

Desarrollo de competencias digitales docentes en programación del robot NAO, un estudio en Ingeniería Informática de la UNED

Development of Teachers' Digital Competencies in Programming the NAO Robot: A Study in Computer Engineering at UNED

Desenvolvimento de habilidades de ensino digital na programação do robô NAO, um estudo em Engenharia Informática na UNED

Mariano Soto Calderón
Universidad Estatal a Distancia
ROR <https://ror.org/0529rbt18>
San José, Costa Rica
msotoc@uned.ac.cr

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0607-2323>

Received – Recibido – Recebido: 12/11/2024 Revised – Corregido – Revisado: 03/03/2025 Accepted – Aceptado – Aprovado: 08/04/2025

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v27i43.5551>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/5551>

Resumen: Este estudio hermenéutico cualitativo se enfocó en evaluar la efectividad de un programa de capacitación diseñado para 10 docentes de Ingeniería Informática de la UNED. El objetivo principal fue desarrollar competencias en la programación del robot humanoide NAO. La elección del robot NAO se basó en su versatilidad y en la necesidad de modernizar las prácticas pedagógicas en la carrera. A través de un taller mixto virtual presencial con materiales teórico-prácticos, los docentes adquirieron habilidades esenciales en programación y en el diseño de actividades educativas innovadoras, utilizando el robot como herramienta pedagógica. Los resultados del estudio revelaron una aceptación unánime (100 %) por parte de los docentes hacia la incorporación de NAO en sus prácticas de enseñanza. Los participantes destacaron la facilidad de implementación del robot y su relevancia para mejorar la calidad de la educación. Sin embargo, se enfatizó la necesidad de realizar estudios periódicos y más rigurosos para fortalecer la confiabilidad de los hallazgos. Esta sugerencia subraya la importancia de una evaluación continua y sistemática para consolidar los resultados obtenidos. En conclusión, la capacitación con el robot NAO tuvo un impacto positivo en el desarrollo de competencias digitales docentes. Los docentes lograron adquirir habilidades que les permiten programar e integrar la robótica en sus clases, lo cual puede enriquecer significativamente la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, se identificaron desafíos relacionados con la infraestructura necesaria para el uso del robot, el tiempo requerido para la práctica y la implementación efectiva de las nuevas habilidades adquiridas.

Palabras claves: competencia digital, innovación educativa, programación informática, robot y robótica.

Abstract: This qualitative hermeneutic study focused on evaluating the effectiveness of a training program designed for 10 faculty members from the Computer Engineering program at UNED. The main objective was to develop competencies in programming the humanoid robot NAO. The NAO robot was selected for its versatility and for the pressing need to modernize pedagogical practices in the field. Through a blended workshop (virtual and in-person), combining theoretical and practical materials, participating instructors acquired essential programming skills and learned to design innovative educational activities using the robot as a teaching tool. The study revealed unanimous acceptance (100%) among participants regarding the integration of NAO into their teaching practices. Teachers highlighted both the ease of implementing the robot and its relevance in enhancing educational quality. However, the need for more rigorous and periodic studies was emphasized to strengthen the reliability of the findings. This suggestion underscores the importance of continuous and systematic evaluation to consolidate outcomes. In conclusion, the training program had a positive impact on the development of teachers' digital competencies. Participants acquired the ability to program and meaningfully integrate robotics into their teaching practices, significantly enriching students' learning experiences. Nevertheless, the study also identified challenges, including infrastructure requirements, time constraints for hands-on practice, and the effective implementation of newly acquired skills.

Keywords: digital competence, educational innovation, computer programming, robot, robotics.

Resumo: Este estudo hermenêutico qualitativo concentrou-se em avaliar a eficácia de um programa de treinamento desenvolvido para 10 professores de Engenharia Informática da UNED. O objetivo principal era desenvolver competências na programação do robô humanoide NAO. A escolha do robô NAO foi baseada em sua versatilidade e na necessidade de modernizar as práticas de ensino no curso de graduação. Por meio de uma oficina de sala de aula virtual combinada com materiais teóricos e práticos, os professores adquiriram habilidades essenciais em programação e no design de atividades educacionais inovadoras, usando o robô como ferramenta pedagógica. Os resultados do estudo revelaram uma aceitação unânime (100%) dos professores em relação à incorporação do NAO em suas práticas de ensino. Os participantes destacaram a facilidade de implementação do robô e sua relevância para a melhoria da qualidade da educação. No entanto, foi enfatizada a necessidade de estudos periódicos e mais rigorosos para reforçar a confiabilidade dos resultados. Essa sugestão ressalta a importância da avaliação contínua e sistemática para consolidar os resultados obtidos. Em conclusão, o treinamento com o robô NAO teve um impacto positivo no desenvolvimento das competências digitais dos professores. Os professores puderam adquirir habilidades que lhes permitem programar e integrar a robótica em suas aulas, o que pode enriquecer significativamente a experiência de aprendizagem dos alunos. No entanto, foram identificados desafios relacionados à infraestrutura necessária para o uso do robô, ao tempo necessário para a prática e à implementação efetiva das habilidades recém-adquiridas.

Palavras-chave: competência digital, inovação educacional, programação de computadores, robô, robótica.

INTRODUCCIÓN

En la era actual, la educación superior se enfrenta al desafío de preparar a los futuros profesionales para un entorno laboral dinámico, marcado por la automatización y la digitalización. Las carreras STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) son fundamentales en este contexto y la integración de tecnologías emergentes como la robótica se ha vuelto crucial (García *et al.*, 2024). La innovación educativa avanza rápido, especialmente en áreas como la programación y la robótica, lo cual ha generado una brecha significativa en la formación docente. Esta realidad demanda una capacitación urgente para los educadores, quienes enfrentan el desafío de mantenerse actualizados ante los constantes avances tecnológicos (Eduteka, 2019; INTEF, 2017).

En este contexto, el Marco Común de Competencia Digital Docente de 2017 establece que dentro de las competencias comunes de los docentes, existe la Competencia 3.4, llamada "Programación", y esta es la capacidad de realizar modificaciones en programas informáticos, aplicaciones, configuraciones y dispositivos, así como la comprensión de los principios y fundamentos de la programación (INTEF, 2017).

Estos lineamientos subrayan la imperiosa necesidad de que los educadores desarrollen habilidades sólidas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Solo así, podrán integrar de manera efectiva estas herramientas en sus prácticas pedagógicas, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje de sus estudiantes y preparándolos para los desafíos del mundo digital (Eduteka, 2019).

La programación robótica en los docentes sobrepasa no solo a la adquisición de habilidades en herramientas y en lenguajes de programación, implica la comprensión profunda de cómo integrar la robótica en el currículo académico de las asignaturas de manera efectiva, fomentando un aprendizaje significativo y relevante para los estudiantes (Reyes, 2025).

En este sentido, los robots humanoides (como NAO) han demostrado su potencial papel en el aula tanto para mejorar la interacción como para facilitar la comprensión de conceptos complejos en disciplinas tecnológicas (Belpaeme *et al.*, 2018). La capacidad de programación y adaptabilidad de NAO ofrece una oportunidad única para transformar las prácticas pedagógicas en las áreas STEAM (Mubin *et al.*, 2013).

A nivel nacional, la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica ha sido pionera en la incorporación de robots humanoides en sus programas académicos, en respuesta a la necesidad de modernizar la enseñanza en las carreras tecnológicas. Además, la carrera busca alinearse con las recomendaciones que promueve la integración de tecnologías emergentes en el proceso educativo (Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior [SINAES], 2022). Sin embargo, la falta de formación específica

para los docentes sigue siendo un obstáculo importante para la implementación efectiva de la robótica en la educación universitaria (Sharkey, 2016).

Estudios previos han demostrado el impacto positivo de la robótica humanoide NAO en la enseñanza de la programación. Por ejemplo, se evidenció que el uso de NAO en aulas de informática mejora la comprensión de conceptos de programación y fortalece el pensamiento computacional en los estudiantes (García, 2018). También han analizado cómo los robots humanoides pueden facilitar la enseñanza de métodos numéricos y lenguajes de programación, resaltando su capacidad para fomentar el aprendizaje colaborativo y la motivación estudiantil (Cruz-Ramírez *et al.*, 2022). Otro estudio exploró el uso del robot NAO como herramienta didáctica para la enseñanza de la programación en un entorno de educación superior. Se investiga cómo la interacción con el robot NAO puede motivar a los estudiantes y facilitar la comprensión de conceptos de programación. Los resultados muestran que el robot NAO es una herramienta efectiva para enseñar programación, dado que permite a los estudiantes visualizar y aplicar conceptos abstractos de manera práctica. Además, el robot NAO fomenta la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes y proporciona a los docentes una plataforma versátil para diseñar actividades de aprendizaje innovadoras. El estudio concluye que el robot NAO puede ser una herramienta valiosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la programación en educación superior (López *et al.*, 2020). Además, el robot NAO V6 se utiliza: en educación para aumentar la participación estudiantil, en investigación como plataforma de pruebas, en educación especial para niños con autismo, en hogares para aprendizaje y compañía, y en empresas para *marketing* innovador. Su *software* permite la programación en varios lenguajes y sus especificaciones técnicas incluyen sensores avanzados y movilidad autónoma. Aunque su precio es elevado, NAO ha demostrado ser una herramienta valiosa en diversos campos, desde la educación hasta la robótica avanzada (Revista de Robots, 2023).

La robótica educativa se ha convertido en una herramienta poderosa para mejorar el aprendizaje en diversas áreas. Estudios demuestran que la integración de robots como NAO en el aula aumenta la motivación y la participación de los estudiantes, facilitando la comprensión de conceptos complejos en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Además, la robótica fomenta habilidades esenciales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. La programación de robots ofrece a los estudiantes la oportunidad de aplicar la teoría a la práctica, consolidando su aprendizaje y preparándolos para los desafíos del futuro.

Los robots humanoides ofrecen la posibilidad de explorar áreas tecnológicas avanzadas como el aprendizaje automático (ML), la inteligencia artificial (IA), el reconocimiento facial (FD) y la interacción humano-computadora (HCI), entre otros (Revista de Robots, 2023).

En consecuencia, la Carrera de Ingeniería Informática (CII) de la UNED considera esencial incorporar la robótica educativa humanoide en su currículo. Sin embargo, el éxito de esta integración depende directamente de la capacidad de los docentes para utilizar estas herramientas de manera efectiva. Por lo tanto, el desarrollo de sus competencias digitales es crucial para una implementación exitosa con los estudiantes.

La capacitación de los docentes en este campo emergente representa un compromiso fundamental que generará beneficios significativos para los estudiantes, sus familias, los empleadores y las instituciones del país en general.

El desafío principal, identificado por Morales, radica en cumplir con los criterios de calidad necesarios para fortalecer la carrera (Soto, 2023). Esto implica la actualización del plan de estudios, la integración de tecnologías avanzadas como la robótica, la contratación de personal académico competente y la mejora de la infraestructura. La adquisición de cuatro robots NAO en 2022 brinda una oportunidad única para integrar la robótica en las asignaturas. No obstante, para aprovechar plenamente este recurso es indispensable que los docentes desarrollen sus competencias digitales en la programación de robots humanoides NAO. Por lo tanto, la pregunta central que se plantea es: ¿Cómo podemos mejorar las competencias digitales de los docentes de Ingeniería Informática de la UNED en la programación de robots NAO para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en 2022? (Soto, 2023). Esta situación plantea la necesidad de diseñar e implementar talleres o programas de formación

específicos que permitan a los tutores desarrollar competencias digitales y pedagógicas para la programación y la incorporación de robots en el aula. En este contexto, la teoría del aprendizaje constructivista, la cual enfatiza el aprendizaje activo y la construcción del conocimiento a través de la experiencia, proporciona un marco teórico sólido para la integración de la innovación educacional en programación robótica (Papert, 1980). Además, en la teoría de la autoeficacia se subraya la importancia de la confianza de los docentes en sus propias habilidades para implementar nuevas tecnologías en el aula (Bandura, 1977).

El objetivo general de esta investigación es evaluar el impacto de un programa de capacitación en el desarrollo de competencias digitales docentes para la programación del robot humanoide NAO en la carrera de Ingeniería Informática de la UNED. Específicamente, se plantean: las acciones de analizar la percepción de los docentes sobre la relevancia y la aplicabilidad de la robótica en la enseñanza universitaria, describir los conocimientos que manifiestan como adquiridos por los docentes en programación y el diseño de actividades educativas con el robot NAO, identificar los principales desafíos y oportunidades que enfrentan los docentes para integrar robots humanoides en su práctica pedagógica y evaluar el impacto del programa de capacitación en la mejora de las competencias digitales y pedagógicas de los docentes participantes.

Este estudio es relevante porque responde a la necesidad de innovar en la enseñanza de las disciplinas STEAM mediante la incorporación de tecnologías emergentes. Además, la formación docente en robótica y la innovación educacional son un factor clave para garantizar su efectiva implementación en los entornos de aprendizaje. La investigación contribuirá al diseño de estrategias de capacitación más eficaces, las cuales no solo mejoren las competencias digitales de los docentes, sino que también potencien el aprendizaje de los estudiantes a través de metodologías innovadoras. A nivel institucional, los hallazgos podrán orientar futuras iniciativas de capacitación y el diseño de políticas educativas que favorezcan la integración de la robótica en la innovación educacional educativa en la UNED y en otras instituciones de educación superior. Asimismo, los resultados podrán servir de referencia para otras universidades que busquen fortalecer sus programas académicos mediante el uso de tecnologías emergentes en la formación docente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio utilizó un enfoque cualitativo hermenéutico para explorar las percepciones y las experiencias de los profesores de Ingeniería Informática de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) sobre el uso del robot humanoide NAO.

Para garantizar la validez y la profundidad del estudio, se revisó y se empleó una triangulación de datos, integrando información proveniente de entrevistas, observación participante y el análisis de la plataforma educativa Educa U (Soto, 2023). Este enfoque permitió fortalecer la credibilidad de las interpretaciones, pues facilitó la identificación de patrones y temas recurrentes en las respuestas de los docentes, en un modelo de reducción de datos fundamentado en la interpretación hermenéutica (Arráez *et al.*, 2006).

La revisión y evaluación de la adquisición de conocimientos significativos se basó en la agrupación de variables semejantes y en el análisis profundo de la comunicación escrita, verbal y no verbal, proporcionando una visión integral del proceso de aprendizaje. Este modelo, al permitir la categorización y el análisis temático, evidenció la internalización de nuevos conceptos y su aplicación práctica, así como la coherencia y la profundidad en las respuestas de los docentes, incluso en diferentes contextos de las entrevistas (Soto, 2023). El enfoque cualitativo hermenéutico busca una comprensión profunda y rica de los significados en el mundo humano, reconociendo la importancia de la interpretación, el contexto y la subjetividad (Fuster, 2019).

Todo lo anterior documentado en las entrevistas, rigurosamente transcrito, codificado y agrupado para el posterior análisis, luego en los formularios de opinión al finalizar el taller. También, en las interpretaciones de las diversas acciones de los estudiantes usuarios del entorno, dejando evidenciadas en la plataforma de aprendizaje

los comportamientos durante el taller, y en la práctica del laboratorio presencial grabada en videos con consentimiento informado asimismo.

Con respecto a la población muestra, esta estuvo conformada por docentes de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). La muestra fue intencional y está compuesta por aquellos docentes de la misma carrera que, de forma voluntaria, decidieron participar en el taller de capacitación de programación robótica con el robot humanoide NAO. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos permitieron explorar en profundidad las percepciones de los docentes en relación con el uso del robot NAO, tanto antes y después de capacitarse (Amezcu, 2015).

En la primera entrevista y con mediciones de conocimiento de varias variables preestablecidas y alineadas al Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) permitieron definir los contenidos de los materiales y las principales actividades que debía tener el taller de capacitación, estas fueron diseñados para abordar aspectos como la facilidad de uso, la utilidad pedagógica y el impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje (INTEF, 2017). Para que luego, por medio de la recolección de los datos de la plataforma, la rúbrica aplicada en la actividad presencial de programación del NAO, más el formulario de opinión completado por los mismos docentes, se obtuvieran las percepciones y experiencias de los profesores, las cuales dan razón de este estudio (Soto, 2023).

Con respecto a los criterios de validez y fiabilidad para asegurar la validez de los datos, se realizó una triangulación de la información obtenida: a través de las entrevistas, la observación del participante durante el taller y la revisión de la participación de los docentes en la plataforma educativa. La fiabilidad se garantizó mediante la transcripción de las entrevistas y la codificación sistemática de los datos que posteriormente se validó en una tabla de Entrevistas agrupadas (Soto, 2023, p. 71), con los consentimientos firmados y las grabaciones de las prácticas presenciales en el laboratorio con el robot NAO.

Este taller de capacitación se llevó a cabo en un contexto mixto, conocido como formato *blended learning*, combinando sesiones presenciales y virtuales a través de la plataforma Moodle®, donde se compartían los materiales y las actividades académicas y didácticas de cada unidad temática en ascenso de aprendizaje alineado según el MCCDD (Soto, 2023). También, se brindó un espacio físico donde se programaron las prácticas para la interacción directa con el robot humanoide NAO, estas en lenguaje de programación gráfico propio del robot, llamado Choregraphe® y Python®.

Las etapas de análisis de datos para obtener las percepciones y las experiencias de los profesores fueron cuatro. La **Etapas I** es la primera entrevista semiestructurada, con el fin de recolectar datos y realizar el diagnóstico para contestar la pregunta: ¿Cómo mejorar las competencias digitales de los docentes en el uso de la robótica humanaide educativa para su incorporación en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la carrera de Ingeniería Informática de la UNED en el año 2022? (Soto, 2023, p. 73). Esta pregunta se contestó por medio del desarrollo y análisis de la tabla operacional de variables, la cual producto de este análisis y de los valores generados establece los niveles requeridos en los objetivos del taller, tanto general como específicos, de las 6 unidades temáticas del taller. Esta tabla fue elaborada con las respuestas agrupadas de la entrevista y con las preguntas alineadas al marco de competencias digitales docentes (INTEF, 2017).

La **Etapas II** consistió en la interpretación de todas las evidencias generadas en la plataforma EducaU y en los reportes de calificación y participación que se extrae de la misma. Al tener alta participación por parte de los docentes, se interpretó como exitosa, dado que cumplieron las prácticas y actividades según los objetivos que se plantearon en la Etapa I. Estas actividades incluidas fueron las siguientes: Presentaciones con material teórico sobre los principios y fundamentos de la robótica, luego material y actividades para el repaso de las características del robot NAO y su potencial para la enseñanza en carreras STEAM. Después, una sesión práctica en donde se les facilitó guías de laboratorio, en las cuales los docentes aprendieron a programar el robot NAO en dos tipos de lenguaje de programación (Choregraphe® y Python®). Además, se les realizó una actividad que consistía en diseñar actividades educativas innovadoras, como rutinas de programación aplicables a entornos educativos,

esto a través de actividades virtuales que los docentes debían completar en la plataforma Moodle®, diseñadas para reforzar los conceptos aprendidos durante las sesiones presenciales. Estas actividades incluyeron la creación de proyectos prácticos que integran el robot NAO en contextos educativos reales (Soto, 2023).

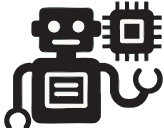
En la **Etapa III**, se hace la actividad presencial, cuyo objetivo era de forma planificada que los docentes llegaran a la clase presencial con su equipo personal y con el *software* requerido para la programación previamente instalado. Eso facilitó el éxito de la prueba con el robot, ya que con una guía de laboratorio con anterioridad diseñada, los docentes lograron que el robot se moviera según la rutina propuesta. La **Etapa IV** es la encuesta de opinión, los docentes que llenaron el formulario respondieron de manera satisfactoria el 100 % de las consultas planteadas, en principio las preguntas de usabilidad y satisfacción. Consideraciones éticas, con todos los participantes antes de la realización de las entrevistas, se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes en la presentación de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El programa de Capacitación en Robótica Humanoide NAO para Docentes de Ingeniería Informática de la UNED se diseñó con el objetivo principal de mejorar las competencias digitales de los docentes de la Carrera de Ingeniería Informática (CII) de la UNED en la programación de robots humanoides NAO, para su integración efectiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El programa se estructuró en seis unidades temáticas, alineadas con el Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017), y se implementó en un formato *blended learning*, combinando sesiones virtuales a través de la plataforma Moodle® y con sesiones presenciales en el laboratorio de robótica de la UNED. A continuación, en la Tabla 1 se observan temas y objetivos de aprendizaje desarrollados en las seis semanas del taller.

Tabla 1

Contenidos y Objetivos de Aprendizaje, utilizados en el entorno del taller

Icono del tema	Título del tema
	Objetivo de Aprendizaje del tema
 Marco común de competencia digital docente	El Tema 1: Introducción al Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) y al objetivo de aprendizaje planteado, este fue brindar estrategias y materiales adecuados para que los docentes conozcan conceptos de competencias digitales necesarias en la carrera de Ingeniería Informática, en un ambiente similar donde ellos se desempeñan.
 Conceptos básicos de la robótica	El Tema 2: Este se tituló "Conceptos básicos de la robótica" y el objetivo de aprendizaje planteado fue fortalecer el aprendizaje de conceptos y fundamentos en robótica, a través de actividades en un espacio que les permita la participación a los docentes de la carrera de Ingeniería Informática de la UNED, en el año 2022.
 Fundamentos de la robótica	Tema 3: Fundamentos básicos de la robótica. Objetivo: Aprender a programar el robot NAO utilizando el lenguaje de programación gráfico Choregraphe®, de forma virtual y desde casa.

Icono del tema	Título del tema
	Objetivo de Aprendizaje del tema
	Tema 4: Encendido del Robot Humanoide NAO. Objetivo: Aplicar guías que les permitan a los docentes de la carrera de Ingeniería Informática encender el robot humanoide NAO y obtener los conocimientos básicos necesarios.
	Tema 5: Programación básica con <i>software</i> Choregraphe®. Objetivo: Modificar y programar robots humanoides NAO, con la herramienta de <i>software</i> de fábrica Choregraphe® a los docentes de la carrera de Ingeniería Informática de la UNED, de forma virtual.
	Tema 6: Programación virtual con <i>software</i> Python® y Choregraphe®. Objetivo: Demostrar otras opciones de programación que permiten el robot humanoide NAO, según el <i>software</i> de fábrica a los docentes de la carrera de Ingeniería Informática de la UNED (Soto, 2023).

Nota. Títulos y objetivos específicos utilizados en el taller, iconografía propia (2022).

Tiempo y Evaluación

1. El programa tuvo una duración total de 6 semanas, con una dedicación estimada de 10 horas semanales.
2. La evaluación del aprendizaje se realizó a través de diversas actividades, incluyendo: Cuestionarios y foros de discusión en la plataforma Moodle®.
3. Proyectos prácticos de programación del robot NAO.
4. Una rúbrica de evaluación para la actividad presencial de programación del robot NAO.
5. Un formulario de opinión al finalizar el taller.

Implementación en la UNED

La selección de los participantes se realizó de manera intencional, invitando a todos los docentes de la CII de la UNED a participar en el taller.

Las sesiones virtuales se llevaron a cabo a través de la plataforma Moodle®, donde se compartieron los materiales de estudio, se realizaron actividades de aprendizaje y se facilitó la comunicación entre los participantes y los instructores.

Las sesiones presenciales se desarrollaron en una sala designada como Laboratorio de robótica de la UNED, donde los docentes tuvieron la oportunidad de interactuar directamente con el robot NAO y aplicar los conocimientos adquiridos en la programación del robot.

Se solicitó a los docentes que llevaran su computador personal con el *software* necesario previamente instalado, para poder aprovechar el tiempo de la clase presencial.

La alta participación y el cumplimiento de las actividades por parte de los docentes evidenciaron el éxito del programa en la mejora de sus competencias digitales en la programación de robots NAO. Los resultados de las evaluaciones y el formulario de opinión revelaron una alta satisfacción con el programa y un aumento significativo en la confianza de los docentes para integrar la robótica educativa en sus prácticas pedagógicas.

El hallazgo principal de este estudio fue que un programa de capacitación en programación robótica, con el robot humanoide NAO, logró mejorar significativamente las competencias digitales y pedagógicas de los docentes de Ingeniería Informática de la UNED. Este resultado se alinea con el objetivo general del estudio, el cual buscaba evaluar el impacto de dicho programa de capacitación. Los datos recopilados a través de entrevistas, la observación del participante, el análisis de la plataforma educativa y las encuestas de opinión (por ejemplo, el que vemos en la Figura 1), proporcionaron evidencia sólida de la mejora en las competencias de los docentes.

Figura 1. Reporte de respuestas del formulario final de opinión de los docentes del Microsoft Forms®

Considerando los 6 contenidos del taller, me gustaría conocer su apreciación, en cada uno de los siguientes puntos y conceptos nuevos como: 1. Competencias Docentes Digitales. 2. Conceptos Básicos de Robótica. 3. Fundamentos de Robótica. 4. Le pareció sencillo programar el robot en la sesión presencial. 5 y 6. Logró utilizar el espacio virtual de programación Choreographe y Python.
1. "Se recibió un aporte importante." 2. "Buenos fundamentos." 3. "Satisfecho." 4. "No pude asistir." 5. "No" 6. "No"
1. "Importante para el desarrollo de nuevas habilidades." 2. "Trascendental para el tema que nos ocupa." 3. "Trascendental para el tema que nos ocupa." 4. "Me pareció relativamente sencillo, pero sólo es una percepción preliminar. El tiempo y la práctica constante pueden variar dicha percepción." 5. "He utilizado parte del espacio, pero la falta de tiempo por otras actividades me ha restado la dedicación que merece este tipo de taller o capacitación."
"De mi parte quedo satisfecha con lo aprendido e importante para mí que me dan bastante tiempo para revisar el tema de la programación el cual estaré realizando en estos días". "De todos los puntos muy satisfecha y agradezco al profesor su disposición y paciencia sus conocimientos han sido gran aporte para llevar a cabo el curso".
"Me pareció bastante interesante el taller en general, pues a nivel personal no había tenido contacto alguno con la robótica". Todas las lecciones me parecieron productivas, pero la sesión presencial, fue la mejor pues es llevar a la práctica o ver de manera tangible como las instrucciones son ejecutadas por el robot, y esta lo motiva y despierta la curiosidad para probar más." "Las lecciones antes de la 4 me parecieron por tratos un poco más lentas, pero necesarias." "La lección 5 y 6 se encontraron ubicadas en un buen orden pues requería la motivación y la visión que brindo la 4"

Nota. El reporte y las respuestas son las respaldadas del estudio (2022).

En relación con los objetivos específicos del estudio, se observó que los docentes percibieron la robótica educativa como altamente relevante y aplicable en la enseñanza universitaria. Esta percepción de relevancia se fundamenta en varios aspectos claves:

Actualización del currículo

Los docentes reconocieron que la robótica educativa permite actualizar el currículo de Ingeniería Informática, incorporando tecnologías emergentes y preparando a los estudiantes para los desafíos del mercado laboral actual.

Desarrollo de habilidades del siglo XX

Consideraron que la robótica educativa fomenta el desarrollo de habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración, las cuales son fundamentales en la era digital (Voogt *et al.*, 2013).

Aprendizaje activo y significativo

Percibieron que la robótica educativa promueve un aprendizaje más activo y significativo, al involucrar a los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento a través de la experimentación y la práctica (Jonassen, 1999).

Conexión con aplicaciones del mundo real

Los docentes valoraron la capacidad de la robótica educativa para conectar los conceptos teóricos con aplicaciones prácticas del mundo real, lo cual aumenta la motivación y el interés de los estudiantes.

Además, las entrevistas revelaron un entusiasmo generalizado por la incorporación de tecnologías emergentes en el aula y una comprensión profunda de su potencial para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Este potencial se manifiesta en diversas áreas:

Personalización del aprendizaje

La robótica educativa permite adaptar las actividades y los contenidos a las necesidades y a los estilos de aprendizaje de cada estudiante, lo cual favorece un aprendizaje más individualizado.

Fomento de la interdisciplinariedad

La robótica educativa facilita la integración de diferentes disciplinas como la informática, la ingeniería, las matemáticas y la física, esto proporciona a los estudiantes una visión más holística del conocimiento.

Desarrollo de la creatividad y la innovación

La robótica educativa estimula la creatividad y la innovación al permitir a los estudiantes diseñar y construir sus propios robots y proyectos, lo cual fomenta el pensamiento divergente y la capacidad de resolución de problemas.

Preparación para el futuro

Los docentes comprendieron que la robótica educativa prepara a los estudiantes para un futuro en el que la tecnología desempeñará un papel cada vez más importante, proporcionándoles las habilidades y los conocimientos necesarios para tener éxito en un entorno laboral en constante cambio.

Otro dato interesante de la percepción positiva y del entusiasmo de los docentes fue la alta participación voluntaria en el entorno virtual del programa de capacitación. Esta participación, evidenciada en la Figura 2, refleja un compromiso activo con el aprendizaje y la experimentación con la robótica educativa. A pesar de la naturaleza voluntaria del taller, los docentes dedicaron tiempo y esfuerzos significativos para completar las actividades y participar en los foros de discusión en la plataforma Moodle®, esto sugiere un alto nivel de motivación y un interés genuino en la integración de la robótica en sus prácticas docentes.

Figura 2. Informe de actividades en recursos y actividades llevadas a cabo durante la operación del taller de competencias digitales en robótica humanoide con los profesores de la carrera de Ingeniería Informática

CAPACITACION DOCENTE EN ROBOTICA - IIIC2022

Filtro

Calculado a partir de los registros desde viernes, 4 de noviembre de 2022, 04:20.

Actividad	Vistas	Entradas de blog relacionadas	Último acceso
 Ruta del Taller	7 visualizaciones por 5 usuarios	-	jueves, 1 de diciembre de 2022, 19:33 (7 días 15 horas)
 Recursos de la biblioteca UNED	9 visualizaciones por 3 usuarios	-	sábado, 3 de diciembre de 2022, 18:39 (5 días 16 horas)
 Avisos	56 visualizaciones por 7 usuarios	-	sábado, 3 de diciembre de 2022, 18:55 (5 días 16 horas)
 Foro de consultas	25 visualizaciones por 5 usuarios	-	miércoles, 7 de diciembre de 2022, 19:43 (1 día 15 horas)

Tema 1

Nota. La imagen tiene algunas de las respuestas respaldadas del estudio (2022).

Estos hallazgos se alinean con la teoría existente sobre la adopción de tecnologías educativas, la cual destaca la importancia de la percepción de la relevancia y el entusiasmo de los docentes como factores claves para la integración exitosa de nuevas herramientas en el aula. Por ejemplo, estudios de autores como Venkatesh *et al.* (2003) han demostrado que cuando los docentes perciben que una tecnología es relevante para sus prácticas pedagógicas y sienten entusiasmo por su uso, es más probable que la adopten y la integren de manera efectiva en sus clases. Además, la participación activa en programas de capacitación y la colaboración con otros docentes pueden fortalecer aún más la adopción de tecnologías educativas (Ertmer, 1999).

En resumen, los docentes de la UNED reconocieron el valor y el potencial de la robótica educativa para transformar la enseñanza universitaria, al considerarla una herramienta relevante y aplicable para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y prepararlos para los desafíos del futuro. Su entusiasmo y alta participación en el programa de capacitación sugieren un compromiso significativo con la integración de la robótica en sus prácticas docentes, esto tiene implicaciones positivas para la innovación y la mejora de la calidad de la educación en la UNED.

El taller de capacitación en robótica humanoide NAO, desarrollado en el entorno AprendeU de la UNED del 26 de octubre al 30 de noviembre de 2022, **alcanzó** los objetivos específicos planteados, **demostrando** un impacto significativo en el desarrollo de competencias digitales y en conocimientos en robótica entre los docentes de la carrera de Ingeniería Informática.

El Tema 1: “Alcances del taller” **introdujo** el Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD): a través de una ruta semanal, contenidos, presentaciones, videos y lecturas complementarias. Las tres actividades participativas, incluyendo dos innovaciones H5p y un foro de reflexión, **fomentaron** la interacción y el aprendizaje activo. Las entrevistas **revelaron** que los docentes **valoraron** positivamente la diversidad de recursos y la aplicabilidad del MCCDD a su contexto.

El Tema 2: “Conceptos básicos de la robótica” **profundizó** en los fundamentos de la robótica mediante recursos similares y dos actividades participativas con innovación H5p, así como un foro de reflexión. Los docentes **mostraron** un alto grado de participación, lo cual **facilitó** la comprensión de los conceptos básicos.

El Tema 3: “Fundamentos básicos de la robótica” **consolidó** los conocimientos: a través de una ruta semanal, contenidos, presentaciones, videos y lecturas complementarias, junto con una actividad participativa y un glosario de términos. La plataforma LMS **registró** la participación activa de los docentes en la creación del glosario, esto **indica** un aprendizaje colaborativo.

El Tema 4: “Encendido de Robot Humanoide” **se realizó** de forma presencial, **proporcionando** una experiencia práctica invaluable. Los docentes **aplicaron** las guías y el *software* Choregraphe® en tres horarios distintos, lo que **permitió** una atención personalizada y la resolución de dudas en tiempo real.

El Tema 5: “Programación básica con *Software* Choregraphe® Virtual» **introdujo** la programación del robot NAO, a través de una tarea corta de programación de nivel básico. La plataforma LMS **registró** la finalización exitosa de la tarea, lo que **demuestra** la capacidad de los docentes para aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno virtual.

El Tema 6: “Programación básica con *Software* Choregraphe® Virtual y Python®» **amplió** las habilidades de programación de los docentes, **introduciendo** Python® como lenguaje adicional. La tarea corta de programación **permitió** a los docentes explorar las posibilidades de programación avanzada del robot NAO.

En general, la diversidad de recursos didácticos, la combinación de actividades virtuales y presenciales, y la utilización de herramientas innovadoras como H5p, **contribuyeron** al éxito del taller. La alta participación, la finalización de las actividades en la plataforma LMS y las evaluaciones positivas **respaldan** la efectividad del taller como una innovación educativa relevante para la UNED y que cumple con el objetivo de brindar competencias digitales a los docentes en el área de robótica humanoide NAO.

En la Figura 3, se muestra a cuatro de los docentes participando activamente en las sesiones presenciales, lo cual refuerza la idea de un compromiso tanto en el entorno virtual como presencial.

Figura 3. Tutores que asistieron y configuraron satisfactoriamente el robot NAO, cumpliendo el objetivo de la guía de la actividad



Nota. Son fotografías del día de clase presencial del taller (2022).

La alta participación en las actividades prácticas, tanto virtuales como presenciales, evidenció la apropiación de los conceptos y las habilidades enseñadas en el taller, como lo muestra la Figura 4, que en secuencia muestra el robot realizando los movimientos de levantamiento, esto programado por el tutor.

Figura 4. Profesor diseñando una rutina con el Robot NAO, y el robot en fase de levantamiento



Nota. Son fotografías del día de clase presencial del taller (2022).

El análisis y la interpretación de las entrevistas revelaron desafíos significativos para la integración de la robótica en la práctica pedagógica. Los docentes identificaron la falta de tiempo y de recursos, así como la curva de aprendizaje inicial, como obstáculos principales.

Estos hallazgos se alinean con la teoría del aprendizaje, la cual destaca la importancia de los recursos adecuados (Vygotsky, 1978), y reconoce la existencia de una curva de aprendizaje en la adquisición de nuevas habilidades (Thorndike, 1913). Sin embargo, también se identificaron oportunidades claves para superar estos desafíos.

La creación de comunidades de práctica, donde los docentes puedan colaborar y aprender unos de otros (Lave, 1991), el desarrollo de materiales educativos adaptados al contexto de la UNED y el apoyo institucional continuo se consideran factores cruciales para el éxito a largo plazo. Estos resultados subrayan la necesidad de estrategias que faciliten la participación y el aprendizaje social, así como la provisión de recursos y el apoyo adecuados para la integración efectiva de la robótica en la enseñanza. Para esta investigación, estos datos se trabajaron, codificaron, analizaron y se interpretaron como se ve en la Figura 5.

Figura 5. Documento resultado de la entrevista semiestructurada, después de codificarla y analizarla

Preguntas generales: se requiere para diagnosticar, clasificar, dar seguimiento y confirmar con las personas docentes de la muestra a conveniencia solicitada por la CII UNED.

1. Favor indique su género.

Masculino
Masculino
Masculino
Femenino
Femenino
Femenino
Hombre
Femenino
Femenino
Masculino
(50 y 50) respondieron

2. Favor indique su edad en años.

39 años
41 años
57 años
41 años
33 años
43 años
42 años
38 años
55 años
48 años
43,7 años promedio

Nota. La imagen tiene algunas de las respuestas codificadas del estudio (2022).

El impacto del programa de capacitación se reflejó no solo en la mejora de las competencias técnicas de los docentes, sino también en su confianza para utilizar la robótica educativa en el aula. La teoría de la autoeficacia se confirmó, dado que los docentes que se sentían más seguros de sus habilidades mostraron una mayor disposición para implementar nuevas tecnologías (Bandura, 1977).

En conclusión, este estudio demostró que un programa de capacitación bien diseñado puede ser una herramienta eficaz para mejorar las competencias digitales y pedagógicas de los docentes en el área de la robótica educativa. Los resultados obtenidos tienen implicaciones importantes para la formación docente en la era digital y ofrecen una guía para futuras iniciativas de capacitación en la UNED y otras instituciones de educación superior.

CONCLUSIONES

Este estudio evaluó el impacto de un programa de capacitación en programación robótica con el robot humanoide NAO en docentes de Ingeniería Informática de la UNED. Los resultados obtenidos permiten extraer las siguientes conclusiones, alineadas con los objetivos específicos planteados:

Percepción de la relevancia y la aplicabilidad de la robótica educativa:

Los docentes participantes percibieron la robótica educativa como una herramienta valiosa y relevante para la enseñanza universitaria. Manifestaron un interés significativo en integrar tecnologías emergentes en sus prácticas pedagógicas, reconociendo su potencial para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Conocimientos adquiridos en programación y diseño de actividades

El programa de capacitación logró transmitir conocimientos sólidos en programación y en diseño de actividades educativas con el robot NAO. Los docentes demostraron la capacidad de aplicar estos conocimientos en prácticas tanto virtuales como presenciales, lo cual evidenció una apropiación efectiva de los conceptos y habilidades enseñados.

Desafíos y oportunidades para la integración de robots humanoides

Se identificaron desafíos como la falta de tiempo y la necesidad de recursos adicionales, estos podrían dificultar la integración plena de la robótica educativa. Sin embargo, también se destacaron oportunidades, como la creación de comunidades de práctica y el desarrollo de materiales educativos adaptados que podrían facilitar su implementación.

Impacto del programa de capacitación en competencias digitales y pedagógicas

El programa de capacitación tuvo un impacto positivo en el desarrollo de competencias digitales y pedagógicas de los docentes. Se observó una mejora en su capacidad para utilizar la robótica educativa en el aula, así como un aumento en su confianza para implementar nuevas tecnologías.

Recomendaciones

Se recomienda a la UNED y a otras instituciones de educación superior que consideren la implementación de programas de capacitación similares, los cuales fomenten el desarrollo de competencias digitales en robótica educativa.

Es fundamental proporcionar a los docentes los recursos y el apoyo necesarios para superar los desafíos identificados, como tiempo y materiales educativos adecuados.

Se sugiere la creación de espacios de colaboración y comunidades de práctica, donde los docentes puedan compartir experiencias y conocimientos sobre el uso de la robótica educativa.

Se propone la realización de investigaciones futuras que exploren el impacto a largo plazo de la robótica educativa en el aprendizaje de los estudiantes.

Consideraciones finales

Este estudio respalda la importancia de la formación docente en tecnologías emergentes, como la robótica educativa, para preparar a los futuros profesionales en un entorno laboral cada vez más digitalizado.

REFERENCIAS

- Amezcu, M. (2015). In-depth interview in 10 rules. *Index de Enfermería*, 24(4), 216. <https://dx.doi.org/10.4321/S1132-12962015000300019>
- Arráez, M., Calles, J., y Moreno de Tovar, L. (2006). La Hermenéutica: una actividad interpretativa. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 7(2), 12-21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41070212>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21), eaat5954. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Cruz-Ramírez, S. R., García-Martínez, M., & Olais-Govea, J. M. (2022). NAO robots as context to teach numerical methods. *Int J Interact Des Manuf*, 16, 1337-1356. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-01065-y>
- EduTEKA. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. Universidad ICESI. <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/unesco-competencias-tic-docentes-2019>
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Lessons from technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61. <https://doi.org/10.1007/BF02299597>
- Fuster Guillen, D. E. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos Y Representaciones*, 7(1), 201-229. <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/267/615>
- García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., y Martínez-Figueira, M. (2024). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191-202. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/77261/4564456562301>

- García-Peñalvo, F. (2018) Pensamiento Computacional. *VAEP-RITA*, 6(1). https://www.researchgate.net/publication/323906597_Title-Computational_thinking
- INTEF. (2017). *Marco de competencias digitales docentes*. Gobierno de España. http://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017_1020_Marco-Com%C3%BAAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. En C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory3* (Vol. II, pp. 215-239). Lawrence Erlbaum Associates. <https://www.davidlewisphd.com/courses/EDD8121/readings/1999-Jonassen.pdf>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/17387>
- López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero, A. J., & Parra-González, M. E. (2020). El robot NAO como herramienta didáctica para la enseñanza de la programación en educación superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 227-245. <https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/25227>
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., & Dong, J.-J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 31(4), 1-7. <https://studiolab.ide.tudelft.nl/studiolab/almahmud/files/2011/05/209-0015.pdf>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic books. https://worrydream.com/refs/Papert_1980_-_Mindstorms,_1st_ed.pdf
- Reyes, E. (2025, 14 de marzo). *7 Tips para Mejorar tu Competencia Digital Docente*. EDUTOPIA Formación. <https://edutopiaformacion.com/7-tips-competencia-digital-docente/>
- Revista de Robots. (2023, 8 de junio). *Robot NAO para empresa y educación*. Revista de Robots. <https://revistade-robots.com/robots-y-robotica/robot-nao-caracteristicas-y-precio/>
- Sharkey, A. (2016). Should we welcome robot teachers? *Ethics and Information Technology*, 18(4), 283-297. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10676-016-9387-z>
- Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior. (2022). *Historia*. <https://www.sinaes.ac.cr/sobre-sinaes/historia/>
- Soto Calderón, M. (2023). Diseño y validación de una propuesta para el desarrollo de las competencias digitales en programación de las personas docentes en la carrera de ingeniería de informática de la UNED en el año 2022 para la incorporación del uso del robot humanoide NAO. (#000098988). <http://aleph23.uned.ac.cr/F/>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. https://www.researchgate.net/publication/220259897_User_Acceptance_of_Information_Technology_Toward_a_Unified_View
- Voogt, J., Knezek, G., Cox, M., Knezek, D., & Franklin, T. (2013). Framework for learning in the 21st century: a contribution from the perspective of ICT and pedagogy. *Education and Information Technologies*, 18(3), 769-780. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/p21_framework_definitionsbfk.pdf