

Laboratorio virtual de Física para la formación de profesores de Biología

Virtual Physics laboratory for the training of Biology teachers

Romero Mariño, Yerall¹, Catalá Brito, Daysimit²

Recibido: 04/08/2024

Aceptado: 25/08/2024

Publicado: 30/09/2024

Categoría: Artículo científico

RESUMEN

El profesor de Biología necesita de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para el tratamiento de los contenidos. De un estudio teórico realizado y la experiencia de la práctica educativa, se revelan como una problemática a investigar los fundamentos didácticos del uso de los laboratorios virtuales (LV) de Física para la formación de profesores de Biología. La metodología empleada fue de tipo descriptivo-explicativa, utilizando el análisis documental en el estudio de fuentes bibliográficas, vinculadas con los LV y el Plan de Estudio "E" de la carrera Licenciatura en Educación. Biología. Se utilizaron métodos de nivel teórico y empírico, y el enfoque sistémico en la síntesis del resultado obtenido. Como resultado se elaboró una propuesta didáctica de inclusión de LV en el programa de la asignatura Física para Biología perteneciente a la disciplina Anatomía y Fisiología Humanas. Estas actividades propician mayor motivación e interés de los profesores de Biología en formación por el estudio de la Física. La investigación se deriva del proyecto de investigación Recursos Educativos Abiertos (REA) para el desarrollo de la actividad cognoscitiva productiva en la formación de profesores del área de las ciencias naturales, coordinado por la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona.

Palabras Clave: Laboratorios virtuales, enseñanza de la física, formación de profesores de biología

ABSTRACT

The biology teacher needs Information and Communications Technologies (ICT) to process the contents. From a theoretical study carried out and the experience of educational practice, the didactic foundations of the use of virtual laboratories (LV) of Physics for the training of Biology teachers are revealed as a problem

¹ Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (La Habana, Cuba)
yeromar3062@gmail.com
ORCID: 0009-0000-8606-0802

² Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (La Habana, Cuba)
dcatalabrito@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5430-3259

to be investigated. The methodology used was descriptive-explanatory, using documentary analysis in the study of bibliographic sources, linked to the LV and the Study Plan “E” of the Bachelor of Education degree. Biology. Theoretical and empirical methods were used, and the systemic approach was used in the synthesis of the results obtained. As a result, a didactic proposal was developed to include LV in the program of the Physics for Biology subject belonging to the discipline Human Anatomy and Physiology. These activities promote greater motivation and interest of Biology teachers in training in the study of Physics. The research is derived from the Open Educational Resources (OER) research project for the development of productive cognitive activity in the training of teachers in the area of natural sciences, coordinated by the Enrique José Varona University of Pedagogical Sciences.

Keywords: Virtual laboratories, teaching of physics, training of biology teachers

Introducción

En la formación de profesores, los recursos educativos digitales abiertos (REDA) se han ampliado con herramientas para el uso de internet, con propuestas que avanza en la comprensión y aplicación de procesos inteligentes (Arabit et al., 2021; Prendes y Cerdán, 2021) y la inclusión de laboratorios virtuales, simuladores virtuales y entornos que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA), haciendo más atractivo y motivante el aprendizaje. Lo anterior ha generado propuestas didácticas para el estudiante, a través de entornos interactivos.

Los laboratorios virtuales (LV) (Donoso et al., 2021; Poma et al., 2023; Romero, 2024; Campos y Benarroch, 2024), han emergido como un elemento dinamizador dentro de la tendencia didáctica de uso de las tecnologías avanzadas en la enseñanza y aprendizaje de la Física. Su objetivo principal es introducir a los estudiantes en la experimentación, resolución de problemas, deducción de resultados e interpretación científica, a través de sistemas 3D, con componentes que conforman un laboratorio visualizado en la pantalla de una computadora, tableta o smartphone.

Los LV son una herramienta tecnológica digital interactiva capaz de simular, modelar y experimentar un fenómeno físico para el desarrollo del aprendizaje experimental de contenidos conceptuales, habilidades y actitudes. Puede ser usado con fines docentes o investigativos y están en correspondencia con las tendencias educativas más actuales (Romero, 2024).

La práctica educativa revela que existen insuficiencias al emplear REDA para el tratamiento de los contenidos de los Programas de disciplinas propias de la formación de profesores de Biología. Los LV como forma de organización de la enseñanza de la Física, han tenido un uso limitado a pesar de sus potencialidades como recurso educativo para la formación de profesores.

Estas insuficiencias apuntan hacia la necesidad de innovación educativa, relacionada con el uso las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y como aplicaciones especiales, los LV para desarrollar contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en la formación de profesores de Física, así como el aprovechamiento de los recursos educativos y actividades que ofrecen los simuladores virtuales.

Con el objetivo de profundizar en el estado actual de desarrollo que tiene la problemática planteada, se realizó un estudio teórico de fuentes primarias, relacionadas con los laboratorios virtuales (Ureña y Arguedas, 2018; Conde et al., 2019; Donoso et al., 2021; Poma et al., 2023; Romero, 2024) y el uso de simuladores en la enseñanza de la Física (Ponce et al., 2021; Duarte et al., 2022; Imbert, 2022; Sayafriyanti, 2022; Villaryz et al., 2022; Masfaratna y Rosadi, 2023).

En algunos trabajos analizados, se aprecian aportes sobre el diseño de LV y remotos, guías didácticas para laboratorios virtuales, su uso a modo de videojuegos, herramientas de aprendizaje, el desarrollo de prácticas virtuales y simulación de fenómenos y procesos, laboratorios de Física a los cuales se accede por medio de dispositivos de interacción, articulación de textos, videos y animaciones. Estas contribuciones sirven de antecedentes para futuras innovaciones didácticas.

Se reconoce que los trabajos analizados sirven como sustento teórico a las investigaciones educativas en curso, porque muestran propuestas para el desarrollo de los LV y el uso de simulaciones, pero se evidencian carencias teóricas y metodológicas en sus derivaciones didácticas, tales como: es insuficiente el desarrollo de los fundamentos didácticos del uso de los LV. Se profundiza poco desde la didáctica en la relación entre los LV y el aprovechamiento de los REDA.

Las insuficiencias existentes en la práctica educativa en la formación de pregrado de profesores de Biología, relacionadas con el uso de tecnologías digitales para el tratamiento de los contenidos de los programas de los currículos propios de la especialidad y las carencias teóricas y metodológicas que se aprecian en las derivaciones didácticas del desarrollo de los LV y el uso de simuladores virtuales, impulsan a la reflexión y búsqueda de soluciones.

La investigación realizada tuvo como objetivo: Analizar el Plan de estudio E de la carrera Licenciatura en Educación. Biología, para implementar una propuesta didáctica de LV en el programa de la asignatura Física para biólogos en diferentes tipos de clases, a partir de identificar potencialidades educativas de las simulaciones interactivas con resultados satisfactorios de evaluación.

La base de la propuesta de los LV en la asignatura Física para biólogos en la formación de profesores de Biología se erigió sobre ideas asumidas de trabajos precedentes (Valdés y Macedo, 2001; Colado, 2006; Valdés y Sifredo, 2006; Pérez et al., 2018; Reyes et al., 2023).

En la determinación de los problemas profesionales de la carrera Licenciatura en Educación. Biología, de acuerdo con las necesidades actuales se encuentra la utilización de los recursos tecnológicos en el PEA de la Biología. El modelo del profesional define dentro de sus objetivos generales fundamentar las alternativas de solución a los problemas profesionales desde la ciencia, sustentada en la utilización de las TIC. Para ello como tarea dentro de su función docente metodológica se destaca el uso de los REDA para obtener información, adquirir, construir y divulgar conocimientos por diversas vías (MES, 2016)

Un recurso que puede favorecer las exigencias modeladas en el Plan de Estudio, es el uso de simulaciones para el desarrollo de LV como el simulador interactivo PhET (Physics Education Technology), que permite el acceso a un sitio con simulaciones interactivas para ciencias. Esta plataforma es un recurso educacional sin fines de lucro, de acceso abierto y gratuito, resultado de un proyecto de la Universidad de Colorado en Boulder, fundado en 2002 por el ganador del Premio Nobel de Física, Carl Wieman (Universidad de Colorado, 2024).

PhET surgió a partir de la visión de Wieman tratando de mejorar el modo en que se enseñan y se aprenden las ciencias. Su acrónimo proviene del hecho de que originalmente se concibió como tecnología para la enseñanza de la Física, pero muy pronto se expandió a otras disciplinas. Las simulaciones interactivas PhET se basan en innovación educativa extensiva e involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo.

Las simulaciones PhET pueden usarse sin conexión, utilizando aplicación de escritorio para Windows/Computadoras Mac y para Chromebooks y Tabletas Android, con sistemas Chrome OS y Smartphone compatibles con aplicaciones de Android.

Las orientaciones metodológicas del programa de la asignatura Física para biólogos, especifica que la Física, como parte de la formación del profesor de Biología, debe incidir en la actualización de su PEA, incentivando el estudio de la historia de la Biología, los problemas bioéticos y sus aplicaciones en la sociedad. De la misma forma se debe renovar e intensificar el trabajo experimental y el uso de las TIC en la solución de problemas docentes y para la investigación e innovación educativa.

La mencionada asignatura se centra en el propósito de utilizar las TIC en la solución de tareas docentes: construir e interpretar gráficas y modelos, simular y automatizar experimentos, búsqueda, recogida, intercambio y comunicación de la información.

Metodología

En correspondencia con la problemática y el objetivo del estudio, la metodología empleada se sustentó en un estudio cualitativo y cuantitativo de tipo descriptivo-explicativo, utilizando el análisis documental como técnica de sistematización en el estudio de fuentes bibliográficas, vinculadas con los LV en el PEA de la Física, la formación de profesores de Biología y el Plan de Estudio “E” de la carrera Licenciatura en Educación. Biología. Se utilizaron métodos de nivel teórico y empírico. Entre los teóricos, el análisis-síntesis se empleó para sistematizar y sintetizar la información obtenida y la inducción-deducción para la generalización de las ideas esenciales y posterior elaboración. Fue utilizado también el enfoque sistémico en la síntesis de los resultados expresados en este artículo.

Resultados y discusión

En este artículo se presenta una propuesta didáctica de LV, que se distingue por la identificación de simulaciones interactivas para la asignatura Física para biólogos, y una estructura metodológica para las guías de los LV. La primera contribución de este artículo es la selección de algunas simulaciones interactivas para los temas de la asignatura, que serán utilizadas según el tipo de clase.

Para la selección de las simulaciones interactivas *PhET*, se tuvieron en cuenta los objetivos generales de la asignatura. Como propósito de la asignatura se aspira que los estudiantes sean capaces de dirigir el PEA de los contenidos, incorporando las TIC (MES, 2016). En los cuales se destacan la planificación y ejecución de experimentos y la utilización de los simuladores que puedan portarse en multi dispositivos. Lo anterior exige que el profesor de Biología en formación inicial requiera un alto rigor en el trabajo con las TIC y en este sentido la asignatura Física para biólogos desempaña un importante papel. La dirección, orientación y control del PEA de esta asignatura, busca desarrollar habilidades de carácter general que le

permita al estudiante adquirir conocimientos y habilidades por sí mismo sobre la utilización de las TIC en función de su propio aprendizaje.

La selección de algunas simulaciones interactivas para los temas de Física para biólogos incluye:

Mecánica (Movimiento de un proyectil, Fuerzas y movimiento, Masas y resortes, Ley de *Hooke*, Gravedad y órbitas. Laboratorios de: fuerza de gravedad, péndulo, colisiones y formas y cambios de energía).

Termodinámica (Densidad, Estados de la materia, Difusión, Propiedades de los Gases, Efecto invernadero).

Electromagnetismo (Cargas y campos, Globos y electricidad estática, Ley de Coulomb, Laboratorio de condensadores, Ley de *Ohm*, *Kit* de construcción de circuitos, Ley de *Faraday*).

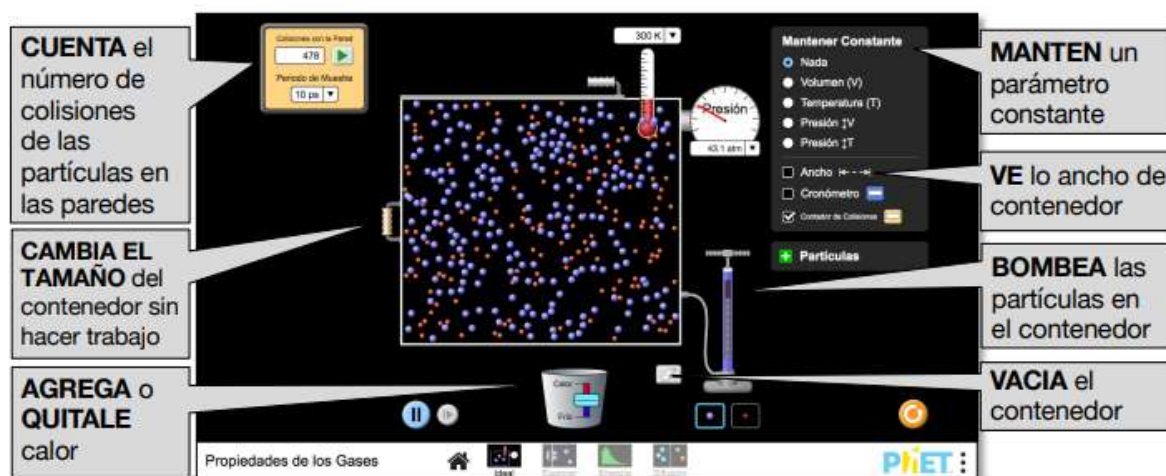
Óptica (Moléculas y luz, Reflexión y refracción de la luz, Visión del color, Óptica geométrica)

Las simulaciones interactivas seleccionadas, contribuyen a la formación integral de los estudiantes en correspondencia con la política educacional actual, así como con las exigencias socioculturales, psicopedagógicas y político-ideológicas. Mediante ellas se pueden estudiar los fundamentos científicos de una de las ciencias que se enseña en la escuela.

En la segunda contribución se sintetiza una propuesta de guía de los LV con una estructura didáctica, que tiene los siguientes componentes: título, objetivos, introducción, descripción de la simulación, fundamentos teóricos, simular “jugando” o “jugando” con el simulador, actividades, discusión de los resultados e informe y bibliografía.

Como ejemplo se utiliza el LV titulado proceso isotérmico de un gas. Ley de Boyle-Mariotte con la simulación interactiva Propiedades de los gases como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: *Propiedades de los gases*



Fuente: https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_all.htm?locale=es

Los objetivos del LV: Investigar la relación existente entre la presión de un gas (aire) encerrado en un recipiente y su volumen, cuando se mantiene constante su temperatura. Aplicar la construcción gráfica

que relacione los valores de presión y volumen del gas medidos en el experimento. Se procederá a la linealización de la curva obtenida.

Este LV permitirá comprender desde los fundamentos de la Física el proceso de respiración. Al respirar la contracción del músculo del diafragma en forma de cúpula aumenta el volumen de la cavidad torácica, disminuyendo su presión. La presión baja hace que los pulmones se expandan y se llenen de aire (la temperatura se mantiene constante) y al exhalar, el diafragma se relaja, permitiendo que los pulmones se contraigan y expulsen el aire (Young y Freedman, 2018).

Simular “jugando” orienta las siguientes preguntas: Juegue y familiarícese con la simulación presentada en la guía del LV. ¿Cuáles elementos de la simulación pueden ser cambiados por el usuario? Corra la simulación para 5 valores distintos de ancho del contenedor, manteniendo constante la temperatura. ¿Qué observa? ¿Qué ocurrió con el volumen del gas encerrado en el contenedor? ¿Cómo se comportan los valores de presión?

Una de las actividades de la guía del LV es: Ejecute la simulación interactiva de *PhET* Propiedades de los gases. Seleccione Partícula Pesado (azul) y agregue una cantidad fija de partículas al contenedor. Mantenga constante la temperatura $T[K]$.

A partir de la posición de 15 nm correspondiente a la longitud (ancho) del recipiente (contenedor), varíe el volumen del gas en compresión a intervalos iguales y mida para cada valor la presión del gas hasta completar 5 valores.

Desde la posición de 7.0 nm correspondiente a la longitud (ancho) del recipiente (contenedor), mida a partir de aquí en expansión, a iguales a intervalos de volumen que los utilizados en compresión, la presión del gas.

Para la discusión de los resultados e informe se utilizan las interrogantes: ¿Cuál es el grado de cumplimiento de la ley de Boyle-Mariotte de acuerdo con sus resultados? ¿Qué influencia tienen los errores que introduce la simulación del sistema experimental en los resultados obtenidos? ¿Qué ocurriría con la curva presión en función del volumen si en vez de utilizar aire utilizáramos gas hidrógeno? ¿Qué factor puede explicar el hecho de que la temperatura de nuestro cuerpo es constante y supera casi siempre la temperatura del medio ambiente? R. Boyle afirmaba que la sangre, al pasar a través de los pulmones, se libera de vahos nocivos. ¿De qué modo los pulmones que ocupan tan solo un 5 % del volumen de todo nuestro cuerpo logran cumplir esta tarea? ¿Qué importancia le concedes al estudio de esta ley para la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente?

La propuesta didáctica de LV se aplicó a los estudiantes del primer año de la carrera Licenciatura en Educación. Biología de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (UCPEJV) y se corroboró que esas actividades desarrollan las habilidades para el trabajo colaborativo, la capacidad de filtrar información, el uso del lenguaje especializado y la destreza para asimilar nuevos procesos de comunicación.

La investigación se deriva de un Proyecto de Investigación Asociado a Programa denominado Recursos educativos abiertos para el desarrollo de la actividad cognoscitiva productiva en la formación de profesores del área de las Ciencias Naturales que se ejecuta en la UCPEJV, y a estudios doctorales en el Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación de la citada universidad.

Conclusiones

En el estudio realizado se cumplió el objetivo previsto de analizar el Plan de estudio E de la carrera Licenciatura en Educación. Biología, para implementar una propuesta didáctica de LV en el programa de la asignatura Física para biología en diferentes tipos de clases, a partir de identificar potencialidades educativas de las simulaciones interactivas con resultados satisfactorios de evaluación.

Como resultado del estudio realizado se identificaron las potencialidades que tienen las simulaciones interactivas *PhET* para la implementación de los LV en los diferentes tipos de clases de la asignatura para la formación de profesores de Biología en la UCPEJV.

Se presenta una propuesta didáctica de LV, que se distingue por la selección de simulaciones interactivas, y una estructura metodológica para las guías de los LV, que tiene los siguientes componentes: título, objetivos, introducción, descripción de la simulación, fundamentos teóricos, simular “jugando” o “jugando” con el simulador, actividades, discusión de los resultados e informe y bibliografía.

En futuras investigaciones se recomienda perfeccionar la fundamentación teórica y metodológica de la actividad experimental con el uso de simulaciones interactivas, e incorporar nuevos LV para la formación de profesores de Biología.

Bibliografía

- Arabit, J. et al. (2021). Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 173-194. <https://doi.org/10.35362/rie8714591>.
- Campos, G. y Benarroch, A. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(2), 109-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040>
- Colado, J. (2006). Elaboración, diseño y ejecución de las actividades experimentales de Ciencias Naturales: ESTRUCTURA DIDÁCTICA PARA EL NIVEL SECUNDARIO. *VARONA*, 42(1), 30-38. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360635561006>
- Colorado, U. de. (2024, 10 de septiembre). Física-Simulaciones PhET. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics>.
- Conde, E., Sánchez, E., Rico, A., Frías, O., Romero, S. (2019). El laboratorio virtual de física, un entorno B-Learning para el desarrollo de competencias en ciencias naturales. *Revista ESPACIOS*, 40(36), 29-47. www.revistaESPACIOS.com.
- Donoso, C., Paredes, M., Gallardo, L., Samaniego, A. (2021). El laboratorio virtual en el aprendizaje procedimental de la asignatura de Física. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(6), 167-181. <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>.
- Duarte, J., Niño, J. Fernández, F. (2022). Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista boletín REDIPE*, 11(1), 158-173.
- Imbert, F. (2022). Efecto de las simulaciones de fuerza y movimiento en el aprendizaje de la Física Básica. *Revista: Lat. Am. J. Phys. Educ.* 16(1), 1-6. <http://www.lajpe.org>.

- Masfaratna, y Rosadi, A. (2023). PhET Simulation Media Part Time Using a Problem Based Learning Model Improves Student Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan Profesi Guru*, 1(1), 43 – 53.
- Ministerio de Educación Superior (MES). (2016). Modelo del Profesional. Plan de Estudio “E”. Carrera de Licenciatura en Educación. Biología. <https://www.mes.gob.cu/es/ingreso/carreras/licenciaturaeneduccion.biologia>
- Pérez N., Rivero, H., Ramos, J., Sigfredo, C. y Moltó E. (2018). *Didáctica de la Física. Tomo I*. Editorial Félix Varela.
- Poma, L., Terán, G., Arequipa, E. y Guachamín, J. (2023). Impacto del uso de FISLAB en las prácticas de Física experimental, estudio de caso: Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador. *Revista RECIAMUC*, 7(1), 420-429. DOI: 10.26820/reciamuc/7.(1).
- Ponce, Y., Martínez, Y., Rodríguez, L., Garriga, A. T. (2021). *Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal*. [Ponencia]. IV Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2021 Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba, uciencia@uci.cu.
- Prendes, M. y Cerdán, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 33-46. DOI: <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>.
- Reyes Céspedes, P., Moreno, G. y Reyes, E. (2023). Tendencias de la actividad experimental en la formación inicial de los profesores de Física en Cuba. *Luz*, 22(2), 20-31. <https://luz.uho.edu.cu>.
- Romero, Y. (2024). *Sistema de laboratorios virtuales para la formación del profesor de Física* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona]. Cuba.
- Syafriyanti, A. (2022). The Implementation of Guided Inquiry Learning Model Using PhET Simulation to Improve Student Learning Outcomes. *Revista ICoSTA* 1(2), 1-11. DOI: 10.4108/eai.1-11-2022.2326210.
- Ureña, F., Arguedas, C. (2018). Diseño de laboratorios virtuales para la enseñanza de la Física. *Revista Internacional de Aprendizaje*, 5(1), 54-64. <http://www.sobreaprendizaje.com>.
- Valdés Castro, P. y Sifredo Barrios, C. (2006). *Educación científica y tecnologías de la información y las comunicaciones*. Educación Cubana.
- Valdés, P., Valdés, R. y Macedo, B. (2001). Transformaciones en la educación científica a comienzos del siglo XXI. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 15(1), 95-115.
- Villaruz, M., Mahinay, C., Tutor, K. y Malayao, S. (2022). Development of Vodcast on Thermodynamics embedded with PhET Simulation for Enhanced Learning. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 5(2), 98-117. <http://journal.iainkudus.ac.id/index.php/Thabiea>.
- Young, H. D. y Freedman, R. A. (2018). *Física universitaria con física moderna 1*. Pearson Educación de México, S.A. de C.V.