

Artículo de Experiencia de Aula

ISSN: 2463-0624 / Vol. 1 N° 11

www.als.edu.co/revistaticals

Diego Alejandro Forero Ramírez

Licenciado en Biología

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

dforero@docente.als.edu.co

Recepción del artículo: 02/05/2025

Aceptado: 30/05/2025

Implementación del Simulador PhET 'Density' para Enseñar la Relación Masa-Volumen y Fortalecer el Pensamiento Científico en Estudiantes de Quinto de Primaria

Resumen

Este estudio tuvo como propósito diseñar e implementar una estrategia didáctica para la enseñanza de la relación entre masa y volumen a estudiantes de quinto grado de educación primaria, utilizando el simulador interactivo "Density" de PhET. La experiencia se realizó de manera cualitativa, realizando una experiencia de aula que fomentó el aprendizaje activo e individual. Cada estudiante utilizó el simulador de manera individual desarrollando la actividad a su ritmo personal, lo que les permitió desarrollar sus habilidades de investigación en un entorno virtual. Como resultado se pudo percibir una alta motivación y participación de los grupos dentro de su autonomía y comprensión significativa de lo que es densidad. Además, la intervención permitió superar las limitaciones de la experimentación tradicional, favoreciendo la educación diferenciada al adaptarse a distintos ritmos y estilos de aprendizaje. Esta experiencia sugiere que el uso de simuladores interactivos constituye una estrategia pedagógica efectiva para fortalecer el pensamiento científico desde la educación primaria.

Palabras clave: *Aprendizaje Activo, Simuladores Interactivos PhET, TIC en educación, Tecnología Educativa*

Abstract

This study aimed to design and implement a didactic strategy for teaching the relationship between mass and volume to fifth-grade primary school students using the interactive “Density” simulator from PhET. The experience was systematized, as a classroom experience encouraging active and individual learning. Each student used the simulator independently, developing the activity at their own pace, allowing them to develop their research skills in a virtual environment. The results showed high levels of motivation and participation of the groups within their autonomy and a significant understanding of the concept of density. Additionally, the intervention helped overcome the limitations of traditional experimentation in primary science classes by enabling differentiated instruction tailored to students’ diverse learning paces and styles. This experience suggests that interactive simulations are an effective pedagogical strategy to enhance scientific thinking from an early educational stage.

Keywords: Active Learning, Educational Technology, ICT in education, PhET Interactive Simulators

Introducción

La enseñanza de ciencias naturales, tiene grandes desafíos, como la manera de abordar conceptos abstractos de una forma clara a los estudiantes. Según el enfoque socio-constructivista, los estudiantes logran potenciar su aprendizaje significativo al interactuar de manera activa con fenómenos y conceptos científicos. Sin embargo, hay limitaciones tanto de tiempo, recursos y logísticas que dificultan esta experimentación directa. Debido a esto el uso de simuladores interactivos como los propuestos por PhET, resulta ser una estrategia didáctica útil para desarrollar el aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes interactuar, explorando, manipulando y visualizando fenómenos científicos complejos en espacios virtuales controlados. Muchos estudios muestran que estos simuladores potencian la motivación, independencia y el entendimiento conceptual en la enseñanza de las ciencias en educación primaria. (Gómez & Lizarazo, 2020; Pozuelo Muñoz et al., 2023).

Uno de los aspectos más relevantes en el aprendizaje de las ciencias es la experimentación. Moreno y Pino (2018) plantean que experimentar implica formular predicciones de lo que puede ocurrir y ponerlas a prueba. Por lo mismo hay que diseñar las actividades y, al realizarlas, observar, manipular, medir, comparar, registrar y sistematizar datos e información para, finalmente, obtener conclusiones. Sin embargo, en el contexto de la educación primaria, las posibilidades de experimentación pueden verse restringidas por factores

como la disponibilidad de materiales, el tiempo limitado de las sesiones de clase y la complejidad de algunos fenómenos científicos.

Estos escenarios generan la necesidad de complementar esta práctica experimental tradicional con estrategias pedagógicas, pero en especial didácticas que favorezcan el aprendizaje significativo de los estudiantes. La educación diferenciada, al proponer distintos métodos que acuden a las distintas formas de aprender en el aula, uniendo herramientas como los simuladores virtuales, recursos audiovisuales que permiten analizar y visualizar conceptos científicos, toma una enorme relevancia en este escenario procurando aumentar los niveles de aprendizaje.

Usar simuladores en la enseñanza de ciencias, resulta una didáctica innovadora, que propende favorecer el aprendizaje activo, la visualización de fenómenos y el desarrollo de competencias científicas desde edades tempranas. Según González Carmona (2020), las simulaciones facilitan la comprensión de fenómenos ya que permiten representar procesos complejos de manera accesible, difíciles de observar en el aula. Asimismo, Ayón-Parrales y Vítores-Pérez (2020) destacan que los simuladores no solo promueven entornos seguros y económicos para el aprendizaje experimental, sino que también potencian la motivación y la autonomía estudiantil. En este sentido, investigaciones como las de

Pozuelo et al. (2023) han evidenciado que los docentes perciben a los simuladores como herramientas capaces de mejorar la participación activa y el pensamiento crítico de los estudiantes.

Concretamente, los simuladores de PhET, desarrollados por la universidad de Colorado, son conocidos por su diseño intuitivo, que desarrollan las habilidades de indagación permitiendo favorecer la construcción de conceptos científicos (Gómez & Lizarazo, 2020; Orrego-Riofrio et al. 2024). Estas herramientas digitales fortalecen el pensamiento científico en la educación primaria, permitiendo que los estudiantes manipulen variables, formulen hipótesis y observen resultados de manera inmediata.

A partir de este sustento teórico, se diseñó e implementó una experiencia de aula que integró el uso del simulador PhET “Densidad”, con el propósito de fortalecer la comprensión conceptual en estudiantes de grado quinto. El objetivo general de esta intervención fue analizar el impacto del uso del simulador interactivo en el aprendizaje del concepto de densidad, evaluando su potencial para promover la autonomía, la participación activa y la comprensión significativa en el aula de Ciencias Naturales. En la siguiente sección, se describe la metodología empleada para la planificación, ejecución y evaluación de esta intervención pedagógica, detallando las estrategias de aprendizaje, los recursos utilizados y los criterios de análisis de los resultados.

Metodología

1. Planificación y diseño de la actividad

Primero se revisaron los recursos disponibles en la plataforma PhET como se muestra en la Figura 1, especialmente las guías para profesores, que proporcionan detalles sobre cómo aprovechar al máximo los simuladores. Estas guías permiten articular el uso del simulador con los objetivos de aprendizaje y la planeación instruccional, promoviendo el desarrollo de actividades alineadas con principios de indagación guiada y aprendizaje activo (Adams et al., 2008). Posteriormente, se consultaron diversas guías y experiencias previas realizadas en el contexto de primaria, lo que permitió enriquecer el diseño de la actividad. A continuación, se diseñó la actividad teniendo en cuenta el contexto del grupo de estudiantes, considerando aspectos clave como el curso y nivel académico, los prerrequisitos (qué temas deberían conocer para realizar la experiencia de la manera más enriquecedora), las necesidades especiales de los estudiantes, los objetivos de aprendizaje, los materiales y tecnología necesaria, y el tiempo estimado para cada fase de la actividad. De esta forma, se garantizó que la actividad estuviera adaptada al grupo y a las condiciones específicas del entorno educativo.

Figura 1.



Nota: Plataforma PhET, simulador Densidad, revisión de recursos y material para desarrollo de actividades relacionadas con el simulador, probadas y certificadas.

2. Desarrollo de clase con simulador PhET

Para el desarrollo de la experiencia se empleó el simulador "Density" de PhET Interactive Simulations, acompañado de una guía de trabajo adaptada de la actividad "Exploring the Density Simulation" (Dias, 2024), encontrada en los recursos de la plataforma. Se realizó una actividad de introducción utilizando el simulador en el aula, y posteriormente el acceso a la simulación fue individual, en la sala de informática, promoviendo la autonomía y el trabajo a ritmo propio. Durante esta fase se activaron funciones de diseño inclusivo del simulador, como la sonificación y el resaltado de elementos interactivos, las cuales permiten atender a la diversidad de estilos de aprendizaje (PhET Interactive Simulations, s.f.-a).

El procedimiento metodológico se estructuró en cuatro fases:

- Pre-laboratorio: Cómo sesión exploratoria, se realizó una actividad de diagnóstico, identificando ideas previas acerca de densidad y flotación. Antes de interactuar con la plataforma PhET, se realizó una introducción en el aula de manera general con el simulador, involucrando los conceptos de masa y volumen trabajados en clases previas (Figura 2). Este ejercicio permitió dar el contexto necesario para el entendimiento del concepto de densidad, dando cuenta de su fundamento teórico y como puede ser calculada. Se identificó como objetos de diferentes densidades interactúan con el agua, observando su flotabilidad y se guió la actividad con las siguientes preguntas: ¿Por qué flotan los objetos? ¿Qué ocurre cuando cambiamos el volumen? ¿Cómo influye la masa en la flotación?

Figura 2



Nota: Sesión de introducción conceptos de masa y volumen. Utilizando el simulador PhET.

Nota: Diego Forero, 2025 relación densidad y volumen en el aula de clase-

- Exploración libre: Los estudiantes pudieron jugar durante 5 minutos de manera autónoma sin explicación previa con el simulador. Esta etapa permitió a los estudiantes relacionarse con los conceptos herramientas antes de dar instrucciones específicas. Durante este tiempo hicieron descubrimientos individualmente que facilitaron su entendimiento, mientras el docente circulaba por el salón observando las interacciones y realizando preguntas que permitieran hacer reflexiones sobre lo que se observaba.

Figura 3

Collecting Evidence and Analyzing Data				
COLLECTING EVIDENCE				
• COMPARE the behavior and characteristics of objects that float in water.				
• ANALYZE the following information.				
Experiment	Object A	Object B	Submersion analysis*	
#1	Styrofoam	Wood	Submersion	Description
#2	Styrofoam	Ice	+	Very little submersion
#3	Wood	Ice	++	Low/moderate submersion
			+++	Great submersion

* Qualitative characterization of the proportion of the object that is underwater.

• Activity 1. Place object A (styrofoam) and object B (wood) in the water. COMPARE your characteristics by filling in the following table:

Table 1. Analysis of Experiment 1.		
Objects that float in water - Experiment 1		
	Object A	Object B
Object name		
Mass		
Volume		
Density		
Submersion*		
Schematic drawing		

Nota: Formato utilizado para la actividad utilizando el simulador PhET

- Recolección de evidencias y análisis de datos: Los estudiantes realizaron los experimentos de manera virtual, utilizando la guía de trabajo, comparando el comportamiento de cubos de icopor, madera y hielo. En esta actividad los estudiantes registraron la masa, el volumen, la densidad y el grado de inversión de los objetos apoyando su análisis con esquemas gráficos. Figura 3.
- Post laboratorio: Los estudiantes enfrentaron situaciones problemáticas solicitaban la interpretación de tablas de densidad y su aplicación a contextos cotidianos (Figura 4). Se favoreció la discusión grupal para asegurar el entendimiento de los conceptos clave. La actividad culminó mediante una reflexión colectiva sobre cómo el simulador les aportó a entender el fenómeno de la densidad.

Figura 4

Post - Laboratory

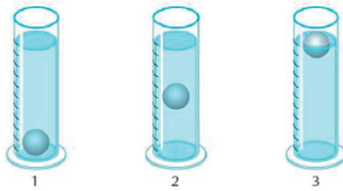
QUESTION 1
ANALYZE the following table.

	Material	Density (kg/L)
I	Iron	7,8
II	Cork	0,3
III	Diamond	3,5
IV	Coal	0,5

Regarding the topic presented, it is CORRECT to state that the materials that float in water (water density: 1 kg/L) are:

A) I e II.
B) II e III.
C) III e IV.
D) II e IV.

QUESTION 2 (UFPE - Adapted)
To identify three liquids (densities 0,8, 1,0 and 1,2), a person has a small ball of density = 1,0. According to the position of the balls shown in the following drawing, it is CORRECT to say that:



A) the liquids contained in test tubes 1, 2 and 3 have densities 0,8, 1,0 and 1,2.
B) the liquids contained in test tubes 1, 2 and 3 have densities 1,2, 0,8 and 1,0.
C) the liquids contained in test tubes 1, 2 and 3 have densities 1,0, 0,8 and 1,2.
D) the liquids contained in test tubes 1, 2 and 3 have densities 1,2, 1,0 and 0,8.
E) the liquids contained in test tubes 1, 2 and 3 have densities 1,0, 1,2 and 0,8.

Nota: Detalle de las situaciones analizadas en el ejercicio post laboratorio, en donde los estudiantes ponen en práctica el conocimiento de densidad adquirido.

El análisis de la actividad se realizó de manera cualitativa, teniendo en cuenta el desempeño que tuvieron los estudiantes en la actividad, la calidad del registro de datos y su participación grupal. Los criterios para evaluarlo se enfocaron en el entendimiento conceptual de la relación de masa, volumen y densidad, la capacidad de argumentación con fundamentos científicos y el nivel de autonomía que tuvo el estudiante utilizando el simulador.

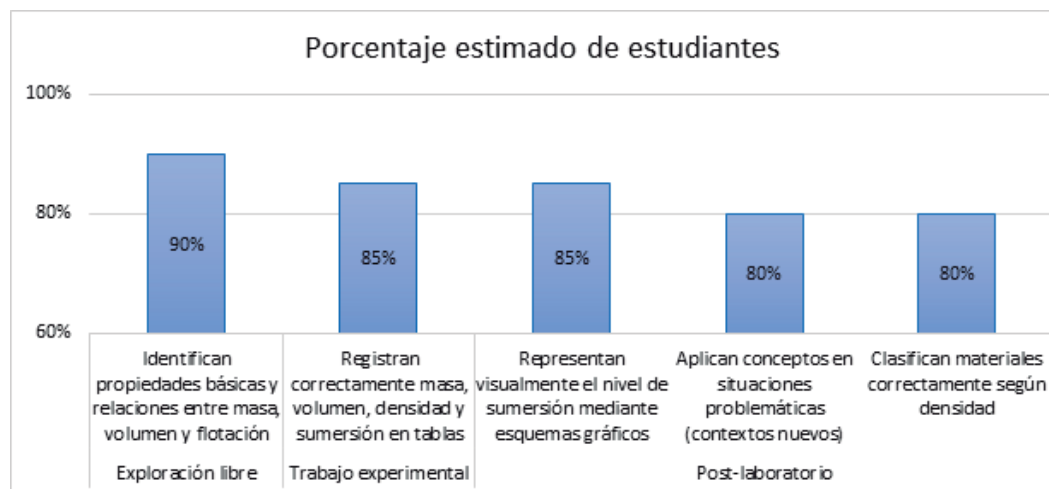
Resultados

La implementación del simulador interactivo de Phet “density” mostró resultados positivos, en distintos niveles de aprendizaje. Al iniciar la experiencia, se observó una gran motivación de los estudiantes, que durante toda la actividad participaron activamente, tanto en su ejercicio libre como en los ejercicios virtuales mediados por la guía de trabajo. La posibilidad de modificar variables de manera autónoma y a su propio ritmo de trabajo, favoreció atender a distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes del grupo. De manera general la mayor

parte de estudiantes pudo determinar con claridad la relación de masa, volumen y densidad, evidenciándose en los registros realizados en tablas de análisis de los experimentos y en las reflexiones brindadas al finalizar la actividad (figura 5). Adicionalmente las discusiones grupales permitieron identificar avances en la manera en que brindaban argumentos científicos, utilizando los conceptos aprendidos para explicar el comportamiento de los distintos materiales del simulador. Estos hallazgos sugieren que el uso de simuladores favorece el aprendizaje conceptual en ciencias, potenciando habilidades transversales, como la autonomía, la reflexión crítica y el trabajo cooperativo

Durante el momento exploratorio, los estudiantes demostraron un interés remarcable en descubrir las funciones del simulador, manipulando las distintas variables como la masa y el volumen de los objetos virtuales. El análisis de sus primeras reflexiones grupales reveló que un 90% de los estudiantes pudo identificar adecuadamente las propiedades de los materiales (masa, volumen y densidad) haciendo relaciones entre estas características y la capacidad de flotación. (Figura 5)

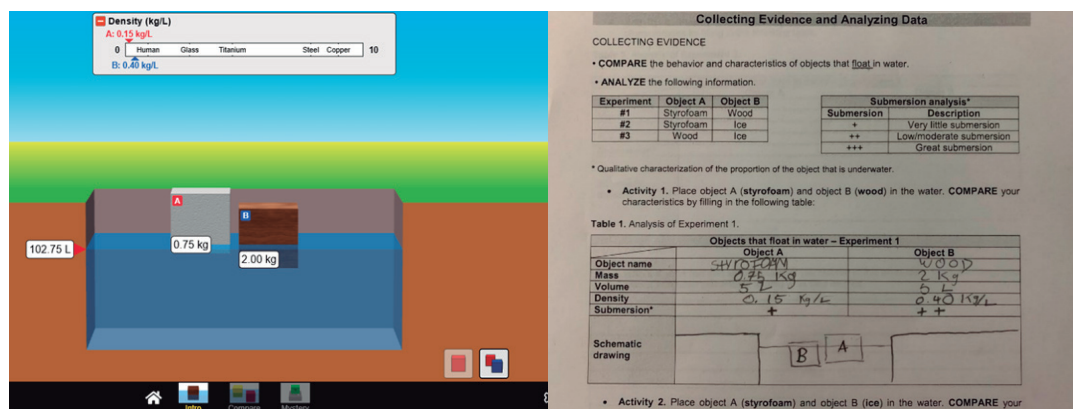
Figura 5



Nota: Porcentaje de logro de los estudiantes por fase de la actividad con el simulador "Density" de PhET

En la fase experimental, un 85% de estudiantes completaron correctamente las tablas de los casos, describiendo de manera adecuada la masa, volumen, densidad y sumersión de los objetos comparados (icopor, madera y el hielo). Igualmente, los esquemas gráficos elaborados mostraron que la mayoría de los participantes pudo representar visualmente el nivel de sumersión relativo de cada uno de los materiales reforzando su entendimiento conceptual.

Figura 6



Nota: Comparación de los resultados del simulador con las respuestas de los estudiantes.

En la fase de post-laboratorio, los estudiantes resolvieron exitosamente las situaciones problemáticas propuestas, poniendo en práctica los conceptos que se aprendieron, en contextos diferentes al simulador. El 80% de los estudiantes respondió correctamente a los ejercicios sobre flotación de objetos y clasificación de materiales basados en sus densidades. Las reflexiones a nivel individual mostraron tanto la apropiación de conceptos científicos como el desarrollo de habilidades argumentativas y de razonamiento lógico.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta actividad de aula respaldan las ideas que fundamentan el uso de simuladores interactivos en la enseñanza de las ciencias en primaria. Como mostraron González Carmona (2020) y Ayón-Parrales y Vítores-Pérez (2020), las simulaciones ayudan a representar fenómenos complejos de una manera accesible y segura, desarrollando el aprendizaje activo y la motivación de los estudiantes, características evidenciadas en el altísimo nivel de participación autonomía durante las sesiones desarrolladas.

El aprendizaje significativo de la relación entre la masa, el volumen y la densidad alcanzada por la mayor parte de los estudiantes es otra muestra de lo planteado por Orrego-Riofrio et al. (2024), que destacan este tipo de actividades como un ejercicio que favorece la construcción conceptual a partir de manipulación de variables y exploración autónoma. De igual forma, la realización de esquemas gráficos y las respuestas argumentadas confirman que el uso de simuladores enriquece tanto el aprendizaje de conceptos científicos como de habilidades transversales como pensamiento crítico y razonamiento lógico (Pozuelo Muñoz et al., 2023).

Esta experiencia también reafirma la importancia de integrar estrategias de educación diferenciada en el aula de ciencias, permitiendo que cada estudiante avance a su propio ritmo y consolide aprendizajes de manera personalizada. De acuerdo con Gómez y Lizarazo (2020), el trabajo autónomo guiado por simuladores interactivos se convierte en una herramienta valiosa para atender a la diversidad de estilos de aprendizaje en educación primaria. Este tipo de propuestas fortalecen no solo el aprendizaje conceptual, sino también el compromiso con una educación inclusiva, equitativa y accesible para todos los estudiantes.

Conclusiones

El uso de simuladores, interactivos, han demostrado ser herramientas eficaces para la comprensión de conceptos científicos complejos en estudiantes de primaria. Esta actividad además de evidenciar mejoras en la comprensión conceptual de la densidad, promovieron habilidades que son útiles en cualquier escenario como, la autonomía, pensamiento crítico y trabajo en equipo. Adicionalmente, es importante resaltar las características inclusivas de las simulaciones PhET, como descripciones sonoras de las actividades interactivas y la posibilidad de resaltar elementos de la simulación, adaptándose a distintas necesidades de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo un entorno educativo más equitativo, igualmente que dichas simulaciones pueden ser descargadas al computador sin la necesidad de acceso a internet para su uso, facilitando el acceso a lugares con problemas de conectividad (PhET Interactive Simulations, s.f. –a). Estas funcionalidades aseguran que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o estilos de aprendizaje, puedan participar activamente y beneficiarse del proceso educativo.

El marco de equidad desarrollado por PhET enfatiza la importancia de estrategias que promuevan la participación equitativa en el aula, proporcionando estructuras que permiten a los estudiantes compartir conocimientos, construir sus propias explicaciones y participar activamente en discusiones grupales (PhET Interactive Simulations, s.f. –b). Así, la actividad aplicada refleja que la integración de simuladores interactivos con un enfoque inclusivo y de equidad no solo mejora la comprensión de conceptos científicos, sino que también contribuye a la construcción de entornos de aprendizaje más justos, participativos y efectivos para todos los estudiantes. Este enfoque va alineado con la definición de aprendizaje activo, en el que los estudiantes construyen su conocimiento a partir de la interacción con ideas y materiales en lugar de recibir información o conocimiento de forma pasiva (Knight, 2004).

Referencias

- Adams, W. K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., & Wieman, C. E. (2008). *A study of educational simulations. Part I – Engagement and learning. Journal of Interactive Learning Research*, 19(3), 397–419.
- Ayón-Parralles, E. B., & Vítores-Pérez, M. C. (2020). *La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las ciencias naturales en básica y bachillerato, Portoviejo, Ecuador. Dominio de las Ciencias*, 6(2), 4–22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7467929>
- Días, B. (2024). *Guía de laboratorio sobre densidad usando el simulador PhET “Density”* [Guía de laboratorio]. PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/activities/7488>
- Gómez, R. E., & Lizarazo, R. H. (2020). *Aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantes de tercero mediante una estrategia pedagógica integrando simuladores PhET* [Tesis de maestría, Universidad de Santander].
- González Carmona, J. A. (2020). *Las simulaciones interactivas como recurso didáctico en la enseñanza y aprendizaje de la química* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/8258/Las%20simulaciones%20interactivas%20como%20recurso%20did%C3%A1ctico%20en%20la%20ense%C3%B1anza%20y%20aprendizaje.pdf>
- Knight, J. K. (2004). *Biology: A guide to the natural world*. Pearson Education.
- Mira Moreno, E. C., & Pérez Pino, M. A. (2018). *Los maestros de ciencias naturales ante los retos y desafíos de la educación científica del siglo XXI*. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/c0d28ece-035b-406f-9727-a4d232b670ae/content>
- Orrego-Riofrio, M. C., Aimacaña-Pinduisaca, C. J., & Urquiza-Cruz, E. P. (2024). *Simuladores virtuales en el proceso de aprendizaje de las ciencias experimentales. Dominio de las Ciencias*, 10(3), 40–56. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3916>
- PhET Interactive Simulations. (s.f.-a). *Inclusive design*. <https://phet.colorado.edu/en/inclusive-design>
- PhET Interactive Simulations. (s.f.-b). *DEIB in STEM education – Framework*. <https://phet.colorado.edu/en/deib-in-stem-ed/framework>
- Pozuelo Muñoz, J., Martín-García, J., Carrasquer-Álvarez, B., & Cascarosa Salillas, E. (2023). *Percepciones del profesorado ante el uso de simuladores virtuales en el aula de ciencias. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(37.2), 291–312. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.2.95842>
- University of Colorado Boulder. (s.f.). *Introduction to PhET simulations for STEM education* [Curso en línea]. Coursera. <https://www.coursera.org/learn/introduction-to-phet-simulations-for-stem-education>