

Design of teaching project for mathematical modeling in computer engineering education. Diseño de proyecto de enseñanza para modelación matemática en la formación del ingeniero en computación.

Lorena Alonso Guzmán^{1*}, Claudio Flores Seefoó¹ y Víctor Manuel Hernández¹

¹Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero

ARTICLE INFO

Article history:

Recibido 28 febrero 2024

Revisado 12 marzo 2024

Aceptado 15 junio 2024

* Corresponding author:

E-mail address: 17980@uagro.mx

(L. Alonso Guzmán)

Edited by Dr Jorge Bello Martínez

Keywords:

Design of projects

Simulators

Learning

Modeling

Capacitance

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia

Creative Commons.Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://doi.org/10.62384/fesgro.v10i1.884>

ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest among researchers in mathematics education in teaching mathematics in the field of engineering, particularly in the context of experimental mathematics. This study focuses on designing a teaching project for mathematical modeling using the PhET simulator. The methodology employed consisted of a teaching experiment with retrospective analysis, adopting an inductive approach to understand how engineering students assimilate learning through the use of PhET. The sample included 6 computer engineering students from the Autonomous University of Guerrero. One of the teaching projects focused on capacitance, with the aim of equipping students with relevant skills for their future professional practice. The results revealed that students actively engaged in the modeling activity, using arguments and reasoning to formulate equations based on the PhET simulator, thereby facilitating the understanding of complex mathematical concepts. In conclusion, this study supports the effectiveness of using simulators like PhET in teaching mathematics to engineers, providing a valuable tool for fostering understanding of capacitance concepts in this field of engineering study.

RESUMEN

En los últimos años, ha surgido un interés creciente entre los investigadores en educación matemática por la enseñanza de las matemáticas en el ámbito de la ingeniería, especialmente en el contexto de la matemática experimental. Este estudio se enfoca en diseñar un proyecto de enseñanza para la modelación matemática utilizando el simulador PhET. La metodología empleada consistió en un experimento de enseñanza con análisis retrospectivo, adoptando un enfoque inductivo para comprender cómo los estudiantes de ingeniería asimilan el aprendizaje mediante el uso de PhET. La muestra incluyó a 6 estudiantes de ingeniería en computación de la Universidad Autónoma de Guerrero. Uno de los proyectos de enseñanza se centró en la capacitancia, empleando simulador PhET. Los resultados revelaron que los estudiantes participaron activamente en la actividad de modelación, utilizando argumentos y razonamientos para plantear ecuaciones basadas en el simulador PhET, lo que facilitó la comprensión de conceptos matemáticos complejos. En conclusión, este estudio respalda la eficacia del uso de simuladores como PhET en la enseñanza de matemáticas para ingenieros, proporcionando una herramienta valiosa para fomentar la comprensión de conceptos de capacitancia en este campo de estudio de la ingeniería.

Introducción

En los últimos años investigadores en educación en matemática han dado cuenta que uno de los temas que han llamado la atención es la enseñanza de las matemáticas en las áreas de ingeniería, Leong, Kwan Eu y Tan, (2020) propone el diseño de tareas basadas en situaciones de la vida real, en la que se espera que los conocimientos matemáticos adquiridos los apliquen en la vida diaria, en la cual la matemática experimental tiene un papel muy importante, para esto Maass y Engeln, (2018) refieren que los diseños de proyectos enfocados a los experimentos de enseñanza se resumen en tres puntos: En primer lugar, el enfoque de enseñanza se caracteriza por la relevancia que el tema de la investigación tiene para los estudiantes y sus vidas reales. Por lo tanto, los entornos de aprendizaje deben ser auténticos.

En segundo lugar, se invita a los alumnos a observar fenómenos y crear sus propias preguntas; seleccionar las herramientas adecuadas; llevar a cabo experimentos; buscar explicaciones; e interpretar y evaluar soluciones, etc., por lo que se supone que deben hacer investigación y llevar a cabo investigaciones.

En tercer lugar, la interacción entre los estudiantes y los profesores cambia en la clase y pasa de una forma más centrada en el profesorado a una forma más centrada en el estudiante.

Adicionalmente, Bibi et al. (2019). refiere que se emplean tres enfoques diferentes algebraico, numérico y gráfico para modelar un experimento de enseñanza, además Blum, (2015) agrega que debe ser una actividad cognitiva para crear una poderosa herramienta para comprender y dominar mejor las situaciones

presentes o futuras del mundo real, para desarrollar matemáticas generales relevantes para la cultura, sociedad y el mundo, sin olvidar los objetivos educacionales.

En síntesis, Santana Ortega et al. (2018), refieren que la experimentación implica la realización material del sistema experimental, los objetos de estudio, el aparato y su interacción, así como una intervención activa en el entorno de este sistema. Se obtienen entornos de aprendizaje que promueven el desarrollo del conocimiento matemático y las habilidades de pensamiento científico necesarios para los estudiantes. Además, Kertil et al. (2019), describen que el objetivo de los diseños de proyectos es analizar el aprendizaje en contexto mediante el diseño y estudio sistemático de formas particulares de aprendizaje, estrategias y herramientas de enseñanza, de una forma sensible a la naturaleza sistémica del aprendizaje, la enseñanza y la evaluación. Todo ello los convierte en un paradigma metodológico potente en la investigación del aprendizaje y la enseñanza. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar un proyecto de enseñanza para la modelación matemática mediante la simulación de laboratorios virtuales, específicamente utilizando el simulador Phet.

Materiales y Métodos

La metodología empleada se basó en un experimento de enseñanza con análisis retrospectivo, el cual se entenderá como una herramienta dirigida a comprender el aprendizaje y razonamiento de los estudiantes durante un corto periodo de tiempo (Bernabeu et al. 2019), utilizando el enfoque inductivo para comprender cómo los estudiantes de ingeniería asimilan el aprendizaje al modelar fenómenos de la vida real con el simulador Phet. La población de estudio fue un grupo de tercer semestre con 18 estudiantes de Ingeniero en Computación de la Facultad de Ingeniería de la UAGro, la información se obtuvo durante el semestre febrero-julio 2023, la muestra consistió en 6 estudiantes de este programa educativo.

DISEÑO DEL PROYECTO DE ENSEÑANZA

Para dar cumplimiento al objetivo de la investigación a continuación se presenta el proyecto de enseñanza, y que se centró en el tema de la Capacitancia, el cual posteriormente se implementó en los 6 estudiantes del programa educativo de Ingeniero en Computación.

Nombre del Proyecto de enseñanza: Cargando y Descargando Capacitores.

Objetivo del proyecto de enseñanza: Investigar cómo se carga y descarga un capacitor y cómo afecta la capacitancia y la resistencia del circuito en el proceso.

Materiales:

Computadora o dispositivo con acceso a la simulación "Capacitor Lab" de PhET (disponible en <https://phet.colorado.edu/en/simulation/capacitor-lab>).

Conocimiento básico de electricidad y capacitores.

Instrucciones: Abre la simulación "Capacitor Lab" en tu dispositivo. En la simulación, ajusta los siguientes parámetros: Selecciona el "Tipo de capacitor" que prefieras (por ejemplo, placa paralela o cilíndrico).

Ajusta el valor de la capacitancia al valor deseado utilizando el control deslizante.

Ajusta el valor de la resistencia del resistor R utilizando el control deslizante.

Observa cómo el capacitor se carga cuando se cierra el interruptor. Puedes medir la carga y el voltaje en el capacitor mientras se carga.

Luego, abre el interruptor para desconectar el circuito y observa

cómo el capacitor se descarga. Mide la velocidad de descarga y cómo la resistencia afecta este proceso.

Realiza una serie de experimentos variando la capacitancia y la resistencia para observar cómo influyen en la carga y descarga de un capacitor.

Registra tus observaciones y resultados en un cuaderno de laboratorio virtual o en papel.

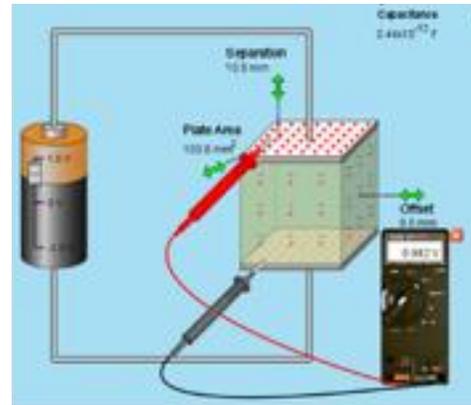


Figura 1. Experimento capacitor en PhET.

Resultados y Discusión

Para analizar los resultados, se plantearon interrogantes y se debatieron en equipo. En este proceso, los seis estudiantes se reunieron en grupo para discutir sus observaciones y hallazgos. Compartieron sus experiencias y compararon los efectos de la capacitancia y la resistencia en el proceso de carga y descarga de los capacitores.

Información recabada del experimento virtual.

Se les preguntó a los estudiantes ¿En qué afecta a las placas el cambio de la polaridad del voltaje?, a lo que ellos respondieron: "En la simulación, notamos que al aumentar el voltaje, el valor de carga en la placa superior también aumentaba. Así que, sí, el voltaje afecta la cantidad de carga que puede almacenar, pero no sabemos la razón exacta detrás de esto".

"La capacitancia es la capacidad de un capacitor para almacenar carga eléctrica. Por lo tanto, supongo que si el voltaje es mayor, el capacitor debería ser capaz de almacenar más carga. Pero no sabemos cómo funciona en términos de ecuaciones o fórmulas".

Posteriormente se les preguntó: ¿Cómo afecta la resistencia del circuito a la velocidad de carga y descarga del capacitor?, rescatándose las siguientes respuestas.

"En la simulación, notamos que al aumentar la resistencia, la velocidad de carga y descarga del capacitor disminuía. Así que, parece que la resistencia ralentiza el proceso, pero no sé la razón exacta detrás de esto".

Creemos que la resistencia del circuito tiene algo que ver con la velocidad de carga y descarga del capacitor, pero no estoy seguro de cómo. Si la resistencia es alta, tal vez el proceso sea más lento.

A mayor resistencia, el proceso de carga y descarga es más lento. Esto se debe a la constante de tiempo RC, donde R es la resistencia y C es la capacitancia. Cuanto mayor sea la resistencia, mayor será la constante de tiempo, lo que ralentiza el proceso.

Una vez concluido la simulación del experimento utilizando PhET, es importante mencionar que se debe cuidar un desarrollo paralelo de competencias y creencias y actitudes adecuadas en el

desarrollo del proyecto de enseñanza. Dado que las creencias y actitudes tienden a ser estables, este proceso también implica un aprendizaje continuo a lo largo del tiempo.

De nuestro análisis se desprende que en el estudio de los argumentos que construyeron los estudiantes les permitió involucrarse activamente en la actividad de modelación. Esto está respaldado por investigadores como Rodríguez (2020), quienes encontraron que la modelación empleando proyectos de enseñanza proporciona a los estudiantes la capacidad de manipular recursos y activar múltiples sentidos, como la vista, el oído y el tacto.

Además, se pudo apreciar así como lo mencionan Fauzi, Dirgeyase y Priyatno (2019), la modelación les brinda a los futuros ingenieros la oportunidad de interactuar directamente con la información que recolectan durante el experimento de capacitor realizado con PhET.

Sánchez García et al., (2019), mencionan que el proyecto de enseñanza empleando modelación, permite a los estudiantes construir conexiones entre los conceptos matemáticos y su aplicación en situaciones reales. En este caso, los estudiantes lograron relacionar el concepto capacitor con el fenómeno observado en el experimento de PhET, lo cual les permitió dar sentido a los conocimientos matemáticos previos y aplicarlos de manera significativa.

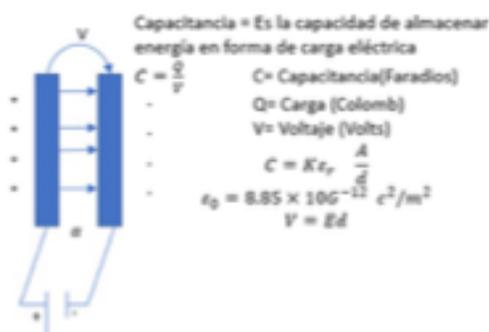


Figura 2. Matemización de la capacitancia.

Conclusiones

En conclusión, los hallazgos coinciden con la idea de que el aprendizaje de capacitor implica una resignificación de los conceptos y una integración de diferentes enfoques y estrategias. Los estudiantes de ingeniería de la UAGro tuvieron la oportunidad de experimentar la práctica de modelación en un contexto real, lo cual les permitió desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolver problemas de manera creativa.

Los resultados obtenidos respaldaron la literatura existente sobre la relevancia del diseño de proyectos en el aprendizaje de las matemáticas y destacan la necesidad de brindar a los estudiantes oportunidades para construir y resignificar conocimientos físico-matemáticos en contextos significativos.

Esta investigación sirvió de sustento para estructurar la metodología de investigación de diseño a partir de experimentos de enseñanza y modelación.

Declaración de conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses

Referencias

Bernabeu, M., Moreno, M., y Llinares, S. (2019). Experimento de enseñanza como una aproximación metodológica a la investigación

en Educación Matemática. Uni-pluriversidad, 19(2). <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.19.2.07>

Bibi, A., Ahmad, M., Shahid, W., Zamri, S. N. S., & Abedalaziz, N. A. M. (2019). An Evolving Research to Tackle Teaching and Learning Challenges during Differential Equations Course: A Combination of Non-routine Problems and Teacher Training. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), 647–656. <https://doi.org/10.29333/iejme/5777>

Blum, W. (2015). Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do? En S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 73–96). Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_24

Fauzi, K. M. A., Dirgeyase, I. W., & Priyatno, A. (2019). Building Learning Path of Mathematical Creative Thinking of Junior Students on Geometry Topics by Implementing Metacognitive Approach. *International Education Studies*, 12(2), 57. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n2p57>

Kertil, M., Erbas, A. K., & Cetinkaya, B. (2019). Developing prospective teachers' covariational reasoning through a model development sequence. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(3), 207–233. <https://doi.org/10.1080/10986065.2019.1576001>

Leong, Kwan Eu; Tan, J. Y. (2020). Exploring Secondary Students' Modelling Competencies. *The Mathematics Enthusiast*, 17(1), 85–107.

Maass, K., y Engeln, K. (2018). Impact of professional development involving modelling on teachers and their teaching. *ZDM - Mathematics Education*, 50(1–2), 273–285. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0911-y>

Rodríguez, M. E. (2020). Miradas transcomplejas de la diada: educación matemática crítica – antropoética. *Praxis Investigativa Redie*, 12(22), 58–76.

Sánchez García, C., Zaragoza, J. A., & Chavarria Moctezuma, Y. (2019). Enseñanza de ecuaciones diferenciales de primer orden mediante la modelación con SCILAB. *Revista electrónica AMIUTEM*, VII(1), 35–43. <https://doi.org/042014052618474600203>

Santana Ortega, A., Gómez-Blancarte, A. L., & Nelson, L. L. O. (2018). Matemática en la formación de profesoras de telesecundaria. 1er. Congreso Nacional de Investigación sobre Educación Normal, 1–16.