tienen las categorías de una variable.” (Ñaupas et al., 2014, p. 290).

La fórmula para el cálculo del grado de libertad es:

$$gl = (c - 1) * (f - 1)$$

Donde:

c es el número de columnas.

f es el número de filas.

Con los datos de nivel de significancia y los grados de libertad se obtiene el valor de chi cuadrado teórico, lo cual se encuentra en tablas de estadística.

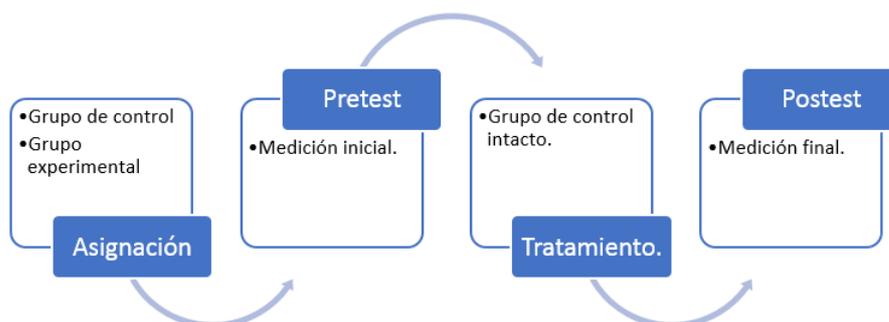
## 2. METODOLOGÍA

### Tipo de investigación.

Para el desarrollo del presente trabajo se inicia con una investigación de carácter experimental, ya que se somete a un grupo de individuos a un estímulo con el fin de observar los efectos y el impacto que tiene el uso en clases de los laboratorios virtuales en el proceso de aprendizaje del estudiante. Se espera que, al usar los simuladores virtuales, el grupo de estudiantes mejore su rendimiento académico. Para ello, en primera instancia se han asignado dos grupos. Seguidamente, se ejecuta una evaluación inicial de los conocimientos previos del estudiante respecto del tema de electricidad. A continuación, se ha procedido con el estímulo que es el uso del laboratorio virtual y se termina con una medición final que revela el impacto del estímulo en el aprendizaje del estudiante.

El diseño de la investigación sigue el siguiente orden:

Figura 3: Etapas del proceso experimental



Fuente: Fidias, 2006 p.34.

Los grupos a los que se hace referencia, según Fidias (2006) son: “El grupo experimental ( $G_e$ ), que recibe el estímulo o tratamiento ( $x$ ); y el grupo de control ( $G_c$ ), el cual sólo sirve de comparación ya que no recibe tratamiento” (p. 34). Esta clasificación sencilla nos ayuda en el desarrollo de la investigación ya que se compara estos grupos y se denotan las diferencias principalmente mostradas por el grupo experimental al final de haber sido sometidos al estímulo previamente mencionado.

### Población.

El presente trabajo se desarrolló con 43 estudiantes de ambos sexos correspondientes al 100 % de alumnos del segundo año del Bachillerato General Unificado (B.G.U.) de la Unidad Educativa Isla Santa Isabel con edades de entre 16 y 17 años. Se han conformado dos grupos: el grupo A (Grupo de control  $G_c$ ) compuesto por 20 estudiantes y por último el grupo B conformado por 23 estudiantes (Grupo experimental  $G_e$ ).

La selección de los integrantes de cada grupo ha sido realizada de forma aleatoria y de forma equitativa, se considerando el género de los participantes.

### Técnicas e instrumentos

Las técnicas utilizadas en la recolección de la información, forman parte de la investigación cualitativa, que se han aplicado a los dos grupos y con propósitos diversos tales como: la evaluación diagnóstica que busca estimar el conocimiento del estudiante y la encuesta que

brinda la percepción por parte de los estudiantes sobre la pertinencia del contenido tratado que incluyen los simuladores virtuales.

**Evaluación diagnóstica.** La evaluación diagnóstica es un instrumento que ha sido aplicada tanto al inicio como al final de la unidad, es decir, un pre test y post test sobre el tema de circuitos eléctricos que han sido aplicados a ambos grupos A y B. Dichos tests han contenido preguntas básicas acerca de las definiciones a estudiar y estudiadas respectivamente que están relacionados con el indicador de evaluación propuesto por el currículo nacional para la unidad de electricidad.

El pre test ha sido aplicado a ambos grupos antes del inicio de la clase con el fin de entender lo que los estudiantes tienen como ideas preconcebidas sobre el tema. El post test ha sido aplicado al terminar las prácticas con el fin de verificar si el contenido fue asimilado por los estudiantes correctamente.

**Encuesta.** Como dato adicional, al finalizar la experiencia, el grupo experimental completó una encuesta sobre la utilidad que ellos le dan al uso de las TIC para mejorar su aprendizaje. El propósito de la aplicación de la mencionada encuesta fue recabar información sobre las experiencias vividas por los estudiantes en el uso del laboratorio virtual en clases. Dicha encuesta está basada en la escala Likert, donde el 1 significa Totalmente de acuerdo y el 5 significa totalmente en desacuerdo. Las preguntas empleadas en la encuesta se presentan a continuación.

*Tabla 3:*

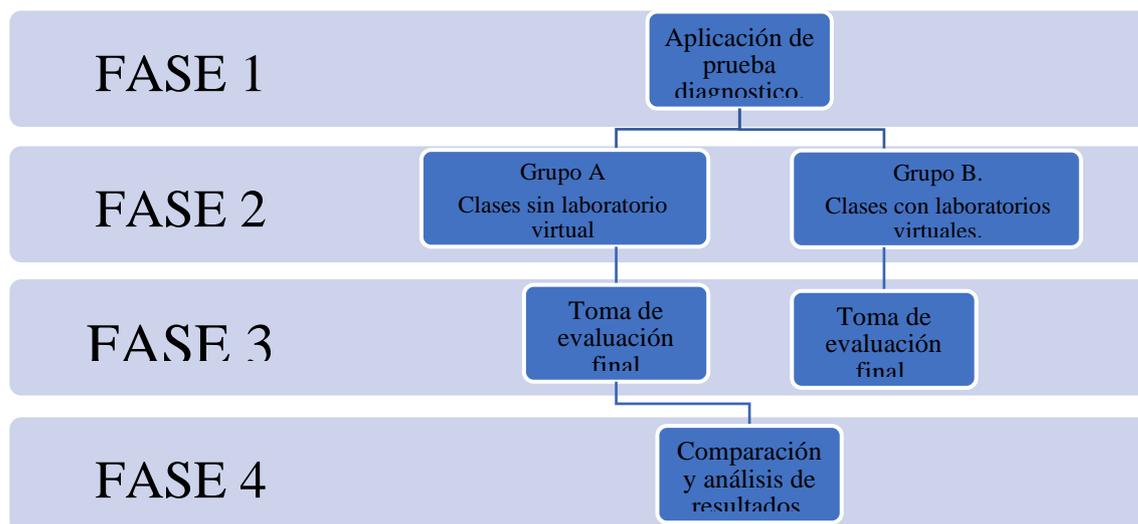
*Encuesta de apreciación de recursos digitales en el aula.*

Pregunta	1	2	3	4	5
El uso de simuladores virtuales en el área de física aumenta su interés por la asignatura.					
El uso de simuladores virtuales aumenta la participación de los alumnos en la asignatura.					
El uso de simuladores te hace perder un tiempo valioso.					
El uso de simuladores es muy beneficioso para la clase.					
El uso de simuladores virtuales reduce el tiempo en la solución de los ejercicios.					
El uso del simulador facilita la comprensión del tema de clase.					
El uso de simuladores muestra el interés del profesor por el aprendizaje de los estudiantes.					
Las prácticas de laboratorio virtual son mejores que las prácticas de forma presencial.					
Usted recomendaría usar simuladores virtuales en otras asignaturas.					

Fuente: Elaboración propia.

**Desarrollo de la investigación.**

Figura 4: Procedimiento de investigación



Fuente: Elaboración propia.

### Fase 1. Toma de prueba diagnóstica.

En esta fase, como se indicó previamente, los estudiantes rinden una evaluación diagnóstica que contiene 10 preguntas. Esta evaluación de base estructurada evalúa las siguientes temáticas:

- Partes de un circuito eléctrico.
- Ley de Ohm.
- Instrumentos de medición.
- Concepto de corriente, voltaje, potencia y resistencia.

Ambos grupos, A y B, realizaron un test de conocimientos iniciales con lo cual se determinó los conocimientos previos del estudiante. Este test contenía una serie de preguntas y cuestiones sobre contenidos relativos a los elementos que conforman un circuito eléctrico y sus funciones.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de ambos grupos. Además, se presenta el número de estudiantes que logran los niveles de aprendizaje.

Tabla 4:

Resultado del Pre Test

Resultado del Pre Test			
Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Frecuencia	
		Grupo A	Grupo B
Domina los aprendizajes	9,00 – 10,00	2	1
Alcanza los aprendizajes	7,00 – 8,99	0	2
Está próximo a alcanzar los aprendizajes	4,01 – 6,99	7	6
No alcanza los aprendizajes	≤ 4	11	14
Total		20	23

Fuente: Elaboración propia.

## Fase 2.

Para el desarrollo de la clase se debe tomar en cuenta que el objetivo que se busca es lograr que el estudiante alcance a dominar las destrezas que el currículo nacional propone respecto del tema planteado. Esta destreza junto con los objetivos y el indicador de logro de dicha destreza puede apreciarse en la siguiente tabla:

Tabla 5:

*Objetivos, destrezas e indicador de evaluación para el tema de circuitos eléctricos, área de Física.*

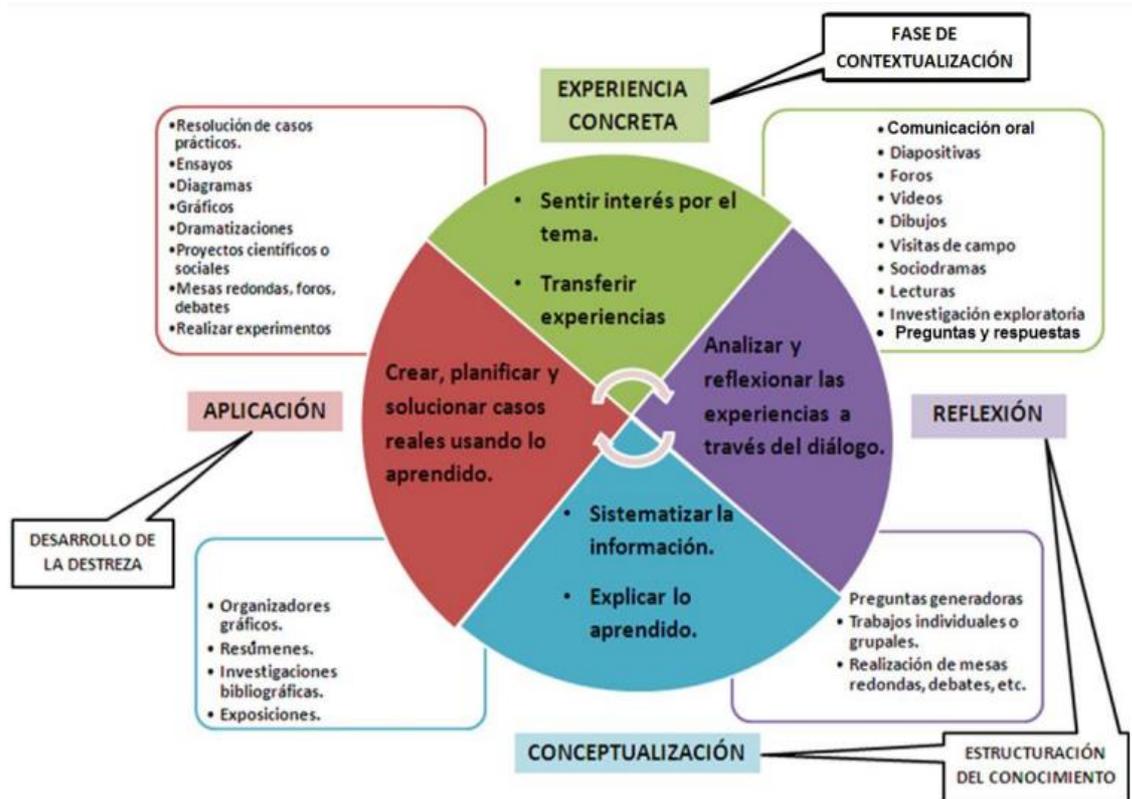
OBJETIVO:	DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO	INDICADOR DE EVALUACIÓN/LOGRO
O.CN.F.2. Comprender que la Física es un conjunto de teorías cuya validez ha tenido que comprobarse en cada caso, por medio de la experimentación	CN.F.5.1.51. Comprobar la ley de Ohm en circuitos sencillos a partir de la experimentación, analizar el funcionamiento de un circuito eléctrico sencillo y su simbología mediante la identificación de sus elementos constitutivos y la aplicación de dos de las grandes leyes de conservación (de la carga y de la energía) y explicar el calentamiento de Joule y su significado mediante la determinación de la potencia disipada en un circuito básico.	Demuestra mediante la experimentación el voltaje, la intensidad de corriente eléctrica, la resistencia y la potencia (comprendiendo el calentamiento de Joule), en circuitos sencillos alimentados por baterías o fuentes de corriente continua. (Ref. I.CN.F.5.11.1.).

Fuente: *Currículo de los niveles de educación obligatoria Nivel bachillerato Tomo 1* Ministerio de Educación. p 247.

Ante los objetivos, destrezas e indicadores de evaluación planteados por parte del currículo nacional, se desarrollan los respectivos planes de clases para los dos grupos.

Las planificaciones se basan en la metodología de enseñanza denominado ERCA, por sus siglas de Experiencia, Reflexión, Conceptualización y Aplicación que según Rodríguez (2018) “se considera que el aprendizaje está condicionado a la experiencia vivida y consta de cuatro etapas que incluyen: la experiencia concreta, una observación reflexiva, la conceptualización abstracta y una experimentación activa, por tanto, un aprendizaje óptimo se logra en la medida que se cumplan las cuatro etapas.” (p.54). Con lo que las actividades a realizar en las clases se enfocan en la experiencia que el estudiante tiene acerca del tema. En las cuatro etapas que forman este método de enseñanza se busca crear un desequilibrio cognoscitivo, esto con el fin de que se logre garantizar el aprendizaje, seguidos de la consolidación del conocimiento nuevo y finalmente que el estudiante sea capaz de aplicar esos conocimientos nuevos.

Según el Instructivo metodológico para el docente de la etapa del componente Post Alfabetización. Ministerio de Educación (2016), los recursos que se emplean en la metodología ERCA son los que se detallan a continuación.



Fuente: Instructivo metodológico para el docente de la etapa del componente Post Alfabetización. *Ministerio de Educación 2016, p.22*

Se ha tomado en consideración que en la unidad educativa Isla Santa Isabel la materia de física se dicta una sola vez a la semana esto por la situación que se atraviesa por la pandemia. También se aclara que la destreza a desarrollarse, por su complejidad, será desagregada en cuatro destrezas, que se desarrollan en las cuatro semanas y el tiempo empleado para desarrollar la clase es de 40 minutos. La práctica de laboratorio para el grupo A, ha sido realizada en la última semana. En cambio, las prácticas del para el grupo B han sido implementadas en la etapa de aplicación, en este momento es cuando los estudiantes desarrollan la práctica usando el laboratorio virtual de circuitos eléctricos de PhET.

En la siguiente tabla se puede visualizar los planes semanales empleados para implementar las clases.

Tabla 6:

Planificaciones semanales.

<b>PLANIFICACIÓN SEMANA 1.</b>			
<b>TEMA.</b>	<b>DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO</b>	<b>METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA ERCA.</b>	
		<b>GRUPO A</b>	<b>GRUPO B</b>
		Experiencia (E) Lectura. La era digital.	Experiencia (E) Lectura. La era digital.
<b>FÍSICA.</b> Circuitos eléctricos y simbología.	Analizar el funcionamiento de un circuito eléctrico sencillo y su simbología mediante la identificación de sus elementos constitutivos Ref. (CN.F.5.1.51)	Reflexión (R) Un mundo sin circuitos.	Reflexión (R) Un mundo sin circuitos.
		Conceptualización (C) Funcionamiento de un circuito eléctrico.	Conceptualización (C) Funcionamiento de un circuito eléctrico.
		Aplicación (A). Representación de circuitos eléctricos, uso de simbología.	Aplicación (A). Introducción al laboratorio virtual. Construcción de un circuito eléctrico en el laboratorio virtual PhET.

<b>PLANIFICACIÓN SEMANA 2.</b>			
<b>TEMA.</b>	<b>DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO</b>	<b>METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA ERCA.</b>	
		<b>GRUPO A</b>	<b>GRUPO B</b>
		Experiencia (E)	Experiencia (E)
<b>FÍSICA.</b> Ley de Ohm	Comprobar la ley de Ohm en circuitos sencillos Ref. (CN.F.5.1.51)	Conversatorio. La palabra resistencia en otros contextos.	Conversatorio. La palabra resistencia en otros contextos.
		Reflexión (R)	Reflexión (R)
		Resistencia eléctrica, su relación con el voltaje y la corriente.	Resistencia eléctrica, su relación con el voltaje y la corriente.
		Conceptualización (C)	Conceptualización (C)
		Análisis de circuitos eléctricos con la ley de Ohm	Análisis de circuitos eléctricos con la ley de Ohm
		Aplicación (A). Resolución de ejercicios.	Aplicación (A). Resolución de ejercicios, construcción y análisis de circuito en PhET

**PLANIFICACIÓN SEMANA 3.**

TEMA.	DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO	METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA ERCA.	
		GRUPO A	GRUPO B
FÍSICA. Potencia eléctrica.	Explicar el calentamiento de Joule y su significado mediante la determinación de la potencia disipada en un circuito básico. Ref. (CN.F.5.1.51)	<b>Experiencia (E)</b> La potencia en diferentes contextos.	<b>Experiencia (E)</b> La potencia en diferentes contextos.
		<b>Reflexión (R)</b> ¿Por qué se calientan los artefactos eléctricos?	<b>Reflexión (R)</b> ¿Por qué se calientan los artefactos eléctricos?
		<b>Conceptualización (C)</b> El efecto Joule y su relación con la potencia eléctrica.	<b>Conceptualización (C)</b> El efecto Joule y su relación con la potencia eléctrica.
		<b>Aplicación (A).</b> Resolución de ejercicios.	<b>Aplicación (A).</b> Resolución de ejercicios, construcción y análisis de circuito en PhET.

**PLANIFICACIÓN SEMANA 4.**

TEMA.	DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO	METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA ERCA.	
		GRUPO A	GRUPO B
FÍSICA. Efecto Joule.	CN.F.5.1.51. Comprobar la ley de Ohm en circuitos sencillos a partir de la experimentación, analizar el funcionamiento de un circuito eléctrico sencillo y su simbología mediante la identificación de sus elementos constitutivos y la aplicación de dos de las grandes leyes de conservación (de la carga y de la energía) y explicar el calentamiento de Joule y su significado mediante la determinación de la potencia disipada en un circuito básico.	Experiencia (E) Lectura conservación de la energía.	Experiencia (E) Lectura conservación de la energía.
		Reflexión (R) ¿La conservación de la energía se aplica a la electricidad?	Reflexión (R) ¿La conservación de la energía se aplica a la electricidad?
		Conceptualización (C) El efecto Joule en circuitos eléctricos.	Conceptualización (C) El efecto Joule en circuitos eléctricos.
		Aplicación (A). Práctica de laboratorio, armado de circuito eléctrico. Identificación de partes.  Comprobación de: ley de Ohm, potencia eléctrica y efecto Joule.	Aplicación (A). Armado de circuito eléctrico y medida de efecto Joule.

Fuente: Elaboración Propia.

Con relación al grupo A, la práctica de laboratorio la desarrollan en la semana 4, en las demás semanas simplemente se realizarán aplicaciones de lo aprendido teóricamente en ejercicios prácticos y casos de estudio que busca que el estudiante comprenda la aplicación de las leyes descritas de forma analítica.

Para la práctica los estudiantes deben conseguir los siguientes materiales.

Tabla 7:

Materiales para práctica presencial.

Material	Cantidad
Batería de 9 v	1
Resistencias de varios valores	10
Resistencias tipo tiza, de varios valores	5
Luces led	5
Cable de Protoboard	10

Fuente: Elaboración propia.

El costo estimado por la compra de estos materiales es de nueve dólares. La compra y los gastos son asumidos por el estudiante. Como se indicó anteriormente, la institución cuenta con pocos recursos para el desarrollo de algunos experimentos. Los instrumentos con los que cuenta la institución son: cuatro multímetros y ocho protoboards.

Dado que el grupo A lo conforman 20 estudiantes, se solicitó realizar cuatro grupos de cinco estudiantes.

Las actividades que se realiza con el grupo son:

- Armado de circuito eléctrico.
- Identificación de partes.
- Comprobación de la ley de Ohm.
- Potencia eléctrica.
- Efecto Joule

Todas estas actividades se realizan en la cuarta semana y con un tiempo de 40 minutos.

### **Fase 3. Toma de post test.**

Luego de haber culminado las clases y realizadas las prácticas correspondientes se ha vuelto a evaluar a los dos grupos, A y B, esto con el fin de conocer el nivel de dominio de la destreza alcanzadas por los dos grupos en cuestión. De igual manera, la evaluación es de tipo estructurada, los contenidos que se han evaluado son:

- Montaje de un circuito eléctrico.
- Manejo de los instrumentos de medición eléctrica
- Demostrar la relación entre voltaje, resistencia y corriente.
- Demostrar el efecto Joule.

El resultado de esta evolución se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8:

Resultado del Post Test

Resultado del Post Test			
Escala Cualitativa	Escala Cuantitativa	Frecuencia	
		Grupo A	Grupo B
Domina los aprendizajes	9,00 – 10,00	2	8
Alcanza los aprendizajes	7,00 – 8,99	8	9
Está próximo a alcanzar los aprendizajes	4,01 – 6,99	5	6
No alcanza los aprendizajes	≤ 4	5	0
Total		20	23

Fuente: Elaboración propia.

### 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizada la toma de datos se ha procedido a su respectivo análisis, esto forma parte de la cuarta y última fase del proceso experimental. De esta manera, se busca conocer si el uso del laboratorio virtual de circuitos eléctricos de PhET ayuda a mejorar en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el área de física y en concreto en el tema de circuitos eléctricos.

En la tabla 8, se aprecia que el grupo B o grupo experimental, tiene una clara mejora. En este grupo existe un mayor número de estudiantes que alcanzaron el dominio del tema. Mientras que en el grupo A se observa una menor cantidad de estudiantes. Con lo que se puede concluir que el uso del laboratorio virtual en las clases ayuda en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Para sustentar la hipótesis planteada, se realiza el análisis con el método del chi cuadrado ( $\chi^2$ ), para ello con los datos de la prueba del postest de ambos grupos obtenidos anteriormente se ha procedido a construir la siguiente tabla de contingencia.

Tabla 9:

Tabla de contingencia

Grupo	Excelente	Buena	Regular	Malo	Total
Grupo A (Gc)	2	8	5	5	20
Grupo B (Ge)	8	9	6	0	23
Total	10	17	11	5	43

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se encuentran los resultados de las frecuencias obtenidas en el rendimiento académico, mientras que para el cálculo de la frecuencia esperada ( $f_e$ ) se procede con la siguiente fórmula.

$$f_e = \frac{\text{Total Grupo} * \text{Total Frecuencia}}{\text{Total Estudiantes.}}$$

La siguiente tabla se muestra los resultados de la frecuencia esperada  $f_e$ .

Tabla 10:

Tabla de frecuencias esperada  $f_e$ .

Grupo	Excelente	Buena	Regular	Malo
Grupo A (Gc)	4,65	7,91	5,12	2,33
Grupo B (Ge)	5,35	9,09	5,88	2,67

Fuente: Elaboración propia

Empleando la fórmula del chi se obtiene el número que servirá para desestimar o corroborar la hipótesis planteada.

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Realizando el respectivo calculo obtenemos.

$$\chi^2 = \frac{(2 - 4,65)^2}{4,65} + \frac{(8 - 7,91)^2}{7,91} + \frac{(5 - 5,12)^2}{5,12} + \frac{(5 - 2,33)^2}{2,33} + \frac{(8 - 5,35)^2}{5,35} + \frac{(9 - 9,09)^2}{9,09} + \frac{(6 - 5,88)^2}{5,88} + \frac{(0 - 2,67)^2}{2,67}$$

Una vez realizada todas las operaciones queda.

$$\chi^2 = 8,58$$

El valor de Chi cuadrado calculado es de 8,582, mientras que el valor de chi teórico, lo encontramos en la siguiente tabla, para ello se considera un valor de error estándar de 0.05, mientras que el grado de libertad se lo optimiza con la siguiente operación.

$$gl = (c - 1) * (f - 1)$$

El número de columnas es 4 (c=4)

El número de filas es 2 (f=2)

Por lo tanto, el grado de libertad es 3.

Con los datos de grado de libertad de 3, error estándar de 0,05 se consigue un valor de chi teórico es de 7,815.

Figura 6: Tabla de valores críticos de  $\chi^2$

**Tabla de valores críticos de  $\chi^2$  a los niveles de significancia de 0,05 y 0,01 (resumido) (\*)**

Grados de Libertad	0,05	0,01
1	3,841	6,635
2	5,991	9,210
3	7,815	11,341
4	9,488	13,277
5	11,070	15,086

Fuente: Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagómez, 2014, p.211

Finalmente, se procede a comparar estos valores, el requisito para aprobar la hipótesis es:

$$\chi^2_{teórico} < \chi^2_{calculado}$$

$$7,815 < 8,852$$

Como hipótesis nula se tiene ( $H_0$ ): El uso de simuladores virtuales no influye en el aprendizaje del estudiante.

Con el análisis de chi cuadrado que se realizó se rechaza esta hipótesis ya que el valor de chi teórico(7,815) es menor que el valor que el chi calculado(8,852). Por lo tanto, este análisis nos confirma la hipótesis de investigación ( $H_1$ ) la cual indica que la utilización en clase del laboratorio virtual de circuitos eléctricos ayuda a mejorar las notas de los estudiantes, es decir el uso es efectivo para el proceso de aprendizaje del estudiante.

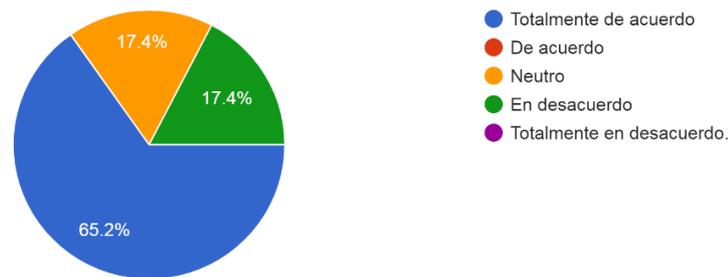
El resultado de este análisis nos ayuda también a desestimar que el aumento de estudiantes que obtuvieron una mejoría en sus calificaciones, pertenecientes al grupo experimental, haya sido producto del azar y con ello se da mayor sustento a la hipótesis planteada.

Finalmente, como se mencionó, el grupo B completó una encuesta en la cual valoran la utilidad que ellos le otorgan al uso de los laboratorios virtuales en su proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de física. Esta encuesta está basada en la escala Likert.

En relación con la encuesta aplicada, los resultados obtenidos son los siguientes:

Figura 7: Resultado de la pregunta 1.

El uso de laboratorios virtuales en el área de física aumenta su interés por la asignatura.  
23 respuestas

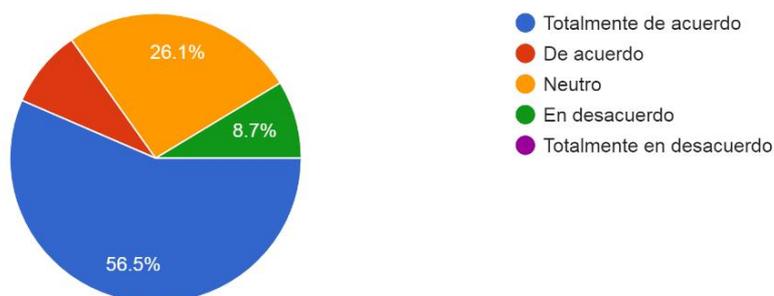


Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las repuestas en la primera pregunta que relaciona el uso de recursos digitales y el interés por la materia, se aprecia que el 65,2 % está totalmente de acuerdo con esta afirmación, es decir, su interés aumenta gracias al uso del laboratorio virtual, esto debido a que el laboratorio usado se caracteriza por ser de fácil uso y llamativo, por otro lado, el 17,4 % considera que está en desacuerdo.

Figura 8: Resultado de la pregunta 2.

El uso de laboratorios virtuales aumenta la participación de los alumnos en la asignatura.  
23 respuestas



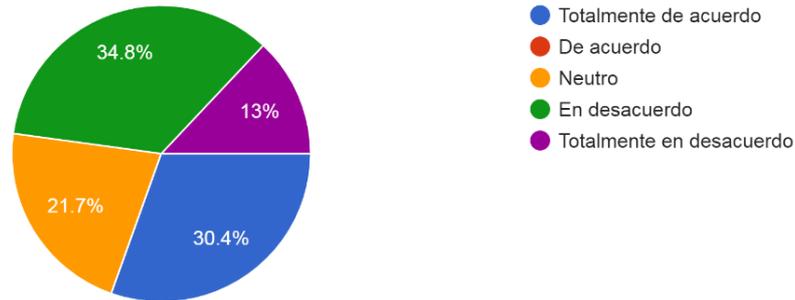
Fuente: Elaboración propia.

El resultado obtenido con respecto al uso de laboratorios virtuales y la participación de los estudiantes muestra que el 56,5% considera que ha aumentado la participación de los mismos, mientras que solo el 8,7% está en desacuerdo con esta afirmación, esto puede

deberse a varios factores como: el interés por el tema, el temor a equivocarse, el miedo a participar, entre otros. Pero resulta interesante considerar que el propio estudiante se da cuenta que sus compañeros de aula deciden participar más en comparación con otras clases.

Figura 9: Resultado de la pregunta 3.

El uso de simuladores virtuales te hace perder un tiempo valioso  
23&nbsp;respuestas

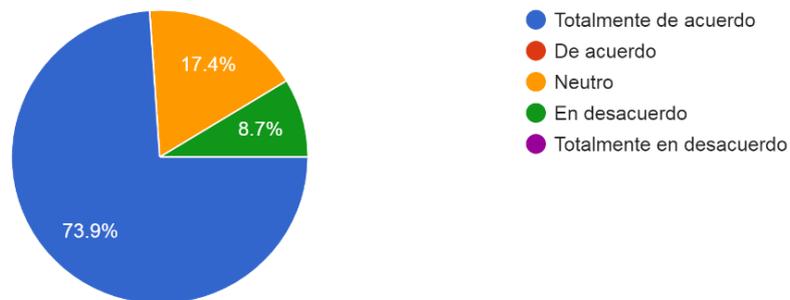


Fuente: Elaboración propia.

En esta pregunta se obtienen resultados variados, la mayor parte, el 34,8% considera que el uso de simuladores virtuales no es una pérdida de tiempo, en contraparte, los que consideran el uso de estos materiales como pérdida de tiempo son cerca del 30,4%, por otro lado, tan solo el 21,7 % se mantiene neutral ante la afirmación. Estos resultados cercanos pueden deberse a que el uso de simuladores en este grupo fue realizado en el apartado de la aplicación dentro de la metodología ERCA, cuando en realidad puede aplicarse en todas las etapas de esta metodología evitando que se torne cansado realizar las prácticas o comprobación de las definiciones.

Figura 10: Resultado de la pregunta 4.

El uso de simuladores virtuales es muy beneficioso para la clase.  
23&nbsp;respuestas



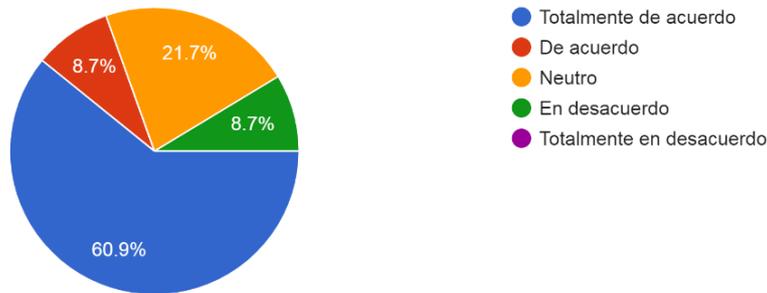
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la afirmación sobre el uso de simuladores virtuales y su beneficio para la clase, cerca del 73,9 % está totalmente de acuerdo y tan solo un 8,7 % está en desacuerdo con esta afirmación, consideremos también que el 17,4 % se mantiene neutral en esta afirmación. Este resultado va a la par con la facilidad de uso del laboratorio virtual y su entorno amigable para que el estudiante logre comprender de mejor manera las temáticas de la clase.

Figura 11: Resultado de la pregunta 5.

El uso de simuladores virtuales reduce el tiempo en la solución de los ejercicios

23 respuestas



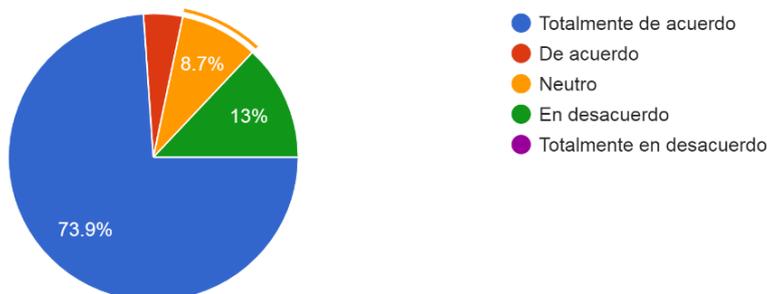
Fuente: Elaboración propia.

Ante esta afirmación, el 60,9 % de los estudiantes están totalmente de acuerdo con la aseveración de que el uso de simuladores reduce el tiempo en la solución de los ejercicios, esto gracias a que el laboratorio virtual permite variar los parámetros de forma sencilla y rápida llevando a comprender de mejor manera el problema que se desea resolver y obtener su resultado de forma más ágil.

Figura 12: Resultado de la pregunta 6.

El uso simuladores virtuales facilita la comprensión del tema de clase.

23 respuestas



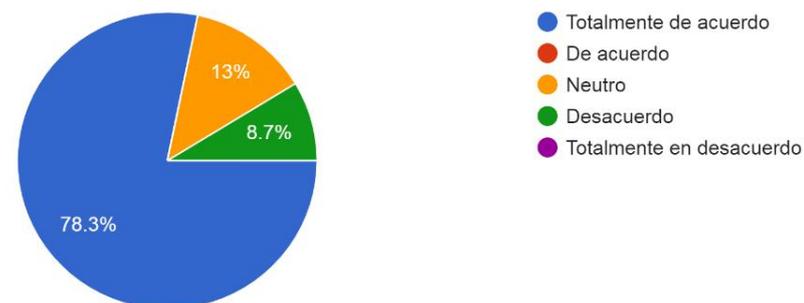
Fuente: Elaboración propia.

El 73,9 % considera que el uso de estos recursos mejora la comprensión del tema, en contraparte el 13% está en desacuerdo. La mayoría afirma que estos recursos están para facilitar el aprendizaje y son parte de las herramientas que el docente usa para el bienestar de los estudiantes.

Figura 13: Resultado de la pregunta 7.

El uso de simuladores muestra el interés del profesor por el aprendizaje de los estudiantes.

23 respuestas



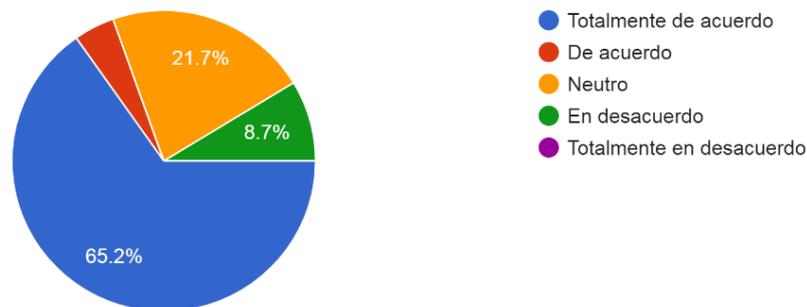
Fuente: Elaboración propia.

En esta pregunta se vincula la evaluación del docente por parte de los estudiantes, esta valora la formación del docente y su rol como facilitador en la construcción del conocimiento. Como resultado se observa que el 78,3% está totalmente de acuerdo que el uso de simuladores muestra el interés del profesor por los estudiantes, mientras que el 8,7% manifiesta estar en desacuerdo.

Figura 14: Resultado de la pregunta 8.

Las prácticas de laboratorio usando simuladores virtuales son mejores que las practicas presenciales.

23 respuestas



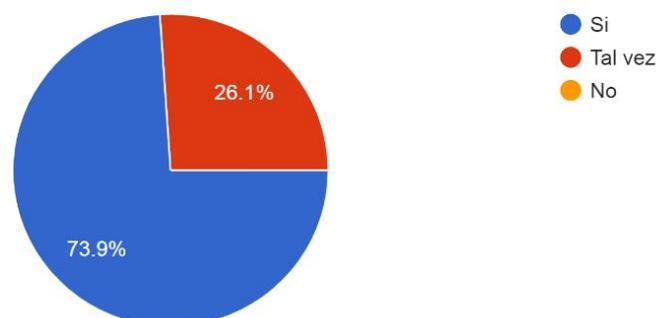
Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de esta pregunta, es necesario aclarar que todos los estudiantes realizaron una práctica de laboratorio relacionado con la unidad de mecánica. Establecido esto, al analizar las respuestas de esta pregunta, se evidencia que el 65,2% está totalmente de acuerdo de que el uso de simuladores virtuales es mejor que las prácticas tradicionales, mientras que los que se encuentran en desacuerdo con esto es alrededor del 8,7%.

Figura 15: Resultado de la pregunta 9.

Usted recomendaría usar simuladores virtuales en otras asignaturas

23 respuestas



Fuente: Elaboración propia.

De todos los resultados expuestos, en la mayor parte de ellos más del 50% consideran que el uso de simuladores virtuales ayuda en el proceso de aprendizaje, en la resolución de problemas y en la participación de los estudiantes. De la misma manera, en esta pregunta el 73,9% recomiendan que se empleen estos recursos en otras materias, lo que ratifica la idea de que el empleo de estos recursos virtuales es sumamente beneficioso en el proceso de enseñanza.

#### 4. CONCLUSIONES

La encuesta realizada a los estudiantes de segundo año de bachillerato al inicio del año lectivo reflejó el interés que estos tienen por la unidad de electricidad y magnetismo de la asignatura de Física, lo cual generó un punto de partida para la planificación de la investigación, además se consideró la situación de la Unidad Educativa Isla Santa Isabel y la situación actual propiciada por la pandemia que afectó de sobremanera la forma de enseñar, ante estos se planteó analizar el impacto que tiene el uso del laboratorio virtual PhET en el proceso de aprendizaje del estudiante.

La herramienta utilizada es el laboratorio virtual de electricidad de la plataforma PhET, las clases se planifican para el grupo de control y el grupo experimental, las actividades propuestas se basaron en la metodología ERCA y el constructivismo, estas se fundamentan en que el conocimiento es adquirido por las experiencias que el estudiante tiene, como menciona Garcia( 2011 ): “El fundamento teórico de la metodología ERCA es el constructivismo de Vygostsky, para él, el conocimiento es adquirido con experiencias el cual va entrelazarse con el conocimiento nuevo y de esta forma generar el aprendizaje” (p. 11). Estas metodologías son las que usan los docentes de la institución en pos de lograr que el estudiante alcance los dominios establecidos por el currículo nacional

De los resultados presentados, se observó una clara diferencia entre el grupo de control y el grupo experimental. El número de estudiantes que obtuvieron una mejor nota es mayor en el grupo experimental. Con el fin de sustentar de mejor manera las causas de este aumento y desestimar que dicho resultado fue por causas del azar se ha procedido a analizar los datos mediante el uso del método del chi cuadrado. Los resultados que se obtuvieron en este análisis confirmaron la idea de que el uso del laboratorio virtual de electricidad tiene un impacto positivo en el proceso de enseñanza de la unidad de electricidad en los estudiantes de segundo de bachillerato.

La encuesta realizada al grupo experimental al final de la clase reflejó que los estudiantes valoran el uso de este tipo de recursos, además que consideran que el uso de éstos recursos facilita el proceso de aprendizaje, bajo todo esto, la mayoría de los participantes, llegan a recomendar el uso de estas clases de recursos en la educación.

Por último, la investigación bibliográfica realizada acerca del uso de laboratorios virtuales en las aulas y la presente investigación, también enfocado en analizar el impacto del uso de este tipo de recursos en el proceso de enseñanza, reflejan que el estudiante asimila de mejor manera la adquisición del conocimiento. De la misma manera se demuestra la utilidad de los laboratorios virtuales para facilitar la comprensión de los conceptos y lograr un aprendizaje significativo. A futuro el empleo de los laboratorios virtuales pueden llegar a reemplazar los laboratorios físicos, esto por las claras ventajas que brindan en el proceso de aprendizaje tanto en la manipulación de objetos, seguridad en la elaboración de las prácticas y la versatilidad de estos recursos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, N. (2018). *El ciclo "ERCA" en la resolución de problemas matemáticos en situaciones de cantidad en los estudiantes del III y IV ciclo de la I. E. N° 32134 – Sacsahuanca – Huánuco – 2016*. Lima: Universidad de Huanuco.
- Canós, L., & Castelló, M. (2016). Metodologías activas para la docencia y aplicación de las nuevas tecnologías: Una experiencia. *Research Gate*.
- Carangui, L., Cajamarca, O., & Mantilla, X. (2017). Impacto del uso de simuladores en la enseñanza de la administración financiera. *Innovación Educativa*, 103 - 122.
- Cepeda, O., Gallardo, I., & Rodríguez, J. (2017). La evaluación de los materiales didácticos digitales. *RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 80-94.
- Collado, J. (2020). Filosofía de la innovación educativa y desarrollo de competencias digitales con las TIC. *Filosofía de la innovación y de la tecnología educativa*, 15-48.
- Delgado, N., Kiausowa, M., & Escobar, A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender Química en época de COVID - 19. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2 - 23.
- Encalada, J., & Pavón, C. (2016). Laboratorios virtuales: una alternativa para mejorar el rendimiento de los estudiantes y la optimización de recursos económicos. *INNOVA Research Journal*, 91-96.
- Fidias, A. (2006). *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas: EPISTEME C.A.
- García, A., & Muñoz, V. (22 de 08 de 2014). *Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje*. Obtenido de <https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/131421/Recursos%20digitales.pdf;jsessionid=6576962FB0FEF00167C32FB62FF0D5A5?sequence=1>
- García, J. (2011). *Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio.
- Gargiulo, S., & Gomez, F. (2016). Simuladores educativos, los aspectos cognitivos implicados en el diseño de entornos virtuales de simulación. *Docentes en línea*, 16-20.
- Guerrero, M., López, G., & Rojano, S. (2018). Uso de un simulador para facilitar el aprendizaje de las reacciones de óxido y reducción, estudio de caso en la Universidad de Málaga. *Educación Química*, 79 - 98.
- Gutiérrez, R. E., & Castillo, L. (2019). Simuladores con el software GeoGebra como objeto de aprendizaje para la enseñanza de la física. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 201-216.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2015). *Metodología de la investigación*. México: Interamericana editores S.A.
- Infante, J. C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico - prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 917-939.

- Lia, Y., Cycin, R., & Nandag, M. (2018). Problem solving skills on direct current electricity through inquiry - based learning with PhET Simulations. *International Journal of Instruction*, 123 - 138.
- Lorandi, A. P., & Hernandez, S. J. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Educación en Ingeniería*, 24-30.
- Ministerio de Educación, (2015). *Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural*, Quito: Ministerio de educación.
- Ministerio de Educación, (2019). Lineamientos pedagógicos para el uso de recursos educativos digitales abiertos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Ministerio de Educación Ecuador*.
- Ministerio de educación, (2016). *Currículo de los niveles de educación obligatoria Nivel bachillerato Tomo 1*. Quito: Ministerio de educación.
- Ministerio de educación, (2016). Instructivo metodológico para el docente de la etapa del componente Post Alfabetización. *Ministerio de Educación*.
- Monge, N. J., & Méndez, V. H. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia, la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Educación*, 91- 108.
- Muñoz, I. , García, D., Mena, S., & Erazo, J. (2020). NEO LMS enseñanza matemática: Uso de recursos digitales. *KOINOMIA*, 793 - 814.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Rodríguez, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: Implicaciones para la educación en ciencias. *SOPHIA*, 51 - 64.
- Serrano Perez, J. J. (2018). Aprender física y química jugando con laboratorios virtuales. *Anales de química*, 40 - 50.
- Vidal, I. F. (2019). Recursos digitales para la enseñanza de la física. *Caracteres*, 18-43.
- Vinueza, S. F., & Simbaña, V. P. (10 de 05 de 2020). *Impacto de las TIC en la Educación Superior en el Ecuador*. Obtenido de [https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/download/530/pdf\\_357/2088](https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/download/530/pdf_357/2088)