

Habilidades esenciales para el siglo XXI a través de la educación STEM

EDUCATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Daniel Gomes da Silva, Maud Rejane de Souza, Josefina Barrera Kalhil

*Escola Normal Superior, Universidade do Estado do Amazonas – UEA,
Calle Djalma Batista, Distrito Chapada, 2470, Brasil, Manaus, Amazonas.*

E-mail: josefinabk@gmail.com

(Recibido el 1 de enero de 2021, aceptado el 25 de febrero de 2021)

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo describir un proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física mediado por simulaciones basadas en la educación STEM. La investigación se llevó a cabo en un grupo de estudiantes de pregrado en matemáticas que estaban cursando la disciplina de electricidad y magnetismo. El montaje de los circuitos eléctricos se realizó en un laboratorio virtual en la modalidad de enseñanza a distancia con la ayuda del software *Thinkercad*. El enfoque educativo STEM sirvió para fomentar el desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI que son: pensamiento crítico, trabajo colaborativo, creatividad e innovación, resolución de problemas. Creemos que el uso de simulaciones en laboratorios virtuales de electricidad contribuye al desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI desde la educación STEM.

Palabras clave: simulaciones, laboratorio virtual, Educación STEM.

Abstract

The present work aims to describe a process of teaching and learning of Physics mediated by simulations based on STEM education. The research was carried out on a group of undergraduate mathematics students who were studying the discipline of electricity and magnetism. The assembly of the electrical circuits was carried out in a virtual laboratory in distance learning mode with the help of the *Thinkercad* software. The STEM educational approach served to promote the development of essential skills for the 21st century that are: critical thinking, collaborative work, creativity and innovation, problem solving. We believe that the use of simulations in virtual electricity laboratories contributes to the development of essential skills for the 21st century from STEM education.

Keywords: simulations, virtual lab, STEM education.

I. INTRODUCCIÓN

Cada día, las sociedades contemporáneas se benefician del uso de tecnologías digitales. Su importancia se siente en varios sectores de la sociedad y uno de ellos es el entorno educativo. Por ello, los docentes de las áreas de ciencia y matemáticas vienen desarrollando investigaciones relacionadas con la inserción de recursos digitales en las clases de física o matemáticas.

En este sentido, es fundamental fomentar el desarrollo de habilidades para hacer frente a estos recursos tecnológicos. Zazkis em [1] nos informa que varias investigaciones han presentado resultados satisfactorios sobre la inserción de estos medios tecnológicos como alternativas pedagógicas para el aprendizaje de la física y las matemáticas.

Dado lo anterior, nuestro problema de investigación consiste en describir un proceso de enseñanza y aprendizaje de la electricidad a partir del uso de simulaciones en un laboratorio virtual. Las simulaciones se desarrollaron en la modalidad de enseñanza a distancia con la ayuda del *software on line Thinkercad*. El laboratorio de física real ha sido reemplazado por este entorno virtual.

La investigación se aplicó a una clase final de licenciatura en Matemáticas que estaban cursando la disciplina de electricidad y magnetismo. Las actividades de circuitos

eléctricos se desarrollaron de forma virtual y se presentaron en equipos como una forma de fomentar el trabajo colaborativo entre los participantes.

Nuestro trabajo se centra en investigar el desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI a partir de la educación STEAM mediada por el laboratorio virtual de electricidad. Las actividades se diseñaron teniendo en cuenta el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para que los países sean cada vez más competitivos económicamente es fundamental que su fuerza laboral esté calificada en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. De esa manera sus trabajadores estarán preparados para resolver problemas del mundo real, con creatividad e innovación. [2].

Desde esta perspectiva, el enfoque de educación STEM ayuda a alentar a los jóvenes a convertirse en futuros científicos o ingenieros. El acrónimo STEM se refiere a las palabras ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. La educación STEM está muy extendida en Europa, Asia y Estados Unidos [3].

De acuerdo con Srikoom [4] para que ocurra el éxito de la educación STEM, son necesarios los siguientes elementos: un entorno motivador, desafíos que involucren ingeniería, los participantes deben aprender del fracaso, aprender ciencias y matemáticas basados en estándares, enfoque del estudiante y trabajo en equipo y comunicación.

Además de estas dimensiones, la educación STEM contribuye al desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI. Ellos son: pensamiento crítico, creatividad e innovación, trabajo colaborativo y comunicación y resolución de problemas. Los jóvenes necesitan desarrollar estas habilidades [5, 6].

Una de las formas de implementar la educación STEM es mediante el uso de materiales y herramientas para realizar actividades prácticas. Materiales como papel, espuma de poliestireno y herramientas como tijeras y recursos electrónicos como baterías, LED, resistencias, llaves, motores también contribuyen al desarrollo de estas habilidades en la educación STEM [5].

Como consecuencia, los costos para la aplicación de actividades que abordan la educación STEM pueden ser un impedimento como lo afirma Thibaut en [5]. Luego es necesario presentar actividades alternativas para evitar costos que involucren materiales, herramientas y otros recursos electrónicos.

III. METODOLOGIA

Para resolver nuestro problema de investigación, se desarrollaron actividades de simulación en el *software on line Tinkecad* en la modalidad de enseñanza a distancia apoyada por la [8] n°544 del Consejo Nacional de Educación, que recomendó sustituir las clases presenciales por actividades a distancia utilizando medios digitales. Este enfoque se justifica debido a la pandemia COVID-19.

Las simulaciones sirvieron para se crearon varios circuitos eléctricos con el fin de brindar a los participantes la comprensión de la 1ª y 2ª ley de Ohm, 1ª y 2ª ley de Kirchhoff, la comprensión de circuitos resistivos en serie, paralelos y mixtos, además del conocimiento de componentes como resistor fijo, potenciómetro, LED, LDR y medidores de resistencia, corriente y voltaje.

La investigación se implementó en la disciplina de electricidad y magnetismo con 29 participantes de una clase de licenciatura en Matemáticas del turno de noche en la Escuela Normal Superior de la Universidad Estatal de Amazonas.

Seguimos las pautas del enfoque cualitativo exploratorio y descriptivo. Por tanto, el diseño cualitativo se caracteriza por seguir una lógica inductiva, es decir, la perspectiva teórica resultante se genera luego de que el investigador explora y describe los datos de las voces de los participantes como habla Sampieri en [7].

A. Escenario exploratorio

El guión de los experimentos estudiados se puso a disposición en el *google classroom* y se llevó a cabo en la modalidad de enseñanza remota diluido en actividades

sincrónicas y asincrónicas. Las actividades sincrónicas se caracterizan por la interacción en tiempo real entre el profesor y los participantes en una videoconferencia, por ejemplo. En las actividades asincrónicas, los alumnos pueden realizar en el momento más oportuno para ellos, como resolver una lista de ejercicios o comentar en el aula virtual.

Los temas de las simulaciones estudiadas, tabla I, se pusieron a disposición en el aula virtual a través de *google classroom* y las dudas se resolvieron desde un grupo de *whatsapp*. En este contexto, la autonomía de los participantes fue importante para resolver las dudas a partir del sentimiento de colaboración de los participantes al interactuar entre sí y con videotutoriales del aula virtual y otros canales online.

TABLA I. Secuencia del contenido de las simulaciones.

Secuencia	Contenido
1°	RESISTORES FIXOS
2°	OHMIMETRO
3°	VOLTÍMETRO
4°	AMPERÍMETRO
5°	ASSOCIAÇÃO SÉRIE E PARALELA DE RESISTORES
6°	ASSOCIAÇÃO MISTA DE RESISTORES
7°	POTENCIÓMETRO
8°	LEIS DE KIRCHHOFF
9°	RESISTORES NÃO OHMICOS

B. Desarrollo de actividades

La 1ª actividad de la secuencia fue sobre la resistencia eléctrica en relación a la unidad de medida, simbología, múltiplos, tipos de materiales de construcción, potencia nominal y código de color para resistencias de 4 anillos. El simulador fue importante para que el participante, al modificar los colores de los anillos, pudiera visualizar el cambio al valor correspondiente.

Para continuar con las actividades, los participantes necesitaban saber manejar el multímetro. Por lo tanto, comenzamos a realizar la medición de la resistencia eléctrica con el ohmímetro. Con esto, aprendieron a elegir la escala adecuada, el concepto de valor medido y el error relativo entre el valor nominal y medido.

Continuamos con el uso del voltímetro para medir voltaje continuo (Vdc) de baterías (AA), baterías de 3.0 V y baterías de 9.0 V. Esta simulación fue importante para que el alumno aprendiera sobre la polaridad de estos dispositivos, elija escala y comprenda sobre el voltaje resultante de una asociación en serie de baterías.

El siguiente medidor estudiado fue el amperímetro para medir corriente continua (Idc). Esta simulación fue importante para que el estudiante aprendiera sobre la escala de corriente continua y su elección adecuada, también aprendimos sobre el cuidado de la medición cuando se desconoce el valor actual.

Después del contacto teórico con la ley de 2° Ohm comenzamos a trabajar con las simulaciones de la asociación de resistencias en serie y luego la asociación en paralelo. El propósito de esta actividad fue comparar el valor de resistencia equivalente en una asociación en serie y en paralelo calculado y medido con el ohmímetro. También fue

importante para comprender el comportamiento del voltaje y la corriente.

Procedemos al estudio de simulaciones con asociación en serie paralela o circuito de resistencias mixtas. Verificamos el procedimiento para obtener la resistencia equivalente y qué ocurre con la corriente y el voltaje. Era importante entender cómo proceder para realizar las medidas adecuadas de corrientes y tensiones con el multímetro.

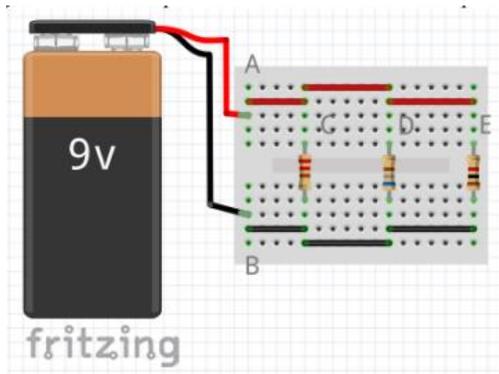


FIGURA 1. Simulación de circuitos paralelos. Fuente: los autores, (2020).

La séptima actividad estaba en el potenciómetro. Estudiamos los tipos: *trimpot*, *slipot*, simple, doble, con llave y cómo podemos medir la variación de resistencia entre sus terminales. La simulación consistió en medir con un ohmímetro la resistencia entre los terminales extremos y entre los terminales extremos y el terminal central.

Las simulaciones relacionadas con las leyes de Kirchoff fueron importantes para comprender conceptos como mallas, nudos y ramas de manera experimental. También fue fundamental para comprender el comportamiento de las corrientes en una rama y el comportamiento de los voltajes en una red.

La última actividad estuvo relacionada con componentes resistivos que no obedecen la ley de Ohm. Hablamos de termistores, varistores y la resistencia dependiente de la luz o LDR. Nos enfocamos en simular un circuito con LDR y analizar el comportamiento de ese circuito. La otra simulación se realizó para comprender el comportamiento del NTC o resistor que varía su resistencia en función de la temperatura, también conocido como Coeficiente de temperatura negativa.

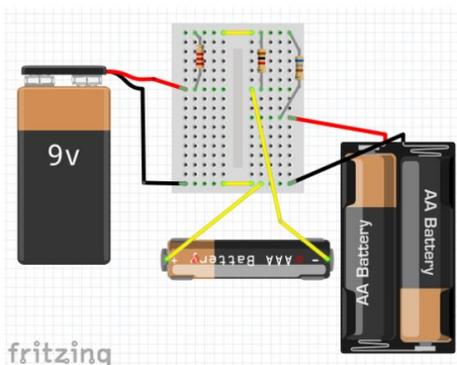


FIGURA 2. Simulación para el análisis de las leyes de Kirchoff. Fuente: los autores, (2020).

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se invitó a los participantes a seguir un guión de actividades, como se muestra en la figura 3, en él se encontraban todas las simulaciones que se desarrollaron en la disciplina de la electricidad del magnetismo. Al finalizar las actividades, respondieron un cuestionario investigativo para componer el análisis de la investigación.

Actividades para laboratorio de Eletricidade

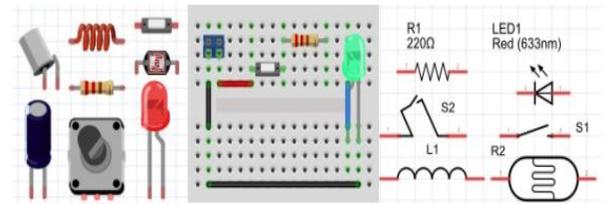


FIGURA 3. Pantalla de inicio del laboratorio virtual de electricidad. Fuente: los autores, (2020).

Las respuestas de los participantes se organizaron en categorías de significados, figura 4, estructuradas y analizadas con la ayuda del *software Atlas Ti Desktop V 9.0*.

Como resultado, obtuvimos 5 categorías que se relacionan entre sí y describen la relación entre los participantes y el uso de simulaciones como alternativa a los laboratorios de electricidad reales.

Las categorías que surgieron naturalmente de los hallazgos están relacionadas con el conocimiento previo de los participantes en relación al uso de las simulaciones, las dificultades encontradas, la opinión de los participantes sobre su importancia en el entorno educativo, la percepción que tenían al respecto y, finalmente, si el uso de simulaciones aporta contribuciones al proceso de enseñanza y aprendizaje de la electricidad.

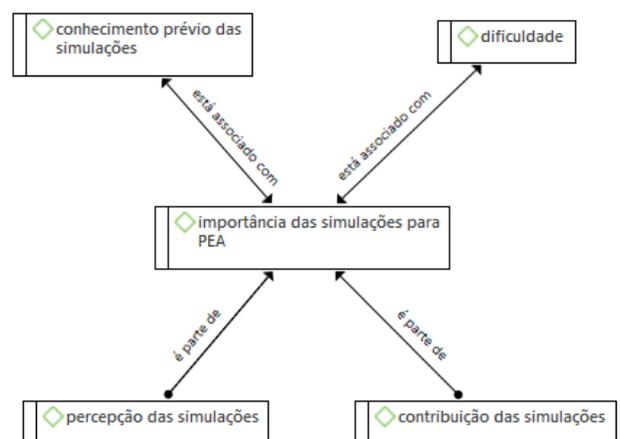


FIGURA 4. Categorías resultantes de la investigación. Fuente: los autores, (2020).

A. Conocimientos previos de simulaciones

La mayoría de los participantes (89%), futuros profesores de matemáticas, no tenían conocimientos o nunca habían

trabajado con simulaciones. Su primer contacto fue con estas actividades. Por otro lado, el 11% dijo que ya conocía el uso de simulaciones pero no con el *software Tinkercad*.



FIGURA 5. Conocimientos previos sobre simulaciones. Fuente: los autores, (2020).

B. Dificultades

Descubrimos que debido a la falta de conocimiento con cualquier tipo de simulación y porque nunca trabajaron con el *software Tinkercad*, los participantes enfrentaron numerosas dificultades. Las principales dificultades se muestran en la tabla II y representan las más reportadas por los estudiantes.

TABLA II. Principales dificultades de los participantes.

Orden	Dificultades reportadas
1	Falta de conocimientos informáticos
2	Comprensión del uso del simulador
3	Falta de materiales de referencia
4	Haz las simulaciones sin conocer la teoría
5	Falta de internet de calidad
6	Falta de práctica con el <i>software</i> .

C. Importancia de las simulaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje

Esta categoría rescata la impresión de los participantes sobre la viabilidad y la importancia de utilizar simulaciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física. Tienen como premisas las siguientes virtudes para este proceso: practicidad, economía, elemento motivador.

La practicidad está justificada, ya que permite al alumno familiarizarse con los conceptos estudiados antes de trabajar en la experimentación en el laboratorio real. La economía es un punto importante, ya que minimiza los costos y el mantenimiento de componentes y equipos reales. Las simulaciones son un elemento motivador para los estudiantes, ya que se pueden trabajar en cualquier lugar, no solo en el aula.

Todos los participantes acordaron recomendar el uso de simulaciones como alternativa a los laboratorios de electricidad reales.

D. Percepción de simulaciones

Esta categoría se refiere al sentimiento que sintieron los participantes en relación con el uso de actividades virtuales. La Tabla III muestra sus principales reacciones en relación al uso y su reacción a medida que aprendieron con el *software*.

TABLA III. Sensación de los participantes.

Orden	Sensación de actividades
1	Deber sentirse realizado
2	Fue muy gratificante participar
3	Fue muy agradable y divertido
4	Dejó un sentimiento de satisfacción
5	Aprensión al principio pero todo salió bien
6	Me sentí desafiado a aprender
7	Excelente herramienta de enseñanza
8	Sensación de desafío, de superación

E. Contribución de simulaciones

Todos los participantes coincidieron unánimemente en que el *software Tinkercad* aporta importantes contribuciones al aprendizaje de la física. Las ideas generales de los participantes se resumieron en la tabla IV.

TABLA IV. Contribución de simulaciones.

Orden	Opinión sobre la construcción
1	Facilita mucho la comprensión
2	Le permite ver un circuito real
3	Podemos ver más de la teoría.
4	Se arraigan en la mente con ellos
5	Podemos ver en la práctica la teoría
6	Entendemos mejor la teoría
7	Se aclara el contenido

V. CONCLUSIONES

Existe consenso entre los especialistas en el área de la educación sobre la necesidad de incentivar el aprendizaje a partir de la integración entre las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Alentar a los jóvenes lo antes posible en esta perspectiva contribuye a una formación sólida y los prepara para los desafíos del mundo real.

La educación STEM es un enfoque que sigue este camino. Sin embargo, para su aplicación práctica, los costos pueden ser un impedimento. Por lo tanto, pensar en alternativas para viabilizar los costos, como el uso de simulaciones, puede minimizar las barreras económicas.

Esta investigación se centró en investigar las contribuciones, ventajas, desventajas y límites del uso de un laboratorio de electricidad virtual. Además, las actividades se distribuyeron en equipos con la finalidad de fomentar el trabajo colaborativo y fomentar la comunicación entre los

alumnos. Las actividades dirigidas al pensamiento crítico y la resolución de problemas relacionados con los circuitos eléctricos.

Con la recopilación de datos y el análisis posterior, encontramos que el uso de simulaciones puede ser una alternativa a los laboratorios reales. Promovieron el aprendizaje a partir del ejercicio del pensamiento computacional y el desarrollo de habilidades en relación con las tecnologías digitales como una forma de contrarrestar la lógica de las restricciones en medio de la pandemia de COVID-19.

REFERENCIAS

- [1] Zazkis, R., *Technology in Mathematics Teacher Education on Trust and Pitfalls*. [S. l.], 2020, Disponible em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-29396-3_13, Acceso em: 15 jul. 2020.
- [2] Chang, Ch. Ch., Chen, Y., *Using mastery learning theory to develop task-centered hands-on STEM learning of Arduino-based educational robotics: psychomotor performance and perception by a convergent parallel mixed method*. [S. l.], 2020, Disponible em: <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1741400>. Acceso em: 15 jul. 2020.
- [3] Ismail, Z., *Helpdesk Report: Benefits of STEM Education*, [S. l.: s. n.], (2018). Disponible em: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5c6c0ec740f0b647abb525a7/418_Benefits_of_STEM_Education.pdf. Acceso em: 8 out. 2019.
- [4] Srikoom, W., Faikhamta, Ch., Hanuscin, D. L., *Dimensions of Effective STEM Integrated Teaching Practice*. (2018). Disponible em: <https://doi.org/10.14456/k12stemed.2018.4>. Acceso em: 8 out. 2019.
- [5] Thibaut, L. et al. *Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education*, (2018). Disponible em: <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>. Acceso em: 8 out. 2019.
- [6] Watson, A. D., Watson, G. H., *Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education*, (2013). Disponible em: www.asq.org/pub/jqp%0Ahttp://rube.asq.org/quality-participation/2013/10/bonus-article-transitioning-stem-to-steam-reformation-of-engineering-education.pdf. Acceso em: 15 jul. 2020.
- [7] Sampieri, R., Collado, C., Del Pilar, L. M., *Metodologia de Pesquisa*. 5ªed. (McGrawHill, Porto Alegre, 2013).
- [8] Brasil. *Diário oficial da União*, Portaria No 544, DE 16 DE JUNHO DE 2020Brasil: p. 62 (2020), Disponible em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/06/2020&jornal=515&pagina=62>. Acceso em: 2 set. 2020.