



Introducción de la Robótica Educativa en la formación de profesores de Física

Introduction of educational robotics in the training of physics teachers

Segifredo Luis González Bello*

segifredogonzalez@gmail.com

Francisco Luis Pedroso Camejo**

fraleny2014@gmail.com

Yerall Romero Mariño***

yeromar3062@gmail.com

* Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana-Cuba; ** Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana-Cuba; *** Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana-Cuba.

Recibido: 11/04/2024-Aceptado: 15/07/2024

Correspondencia: america.perez@rect.uh.cu

Resumen

Del estudio teórico realizado y la experiencia de la práctica educativa, se revela como una problemática a investigar la introducción de la robótica educativa en el Plan de Estudio y Programas curriculares de la formación de profesores de Física en las universidades cubanas. En correspondencia con la problemática y el objetivo del estudio, la metodología empleada se sustentó en una investigación cualitativa con enfoque interpretativo, utilizando el análisis documental como técnica de sistematización en el estudio de fuentes bibliográficas, vinculadas con la robótica educativa y el Plan de Estudio "E" de la carrera Licenciatura en Educación. Física. Se utilizaron métodos de nivel teórico y empírico y el enfoque sistémico en la síntesis del resultado expresado en esta ponencia. Como resultado se seleccionaron las disciplinas relacionadas con la formación especializada del profesor de Física con potencialidades para implementar la robótica educativa. En ellas se revelan dos aristas, relacionadas con la formación de un profesor preparado en los fundamentos de la Física y en la Didáctica de la Física. Se ejemplifica con la propuesta de actividades en las asignaturas seleccionadas. Se precisaron variantes de recursos educativos, para la introducción de la robótica en el trabajo metodológico y la innovación educativa: el uso de la plataforma Arduino, los simuladores para los laboratorios virtuales y el enfoque STEAM, que se posicionan en el desarrollo perspectivo de la carrera objeto de estudio.

Palabras clave: robótica educativa; formación de profesores de Física; enseñanza de la Física; actividad experimental.

Abstract

Of the theoretical study carried out and the experience of educational practice, is revealed as a problem to be investigated, the introduction of educational robotics in the study plan and curricular programs of the training of Physics teachers in Cuban universities. In accordance with the problem and the objective of the study, the methodology used was based on qualitative research with an interpretative approach, using documentary analysis as a systematization technique in the study of bibliographic sources, linked to educational robotics and the study plan E in the Bachelor's degree in Education. Physical. Theoretical and empirical methods and the systemic approach were used in the synthesis of the result expressed in this paper. As a result, the disciplines related to the specialized training of physics teachers with the potential to implement educational robotics were selected. Two aspects are revealed in them, related to the training of a teacher prepared in the fundamentals of physics and in the teaching of physics. Is exemplified by the proposal of activities in the selected subjects. Variants of educational resources were required for the introduction of robotics in methodological work and educational innovation: using the Arduino platform, simulators for virtual laboratories and the STEAM approach, that are positioned in the perspective development of the career under study.

Keywords: Educational robotics; physics teacher training; physics teaching; experimental activity

Cómo citar

González Bello, S. L., Pedroso Camejo, F. L., & Romero Mariño, Y. (2024). Introducción de la Robótica Educativa en la formación de profesores de Física. GADE: Revista Científica, 4(2), 317-334.

Recuperado a partir de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/450>



INTRODUCCIÓN

Actualmente la presencia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la educación es significativa. Su inserción en el contexto pedagógico, permite ampliar las alternativas para su utilización, tomando como premisa el conocimiento de sus fundamentos teóricos. Las TIC han asumido el papel de catalizador para la innovación educativa en el uso de las tecnologías (Arabit et al., 2021; Prendes y Cerdán, 2021; Roca, 2021 y Vernal y Meléndez, 2021).

Las tecnologías avanzadas, expresan los adelantos de las tecnologías digitales, tanto desarrollos de software, como hardware (Arabit et al., 2021; Prendes y Cerdán, 2021). En la educación se amplían con herramientas para el uso de internet, con propuestas que avanzan en la comprensión y aplicación de procesos inteligentes (inteligencia artificial y robótica), aportes que transforman y amplían la realidad física (realidad aumentada y realidad virtual). También se incluyen el uso de la plataforma Arduino (Herrero y Sánchez, 2015 y Carneiro et al., 2018), los simuladores virtuales (Cabrera y Sánchez, 2016; Velasco y Buteler, 2017 y Vélez, 2018), los laboratorios virtuales

(Jara et al., 2008 y Amaya et al., 2009) y entornos virtuales de aprendizaje con el enfoque STEAM (González et al., 2021 y Mora et al., 2022), entre otras.

Desde la década del 70 del siglo XX, se incrementan los aportes de la robótica a los procesos educativos (Pinto et al., 2010). Se introduce la Robótica Educativa (RE), como un proceso sistemático y organizado, en el que intervienen elementos tecnológicos interrelacionados (plataforma robótica y software de programación) como herramientas mediadoras, cuyo objetivo final es lograr aprendizajes (Herrera y Rincón, 2012; Pittí et al., 2014) y utilizar elementos multidisciplinares con fines didácticos, trasladando la acción del lugar privilegiado del profesor al universo personal del estudiante.

La RE es definida por Tejada (2017, como se citó en Mora et al., 2022) como “el conjunto de actividades pedagógicas que apoyan y fortalecen áreas específicas del conocimiento y desarrollan competencias en los estudiantes, a través de la concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de robots” (Mora et al., 2022, p.3). Constituye una alternativa para la labor docente, que dinamiza disciplinas docentes para desarrollar



recursos educativos que promueven la renovación de los métodos de enseñanza, en diferentes áreas del conocimiento (Pinto et al., 2010).

En la RE se produce la integración de diversas áreas del conocimiento, porque propicia la solución de problemas abstractos y complejos derivados de las ciencias básicas y naturales, la mecánica, la electrónica, la informática y las ciencias de la información y la comunicación, entre otras. En este ambiente de aprendizaje desarrollador, los estudiantes simulan fenómenos, procesos y mecanismos, diseñan y construyen prototipos que representan la realidad tecnológica circundante, o fruto de sus propias invenciones (Odorico, 2005).

Se reportan trabajos sobre el uso de la RE en América (Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, México y Panamá), Asia (China, Corea del sur, India y Japón) y Europa (Alemania, Dinamarca, España, Francia, Inglaterra, Italia y Países Bajos), aunque otros países no mencionados también la utilizan.

En Cuba se inicia la introducción de la RE en los niveles básicos de la educación, como señala Díaz (2020),

investigadora del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, en los resultados de un Proyecto de Investigación Sectorial que tiene como fin la introducción de la robótica en el Sistema Nacional de Educación, como contribución al Tercer perfeccionamiento que se está poniendo en práctica actualmente (Navarro y Valle, 2024).

Hay experiencias precedentes en la utilización de la robótica en algunos centros de Educación Superior (CUJAE, Universidad de Oriente, Universidad Central de Las Villas, Universidad de las Ciencias Informáticas), fundamentalmente asociados a la robótica industrial y sus aplicaciones.

La comunidad científica dedicada a la enseñanza de la Física respondiendo a los desafíos de las tecnologías, ha generado publicaciones sobre los aportes que ofrece la RE para el aprendizaje de los estudiantes (Gaviria et al., 2014; Christiansen et al., 2016; Carrillo y Flores, 2017; Gayol y Tricio, 2017; Ocaña y Romero, 2018; Sanguinetti et al., 2018; Solís, 2018; Espino et al., 2020; Khun, 2020; Pérez y Correa, 2020; Santamarta, 2021; Andrade, 2022 y Chivata, 2022). En ellas se reporta su uso



como medio para la enseñanza y herramienta para el aprendizaje.

También la RE irrumpe en la formación de profesores de Física (Lucero et al., 2014; Ricardo, 2020; Arabit et al., 2021 y Prendes y Cerdán, 2021), sin embargo, en los planes de estudio y programas curriculares no está implementada la RE, y prevalecen las actividades extraclases, carentes de elaboración didáctica, lo que se aprecia en las fuentes estudiadas (Bravo y Forero, 2012; Moreno et al., 2012; Castillo, 2014; Márquez y Ruiz, 2014; Mancilla et al., 2017; Viegas y Villalba, 2017; Quiroga, 2018; Aristizabal et al., 2019; del Pino, 2021; Quiroga, 2018; Aristizabal et al., 2019 y del Pino, 2021), una problemática que se manifiesta en varios países.

Del estudio teórico de fuentes y la experiencia de la práctica educativa, se revela como una problemática a investigar la introducción de la RE en los programas curriculares de la formación de profesores de Física en las universidades cubanas.

La investigación realizada tuvo como objetivo: Analizar el Plan de estudio “E” de la carrera Licenciatura en Educación. Física, para implementar la RE a partir de identificar potencialidades

educativas en los programas curriculares.

METODOLOGÍA

En correspondencia con la problemática y el objetivo del estudio, la metodología empleada se sustentó en una investigación cualitativa con enfoque interpretativo, utilizando el análisis documental como técnica de sistematización en el estudio de fuentes bibliográficas vinculadas con la RE y el Plan de Estudio “E” de la carrera Licenciatura en Educación. Física.

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 su posterior elaboración. Fue utilizado también el enfoque sistémico en la síntesis de los resultados expresados en este artículo.

La base para la introducción de la RE en el currículo del Plan de Estudio “E” (MES, 2016) para la formación de profesores de Física se erigió sobre ideas asumidas de trabajos precedentes (Monsalves, 2011; Quiroga, 2018; Díaz et al., 2022) y la ruta metodológica que trazaron Díaz et al. (2022), para el análisis de los programas y planes de



estudio de la Educación General cubana, que fue necesario adecuar a los requerimientos de la Educación Superior.

RESULTADOS

El Plan de Estudio “E” responde a las exigencias actuales de la formación de profesores de Física en Cuba. Incluye el Modelo del profesional, el Plan del proceso docente y los Programas de las disciplinas (MES, 2016). La carrera se denomina Licenciatura en Educación. Física y la calificación que se certifica al culminar los estudios es de Licenciado en Educación. Los programas de las asignaturas se elaboran en las propias universidades.

El Modelo del profesional responde a las características de la profesión de educador, y presenta elementos comunes con el resto de las carreras pedagógicas en cuanto al ideal educativo, las características de la profesión, las instituciones educativas, los problemas profesionales y las funciones profesionales pedagógicas (MES, 2016).

Los problemas profesionales pedagógicos tipificados en el Modelo del profesional constituyen una guía para la formación de los estudiantes de la carrera.

Entre ellos hay uno que destaca la utilización de los diversos recursos tecnológicos en el proceso educativo, tanto en el desarrollo del experimento físico escolar como en la resolución de problemas, entre otros.

En los objetivos generales que aspira lograr está el uso de las TIC y el método experimental (MES, 2016), así como elaborar y resolver tareas teóricas y experimentales (reales y virtuales), que revelen las relaciones interdisciplinarias de la Física y las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente.

Los argumentos expuestos avalan la conveniencia de implementar la RE en la formación de profesores de Física a partir de la identificación de potencialidades en los programas curriculares.

Para concretar el objetivo previsto se tuvieron en cuenta algunos procedimientos utilizados por Díaz et al. (2022), en la ruta metodológica para el análisis de los programas y planes de estudio de la Educación General cubana, con la adecuación necesaria:

Selección de las disciplinas para el análisis.

El Plan del proceso docente indica las disciplinas que serán impartidas, tanto en el currículo base como en el



currículo propio más el optativo y electivo. Se seleccionaron las disciplinas relacionadas con la formación especializada del profesor de Física, en este caso Física Básica, Física General y Formación Laboral Investigativa en la enseñanza de la Física (FLIEF).

Entre las disciplinas Física Básica, Física General y FLIEF, tienen asignadas para clases 1110 horas que representan el 51,82% del total, lo cual demuestra que son muy representativas en la malla curricular del Plan de Estudio “E” para la formación de profesores, porque ocupan la mayor cantidad de tiempo y tienen el contenido de enseñanza propicio para el uso de la RE.

Estas disciplinas en sus programas curriculares tienen implícito el uso de la RE en el tratamiento didáctico a conceptos, leyes, principios y teorías, en el desarrollo de habilidades profesionales, en la formación de cualidades y valores de la personalidad y también ayudan a visualizar las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente, en entornos de aprendizaje multidisciplinario y significativo, que pueden ser físicos, virtuales, híbridos, formales o informales (Díaz et al., 2022).

La RE sirve de herramienta para la apropiación de conceptos abstractos y complejos, leyes, principios y teorías físicas, con enfoque centrado en los estudiantes, y se convierte en un factor para su motivación, porque son partícipes directos en la construcción y la programación de robots que permiten, por una parte, visualizar, explorar y comprobar conceptos, y por la otra, formular y experimentar alternativas para resolver problemas o realizar tareas.

En la resolución de problemas y en las actividades experimentales correspondientes a estas disciplinas se estimula el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y metacognitivas en los estudiantes, entre ellas: habilidades tecnológicas y científicas para la resolución de problemas, habilidades investigativas, habilidades productivas, digitales y comunicativas, la toma de decisiones colectivas y el pensamiento creativo e innovador.

En estas actividades, la multidisciplinariedad se expresa en la conexión de los aprendizajes que se promueven desde las diferentes disciplinas que estén involucradas en la solución de un proyecto, que de forma general tienen que ver con las áreas del conocimiento relacionadas con STEAM.



El componente actitudinal se favorece porque el uso de la RE genera cambios de actitud hacia la ciencia y la tecnología, así como en las actitudes personales (autoestima, esfuerzo, autoeficacia, responsabilidad) o de trabajo en equipo. Se convierte en un catalizador de la innovación educativa y la aplicación de métodos científicos.

El propósito de la implementación de la RE en la formación de profesores de Física, no es modificar el currículo sino aprovechar las potencialidades educativas existentes en los programas de las disciplinas en la malla curricular para lograr su concreción. El uso de la RE permite la transversalidad curricular (Quiroga, 2018, p.61) en las disciplinas de la especialidad, porque se utiliza sistemáticamente en los diferentes temas de los programas.

Identificación de potencialidades educativas en las disciplinas seleccionadas.

Las potencialidades educativas de estas disciplinas permiten clarificar que la introducción de la RE en la formación de profesores de Física tiene dos aristas significativas.

La primera relacionada con el uso de la RE para favorecer la formación de un profesor preparado en los

fundamentos de la Física (conceptos, leyes, principios y teorías), aprovechando las potencialidades de las disciplinas Física Básica (Física Básica I y Física Básica II), Física General (Mecánica, Física Molecular y Termodinámica, Electromagnetismo, Óptica, Física Atómica y Nuclear y Astrofísica y Cosmología), que se organizan según las formas del movimiento de la materia.

La segunda se relaciona con el uso de la RE para potenciar la formación de un profesor preparado en los fundamentos de la Didáctica de la Física, que garantiza el desarrollo y dominio de los modos de actuación previstos en el Modelo del profesional, y aprovecha las potencialidades educativas que posee la actividad investigativa laboral para la formación integral de los estudiantes.

Se toman las asignaturas de Didáctica de la Física (Didáctica de la Física I, Didáctica de la Física II y Didáctica de la Física III), que contribuyen directamente al modo de actuación del profesional, en lo referido a su preparación para la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física y el proceso educativo en general, encaminado a la formación integral de la



personalidad de los educandos de la Educación General.

Ejemplificación de actividades utilizadas en las asignaturas seleccionadas.

A partir de las consideraciones realizadas se hace la propuesta de actividades que ejemplifican la utilización de la RE en algunas de las asignaturas de Física General.

En cada programa de asignatura se analizaron los temas, sus contenidos fundamentales, el estudio de las actividades experimentales y otros recursos educativos utilizados, y se realizó la propuesta de actividades que incluyen el uso de la RE, principalmente con la plataforma Arduino, aunque se utilizan otros enfoques pedagógicos complementarios.

A continuación, se ilustra el resultado científico obtenido, con ejemplos de actividades relacionadas con la RE que se implementan en la asignatura Física Molecular y Termodinámica.

Disciplina: Física General

Asignatura: Física Molecular y Termodinámica

Tema 1. Estructura interna de la sustancia.

Sistema de conocimientos:

Estructura interna. Dimensión molecular. Temperatura y energía. Escalas de temperatura. Termómetros.

Actividades experimentales con el uso de RE:

Medición de la temperatura ambiente con Arduino UNO R3.

Tema 2. Teoría cinético molecular de los gases.

Sistema de conocimientos:

Ecuaciones de estado. Presión. Presión atmosférica. Temperatura y energía.

Actividades experimentales con el uso de RE:

Medición de presión atmosférica y altitud con Arduino UNO R3.

Tema 3. Leyes de la termodinámica.

Sistema de conocimientos:

Energía. Calor. Trabajo. Cambio climático. Fuentes renovables de energía. Entropía. Energía solar térmica. Energía hidráulica. Energía eólica. Energía geotérmica. Biomasa.

Actividades experimentales con el uso de RE:

Diseño de montajes experimentales para el estudio de las leyes de la termodinámica con Arduino Mega 2560.



Tema 4. Fenómenos de transporte y sus aplicaciones.

Sistema de conocimientos:

Fenómenos de transporte. Movimiento en fluidos. Viscosidad. Conducción térmica. Radiación. Conducción térmica y ley de Fourier.

Actividades experimentales con el uso de RE:

Simulación robótica para el estudio del equilibrio térmico.

Estudio de la ley de enfriamiento de Newton con el uso de la robótica.

Tema 5. Sólidos y líquidos.

Sistema de conocimientos:

Sólidos. Líquidos. Cambios de estado. Humedad y su importancia.

Actividades experimentales con el uso de RE:

Medición de temperatura ambiente y humedad relativa con la plataforma Arduino y el sensor DHT11.

Diseño y montaje de una estación meteorológica automática con el uso de Arduino.

El análisis de los programas permite la inclusión de actividades curriculares, que en su combinación con actividades extraclases, permiten que se transversalice la introducción de la RE en el currículo, sin modificar el Plan de

Estudio, sino actualizando los programas, con la inclusión de la RE.

Para concretar en la práctica la utilización de la RE, es imprescindible lograr la identificación de los recursos educativos que se utilizan como apoyo tecnológico y didáctico al aprendizaje de los estudiantes.

Como consecuencia de la sistematización teórica realizada se pudieron identificar variantes de recursos educativos para la introducción de la RE, en el desarrollo del trabajo metodológico y la innovación educativa: el uso de la plataforma Arduino, los simuladores para los laboratorios virtuales y el enfoque STEAM.

El uso de la plataforma Arduino.

Esta plataforma puede usarse como recurso educativo para hacer las clases de Física más atrayentes y motivadoras, potenciar el aprendizaje de conceptos físicos, proporcionar a los profesores recursos educativos para las actividades experimentales, permite construir instrumentos científicos de bajo costo, probar principios físicos mediante la interdisciplinariedad y la contextualización, así como la obtención de datos de fenómenos físicos detectables por sensores.



En los laboratorios de la carrera se cuenta con kits de Arduino UNO R3 y Arduino Mega 2560, que pueden utilizarse por medio de proyectos interdisciplinarios, en los que no sólo interviene la Física, sino que diversas áreas de conocimiento convergen entre sí, para que el estudiante se apropie de conocimientos y habilidades a través del trabajo colaborativo, para la construcción de significados que contribuyan a su formación.

Los simuladores virtuales para los laboratorios virtuales.

Los laboratorios virtuales son recursos educativos que dan la posibilidad de experimentar y explorar el comportamiento del sistema robótico, por lo que ayudan al estudiante a comprender conceptos abstractos y complejos a través de la simulación. El empleo de los laboratorios virtuales en la enseñanza y el aprendizaje permite que el estudiante sea adiestrado, de forma tal que esté más preparado para afrontar y resolver los problemas cotidianos mediante los dispositivos robóticos.

En internet se encuentran muchos simuladores que bien evaluados desde los objetivos didácticos y pedagógicos de profesores y estudiantes, sirven para diseñar, desarrollar e implementar

laboratorios virtuales que son una herramienta con alto valor pedagógico para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el aula y fuera de ella y contribuir a que el proceso de enseñanza aprendizaje sea desarrollador.

El enfoque STEAM.

Una alternativa que encaja muy bien con la robótica como recurso educativo es el enfoque STEM, que es el acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering y Mathematics, que actualmente se ha ampliado a STEAM, incorporando el término Arts.

El enfoque STEAM permite una aproximación al proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador que promueve la ruptura de barreras entre disciplinas e incluye múltiples posibilidades en la relación arte, ciencia y tecnología. Durante la ejecución del proyecto interdisciplinario se evidencia la articulación de distintas disciplinas y permite abordar el conocimiento de forma holística, potenciar habilidades cognitivas, tecnológicas, de manipulación, comunicación, colaboración y favorece la formación integral de los estudiantes.



DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación con las teorías estudiadas se pueden identificar los siguientes puntos de convergencia y divergencia en los resultados:

Uso de la robótica educativa en la enseñanza de la física:

Convergencia: Varios autores, como Andrade (2022), Bravo y Forero (2012), Carrillo y Flores (2017) y Gaviria et al. (2014), coinciden en la importancia de la robótica educativa como herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la física.

Divergencia: Mientras algunos trabajos se enfocan en el uso de plataformas específicas como Arduino (Christiansen et al., 2016; Herrero y Sánchez, 2015; Kuhn, 2020), otros abordan la robótica educativa de manera más general (Aristizabal et al., 2019; Moreno et al., 2012).

Laboratorios virtuales y simulaciones en la enseñanza de la física:

Convergencia: Autores como Amaya (2009), Cabrera y Sánchez (2016) y Velasco y Buteler (2017) analizan el uso de laboratorios virtuales y simulaciones computacionales en la enseñanza de la física.

Divergencia: Algunos trabajos, como el de Vélez (2018), se enfocan en la construcción de laboratorios remotos, mientras que otros, como el de Espino et al. (2018), abordan el uso de prototipos experimentales.

Formación docente y estrategias didácticas:

Convergencia: Varios autores, como Aristizabal et al. (2019), Lucero et al. (2014) y Ricardo (2020), abordan la importancia de la formación docente en el uso de tecnologías, incluida la robótica educativa, en la enseñanza de la física.

Divergencia: Mientras algunos trabajos, como el de Pérez y Correa (2020), proponen modelos pedagógicos específicos para la enseñanza de la física con robótica, otros, como el de Quiroga (2018), se enfocan en estrategias didácticas más generales.

Políticas y programas educativos:

Convergencia: Autores como Díaz (2020) y Navarro y Valle (2024) analizan los esfuerzos y políticas educativas para la introducción de la robótica en la educación, especialmente en el contexto cubano.

Divergencia: Algunos trabajos, como el de Mora et al. (2022), se enfocan en la sistematización de la formación en robótica educativa para profesores,



mientras que otros, como el de Chivata (2022), abordan el diseño de prácticas de laboratorio de física.

El análisis comparativo de las nuevas referencias muestra una diversidad de enfoques y perspectivas en torno al uso de la robótica educativa y otras tecnologías en la enseñanza de la física. Se observan puntos de convergencia en cuanto a la importancia de estas herramientas, los laboratorios virtuales y simulaciones, y la formación docente. Sin embargo, también se identifican divergencias en términos de los énfasis específicos, las plataformas y estrategias didácticas utilizadas, y los contextos educativos y políticos abordados.

CONCLUSIONES

Como resultado del estudio realizado se identificaron algunas potencialidades existentes en los Programas de disciplina, para la introducción de la RE en la formación de profesores de Física, así como la realización de actividades curriculares en las asignaturas de la especialidad con la aplicación de recursos educativos que brinda la RE para el aprendizaje de los estudiantes.

De la sistematización teórica realizada se seleccionaron recursos

educativos para la introducción de la RE en la formación de profesores de Física, combinando las tecnologías avanzadas. Se pudieron precisar variantes para la introducción de la RE, en el desarrollo del trabajo metodológico y la innovación educativa: el uso de la plataforma Arduino, los simuladores para los laboratorios virtuales y el enfoque STEAM, que se posicionan en el desarrollo perspectivo de la carrera de Licenciatura en Educación. Física.

En futuras investigaciones de recomienda profundizar en la elaboración didáctica de las actividades que se pueden desarrollar con RE, tomando como objeto de estudio las unidades didácticas incluidas en los programas curriculares de la formación de profesores de Física.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración y apoyo de los proyectos de investigación: Proyecto No Asociado a Programa: Actualización de la formación integral del profesor de Física y la Educación energética en la sociedad contemporánea, Código: NA223LH508-028, del Departamento de Matemática-Física de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona y Proyecto Asociado a Programa



Sectorial: Introducción de la robótica educativa en la Educación General cubana, Código: PS221LH001-017, del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas.

REFERENCIAS

- Andrade, J.A. (2022). Estrategia metodológica que aplica la Robótica Educativa para el aprendizaje de la asignatura Física en los estudiantes del Tercer año de Bachillerato [tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador].
- Amaya, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física. *El Hombre y la Máquina*, (33), 82-95. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47812225009>.
- 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/rie87145>
- Aristizabal, P. et al. (2019). Robótica educativa en la formación inicial del profesorado. En *Innovación y tecnología en contextos educativos*. Universidad del país Vasco, 260-268.
- Bravo, F.A. y Forero, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 120-136. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201024390007>.
- Cabrera, J.M. y Sánchez, I.I. (2016). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web [Ponencia]. 1er Congreso Internacional sobre Soluciones de Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica & Móvil, Universidad Cooperativa de Colombia.
- Carneiro, M.M.P. et al. (2018). Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 721-745. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721>.
- Carrillo, L.G. y Flores, F. (2017). La robótica en la enseñanza de la



- física en el bachillerato. *Latin American Journal of Science Education*, 4(22050), 1-9. <http://www.lajpe.org>.
- Castillo, R.O. (2014). *Robótica educativa: espacios interactivos para el desarrollo de conocimientos y habilidades de los niños y jóvenes de las instituciones educativas [tesis de ingeniería, Universidad Nacional del Altiplano]*.
- Chivata, N.I. (2022). *Diseño y construcción de prácticas de laboratorio de Física para ciclos 3, 4 y 5 de Educación [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]*.
- Christiansen, R.O. et al. (2016). Experimentos de física utilizando Arduino. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28(Extra), 23-28.
- del Pino, N. (2021). *La Robótica Educativa. El ejemplo del Proyecto Educativo Robokids*. En L. Domínguez de la Rosa y M. Millán Franco (coords.). *Las metodologías activas y el uso de las TICS: Propuestas didácticas* (pp. 73-81). Universidad de Málaga: Editorial DYKINSON, S.L.
- Díaz, M. (2020). *Introducción de la robótica educativa en el Sistema Nacional de Educación (SNE) cubano. Importancia y antecedentes*. *CIENCIAS PEDAGÓGICAS Revista electrónica científico-pedagógica*, 14(3), 73-82.
- Díaz, M. et al. (2021). *Fundamentos Generales, Teóricos, Didácticos y Tecnológicos, para la introducción de la enseñanza de la robótica en la Educación General cubana. Informe del Proyecto de Investigación Sectorial: Introducción paulatina de la enseñanza de la robótica en la Educación General*. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba.
- Díaz, M. et al. (2022). *Un acercamiento a las potencialidades de los programas y planes de estudio y educativo, para la introducción de la enseñanza de la robótica en la Educación General cubana. Informe del Proyecto de Investigación Sectorial: Introducción paulatina de la enseñanza de la robótica en la Educación General*. Instituto



- Central de Ciencias Pedagógicas,
La Habana, Cuba.
- eka_ensen_divulg_cienc.2021.v18
.i2.2301.
- Espino, P. et al. (2018). Uso de simuladores computacionales y prototipos experimentales orientados al aprendizaje de circuitos eléctricos en alumnos de Educación Básica. *DYNA New Technologies*, 7(1), 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/NT9673>.
- Herrera, Y.C. y Rincón, D. (2012). Estado del arte de la Robótica Educativa en el ámbito mundial [tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Bogotá].
- Gaviria, R. et al. (2014). Una unidad didáctica para los contenidos de movimiento, máquinas simples, fuerza y equilibrio de la asignatura Estudios de la Naturaleza de 1er año de bachillerato utilizando robótica educativa bajo el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). *EDUCAB Revista de la Escuela de Educación*, 6, 103-129.
- Herrero, J.C. y Sánchez, J. (2015). Una mirada al mundo Arduino. *TECNOLOGÍA y DESARROLLO Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*, XIII(Separata), 1-28. <http://www.uax.es/publicacion/una-mirada-al-mundo-arduino.pdf>.
- Jara, C.A. et al., (2008). Herramientas interactivas para la enseñanza de robótica. Informe del Proyecto de Investigación. Universidad de Alicante, España.
- Gayol, A.M. y Tricio, V. (2017). Experiencias de Física con Arduino para la Tecnología en la Secundaria. Universidad de Vigo.
- Kuhn, B.U. (2020). Aprender Física haciendo con Arduino [tesis de maestría en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato].
- González, M.O. et al. (2021). Panorámica de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2301. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eur
- Lucero, I. et al. (2014). Las TIC en la formación inicial docente de un profesorado de Física. En J. Silva y J. Salinas (Ed.), *Innovando con TIC en la formación inicial docente: Aspectos teóricos y casos concretos* (pp. 100-116). Santiago,



- Chile.
<https://concretos.www.enlaces.cl>.
- Mancilla, V.H. et al. (2017). Robótica educativa para la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4(7), 1-13.
- Márquez, J.E. y Ruiz, J.H. (2014). Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*, 10(30), 1-12. <http://www.pangea.org/dim/revista.htm>.
- Ministerio de Educación Superior (MES) (2016). Modelo del Profesional. Plan de estudio “E”. Carrera de Licenciatura en Educación. Física.
- Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81-117. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65920055004>.
- Mora, Y. et al. (2022). Sistematización de la formación en Robótica Educativa del profesor especialista en Informática. Informe del Proyecto de Investigación Sectorial Introducción paulatina de la enseñanza de la robótica en la Educación General. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba.
- Moreno, I. et al. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 74-90. http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245.
- Navarro, S.M. y Valle, A.D. (2024). Tercer perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación en Cuba. *GADE*, 4(2), Edición especial, 78-88. <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/420>.
- Ocaña, G. y Romero, I.M. (2018). Experimentos de física con actividades interdisciplinarias de robótica educativa. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (94), 49-55. <https://www.researchgate.net/publication/329153258>.
- Odorico, A.H. (2005). La robótica desde una perspectiva pedagógica. *Revista de Informática Educativa y*



- Medios Audiovisuales, 2(5), 33-48.
- Pérez, A. y Correa, S.A. (2020). Una propuesta de enseñanza para la construcción de significados en física basada en el Modelo Pedagógico de la Robótica Educativa [tesis de licenciatura, Universidad de Antioquia].
- Pinto, M.L. et al., (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *I2 +D*, 10(1), 15-23.
- Pittí, K. et al. (2014). Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España. *VAEP-RITA*, 2(1), 41-48.
- Prendes, M.P. 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>.
- Quiroga, L.P. (2018). La robótica: otra forma de aprender. *Revista de Educación & Pensamiento, Colegio Hispanoamericano*, 51-64.
- Ricardo, E.C. (2020). Concepções de tecnologia na formação inicial de professores de física. *ienci. Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 190-208. DOI:10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p190.
- Roca, F. (2021). La robótica educativa como herramienta de desarrollo del pensamiento computacional en Educación Primaria [tesis de maestría, no publicada, Universitat Oberta de Catalunya].
- Sanguinetti, M. et al. (2018). Formación en Física General mediada con Arduino. Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico. Argentina.
- Santamarta, M. (2021). Desarrollando experimentos utilizando la robótica de Arduino en la asignatura de Física de 2º de Bachillerato [tesis de maestría, Universidad de Cantabria].
- Solís, U. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos con Arduino para los cursos de física en Bachillerato. *Latin American Journal Physics Education*, 12(4), 4314 1-7. <http://www.lajpe.org>.
- Velasco, J. y Buteler, L. (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años. *ENSEÑAZA DE LAS*



CIENCIAS, 35(2), 161-178.

<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2117>.

Vélez, V.E. (2018). Construcción de un laboratorio remoto para la enseñanza de la Física [tesis de ingeniería, Universidad Tecnológica de Pereira].

Vernal, C.A. y Meléndez, N.M. (2021). Aproximación a una perspectiva teórica de la Robótica Educativa. MÉRITO. Revista de Educación, 3(8), 105-114.
<http://www.revistamerito.org>.

Viegas, J.V. y Villalba, K.O. (2017). Educación y Robótica Educativa. RED. Revista de Educación a Distancia, 54(11). DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/11>.