

Carvajal Alfaro, Vanesa; Díaz Quesada, Fátima  
Abordaje de ciudades sostenibles mediante la robótica en comunidades fronterizas de la Zona Norte de Costa Rica  
Cuadernos de Extensión Universitaria de la UNLPam, Vol. 8, N° 2, julio – diciembre 2024  
Sección: Dossier, pp. 44-54



ISSN 2451-5930 e-ISSN 2718-7500

DOI <https://doi.org/10.19137/cuadex-2024-08-0203>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

# Abordaje de ciudades sostenibles mediante la robótica en comunidades fronterizas de la Zona Norte de Costa Rica

**Vanesa Carvajal Alfaro**

Escuela de Ciencias Naturales y Exactas, Instituto Tecnológico de Costa Rica

[vcarvajal@tec.ac.cr](mailto:vcarvajal@tec.ac.cr)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2166-1716>

**Fátima Díaz Quesada**

Escuela de Ciencias del Lenguaje, Instituto Tecnológico de Costa Rica

[fdiaz@tec.ac.cr](mailto:fdiaz@tec.ac.cr)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7850-6334>

## Abordaje de ciudades sostenibles mediante la robótica en comunidades fronterizas de la Zona Norte de Costa Rica

### RESUMEN

Mediante este artículo se comparte la experiencia generada por un proyecto de extensión en poblaciones fronterizas de Costa Rica, el cual es una alianza entre el gobierno local del cantón de Upala y la universidad pública. El objetivo de este proyecto es disminuir la brecha tecnológica en los distritos de Las Delicias, Central y San José de Upala a través de la robótica, la programación y la lectura creativa utilizando el tema de ciudades sostenibles como eje transversal. Se implementa una estrategia basada en el enfoque STEAM que promueve el aprendizaje interdisciplinario a través de talleres prácticos y guías didácticas. Durante la ejecución del proyecto, se alcanzaron logros significativos, como la participación de estudiantes y la transferencia de conocimientos sobre ciudades sostenibles y robótica. Se capacitó a docentes y bibliotecarios/as para replicar los talleres de manera autónoma, asegurando la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

**Palabras clave:** maquetas; escuelas rurales; educación ambiental; tecnología; robótica educativa.

## Addressing sustainable cities through robotics in border communities in the Northern Zone of Costa Rica

### ABSTRACT

This article shares the experience generated by an extension project in border towns of Costa Rica, which is an alliance between the local government of the Canton of Upala and the public university. The objective of this project is to reduce the technological gap in the districts of Las Delicias, Central and San José de Upala through robotics, programming and creative reading using the theme of sustainable cities as a transversal axis. A strategy based on the STEAM approach is implemented, which promotes interdisciplinary learning through practical workshops and didactic guides. During the implementation of the project, significant achievements were made, such as the participation of students and the transfer of knowledge on sustainable cities and robotics. Teachers and librarians were trained to replicate the workshops autonomously, ensuring the long-term sustainability of the project.

**Keywords:** scale models; rural schools; environmental education; technology; educational robotics.

## Abordagem de cidades sustentáveis por meio da robótica em comunidades de fronteira no Norte da Costa Rica

### RESUMO

Este artigo partilha a experiência gerada por um projeto de extensão em cidades fronteiriças da Costa Rica, que é uma aliança entre o governo local do cantão de Upala e a universidade pública. O objetivo deste projeto é reduzir a lacuna tecnológica nos distritos de Las Delicias, Central e San José de Upala através da robótica, da programação e da leitura criativa, utilizando o tema das cidades sustentáveis como eixo transversal. É implementada uma estratégia baseada na abordagem STEAM, que promove a aprendizagem interdisciplinar através de workshops práticos e guias didáticos. Durante a execução do projeto, foram alcançados resultados significativos, como a participação dos alunos e a transferência de conhecimentos sobre cidades sustentáveis e robótica. Professores e bibliotecários receberam formação para replicar os workshops de forma autônoma, garantindo a sustentabilidade do projeto a longo prazo.

**Palavras-chave:** maquetas; escolas rurais; educação ambiental; tecnologia; robótica educativa.

## Introducción

Este artículo tiene como propósito compartir la experiencia generada con el proyecto de extensión llamado: “Implementando metodologías STEAM<sup>1</sup> para la enseñanza de ciudades sostenibles a través de la robótica en niñas y niños para el cantón de Upala”. Es un proyecto de extensión universitaria adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, que utiliza la robótica como una herramienta para disminuir las brechas tecnológicas en distritos fronterizos del cantón de Upala y, de esta manera, busca aprovechar el potencial de la robótica para fortalecer una ciudadanía crítica en la que cada ciudadano/a puede tener mayor consciencia en relación con el entorno a través de la temática de ciudades y comunidades sostenibles.

La gran acogida que han tenido las herramientas tecnológicas en los últimos años ha despertado el interés de los y las estudiantes por la robótica y es especialmente útil para el desarrollo de competencias (Ortega *et al.*, 2021). Se ha dado un inminente crecimiento en la robótica educativa, ya que motiva a los y las estudiantes a participar y explorar el entorno, a la vez que promueve actitudes científicas, lo que redundaría en la adquisición de valores inherentes al desarrollo social y a las inteligencias múltiples. Esto se potencia porque en la actualidad, la tecnología y los robots se están incorporando en la vida cotidiana, pasando de la industria a los hogares; por ende, parece un proceso lógico el crecimiento de la robótica educativa en los últimos años (Quiroga, 2018).

La robótica educativa, además de posibilitar la creación de comportamientos y poder programarlos en el propio robot, posee otras ventajas al emplearla como herramienta docente debido a que facilita la adquisición de conocimientos de modo lúdico, basándose en el trabajo colaborativo, y del desarrollo del pensamiento lógico y computacional, integrando, además, el enfoque pedagógico STEM y el uso de la programación en bloques. De este modo, promueve el aprendizaje constructor dado que permite interiorizar y dar origen al aprendizaje por construcción a través de la experiencia de probar diferentes comportamientos programados en el robot. (Suárez *et al.*, 2018, p. 45)

Con respecto a la postura anterior, otros autores afirman que:

---

1 Acrónimo que refiere a Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática por sus siglas en inglés.

La integración de la robótica educativa se sustenta de acuerdo con las teorías filosóficas constructivistas de Piaget y Vygotsky, así como el fundamento pedagógico del construccionismo de Papert. Desde el constructivismo se destaca “la construcción del conocimiento” es decir, el aprendizaje se manifiesta a medida que el aprendiz interactúa con su realidad y realiza concretamente actividades sobre ella, en lo que la robótica en sus fases de diseño, construcción, programación y prueba apoyaría a lograr esas capacidades. (Quiroga, 2018, p. 62)

En Costa Rica, la robótica educativa ha tenido la mayor acogida en la educación privada, los colegios científicos, no siendo accesible a todas las escuelas públicas. Esta situación es aún más marcada en zonas rurales de bajo índice de desarrollo social como el Cantón de Upala. Por este motivo, el proyecto pretende utilizar la experiencia de las extensionistas en esta temática para llenar ese vacío a través de talleres en robótica y programación, mediante el tema de ciudades sostenibles como eje transversal, en forma conjunta con la Unidad de Gestión Socioeducativa desde la Municipalidad de Upala, con sede operativa en la Biblioteca Pública del Cantón.

Al ejecutar esta iniciativa, se beneficiaron las poblaciones estudiantiles de los distritos de San José de Upala, Central y Las Delicias del Cantón de Upala, y con el paso del tiempo las zonas periféricas, dado que la biblioteca municipal tendrá los insumos para mantener el proyecto a lo largo del tiempo.

## Caracterización de la población beneficiada

El proyecto de extensión nació como iniciativa de la Municipalidad de Upala, específicamente, el coordinador de la Unidad de Gestión Socioeducativa solicitó el apoyo a las extensionistas para realizar actividades en la Biblioteca Pública de Upala, ubicada en el distrito central de Upala y en escuelas de poblaciones fronterizas -entre Costa Rica y Nicaragua- de los distritos Las Delicias y San José. Los tres distritos se caracterizan por tener bajos índices de desarrollo social (IDS) San José de Upala tiene el menor IDS con un 36,81 ocupa la posición 464 de 493 distritos a nivel nacional, seguido por Las Delicias con un IDS de 41,99 en el lugar 451 y finalmente, el distrito Central de Upala con un IDS de 51,58 en el puesto 367 de 493 distritos (MIDEPLAN, 2018).

Las instituciones educativas seleccionadas para el proyecto fueron, a saber: la Escuela Teodoro Picado

Michalski, la Escuela San Ramón y la Escuela Pueblo Nuevo.

La Escuela Teodoro Picado Michalski está ubicada en el distrito central de Upala, tiene una población de alrededor de 500 estudiantes, es una de las instituciones participantes más grandes, cuenta con una biblioteca para los niños y niñas, y un laboratorio de cómputo.

La Escuela San Ramón, ubicada en el distrito fronterizo de Las Delicias, tiene una población de 52 estudiantes. Carece de laboratorio de cómputo y biblioteca. Además, trabajan únicamente dos docentes para atender a los seis niveles. Cada docente atiende de manera simultánea a dos grupos, como, por ejemplo, tercer y cuarto grado en horario matutino y primer y segundo grado por la tarde.

Finalmente, la última institución se encuentra en San José de Upala, también en la frontera. La Escuela Pueblo Nuevo tiene una población estudiantil de aproximadamente 100 niños y niñas, al igual que la Escuela San Ramón, carece de laboratorio de cómputo, lo que significa que el contacto con la tecnología es prácticamente nulo.

Estas instituciones fueron recomendadas por el gobierno local de Upala debido a su necesidad de reducir las brechas tecnológicas.

Al compartir territorio fronterizo con Nicaragua, el cantón de Upala cuenta con una larga tradición de movimientos migratorios. Considerando que Nicaragua es el principal país de origen de la población migrante que vive en Costa Rica, por ejemplo, entre mayo y octubre de 2022 ingresaron 11126 personas de origen nicaragüense en los cantones de La Cruz, Upala y los Chiles, contabilizados mediante el monitoreo de flujos migratorios irregulares en la Zona Norte del país (OMI, 2023).

La población beneficiada está conformada por niños y niñas con edades entre los 9, 10 y 11 años, provenientes de cada una de las escuelas participantes, cuya principal característica es que son hijos e hijas de padres y madres migrantes, de hecho, algunos viven en territorio nicaragüense y solamente cruzan territorio fronterizo, diariamente, para asistir a la escuela.

## Estrategia de abordaje

Para abordar la temática se llevaron a cabo seis talleres de 120 minutos cada uno, y se crearon seis guías didácticas con el propósito de garantizar que, al finalizar el proyecto, los contenidos y metodologías puedan ser fácil y fielmente reproducidos por el personal docente, asegurando así su sostenibilidad en el tiempo.

La metodología empleada se fundamentó en el enfoque STEAM, el cual promueve el trabajo colaborativo en grupos pequeños o grandes, así como el aprendizaje mediante la indagación por parte de los estudiantes. Además, las actividades se respaldaron en la filosofía del “Aprender haciendo”, la cual ha sido adoptada por el Ministerio de Educación Pública costarricense (MEP) para la enseñanza de robótica en el país. La integración curricular se da, por ejemplo, porque la guía contiene el sustento teórico de la temática estudiada, a saber: tipos de energía, energías renovables, transportes en ciudades, transportes colectivos, implicación de uso de combustibles fósiles, ejes transversales como calentamiento global y la práctica materializa, a través de la creación de maquetas, elaboradas con bloques, lo estudiado en la teoría. Lo anterior, permite a los y las estudiantes crear su realidad a partir de lo aprendido mediante un proceso de retroalimentación por parte de la persona facilitadora. Posterior a esto, se realiza la práctica tecnológica que consiste en programar robots para realizar actividades en la temática estudiada, por ejemplo: la aplicación y utilidad de sensores en ciudades sostenibles inteligentes.

Durante los talleres, se utilizó una variedad de recursos, que incluyeron el bloque inteligente EV3, el set de energías renovables, el set de bloques armables de comunidades, aplicaciones disponibles en línea, videos, las guías de trabajo desarrolladas y el robot educativo Robomaster S1. Además, se emplearon tabletas como alternativa a las computadoras en aquellos centros que no contaban con laboratorios de cómputo.

## Principales logros

A la fecha, 142 niños y niñas de las instituciones educativas seleccionadas han recibido el módulo de capacitación de seis talleres para lo cual se elaboraron seis guías didácticas.

Se diseñó un módulo de actividades teórico-prácticas que consta de seis talleres con sus respectivas guías didácticas. El módulo se replicó tres veces en forma semestral. Uno de los principales logros del proyecto de extensión lo constituye la elaboración del material didáctico, a saber: seis guías, cada una dividida en dos apartados, uno teórico y uno práctico. La parte teórica contiene las nociones necesarias para comprender el concepto de ciudades amigables con el ambiente, los componentes que las caracterizan y un apartado de ciudadanía responsable.

La parte práctica está compuesta de los siguientes apartados: objetivos, materiales, procedimiento para llevar a cabo la programación de los robots y la elaboración de las maquetas. Posterior a ese trabajo práctico, la guía también contempla la elaboración de una exposición, que permite reforzar y valorar el grado de asimilación de los contenidos teóricos por parte de los niños y las niñas. Asimismo, la discusión está dirigida mediante preguntas generadoras de orden práctico para interrelacionar lo aprendido con acciones contextualizadas a la realidad circundante de las personas y las comunidades sostenibles. Finalmente, en el apartado de investigación, se le solicita a la persona estudiante profundizar sobre la temática aprendida, asociada a ejes transversales propios de los objetivos de desarrollo sostenible.

En cuanto a las actividades ejecutadas en robótica, que contribuyen al proceso de enseñanza aprendizaje constructivista, tal y como lo apunta la teoría: “La competencia de ordenar tareas a robots para que realicen determinados comportamientos (con un objetivo en mente)” puede ser el objeto de una enseñanza (por parte del profesor) y un aprendizaje (por parte del alumno) constructivista” (Arlegui de Pablos y Pina, 2010, p. 1).

Uno de los logros es que, al finalizar las capacitaciones, la población meta estudiantil fue capaz de programar todas las prácticas la interface educativa denominada: “Camino al maestro” de los Robomaster S1. Lo anterior supone que, desde el modelo de robótica educativa, una vez finalizado el módulo, se podría avanzar a modelos de programación más avanzados como Phytton.

Asimismo, para trabajar específicamente el tema de fauna silvestre en ciudades y la importancia de espacios verdes y conectividad, se utilizó el bloque de



EV3, el cual permite elaborar modelos de animales. Se usó un mono para abordar mamíferos, una abeja para insectos y su importancia, una tortuga para reptiles y un renacuajo para anfibios. Con esta actividad, la integración de conocimiento propio de la metodología STEAM, articula física, química y biología con la temática de animales y sus características.

Además, se capacitó a las bibliotecólogas de la Biblioteca Municipal de Upala y de la Escuela Teodoro Picado, respectivamente, con el fin de que los talleres puedan reproducirse sin necesidad de los insumos del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## Reflexiones finales

El proyecto de extensión denominado: “Implementando metodologías STEAM para la enseñanza de ciudades sostenibles a través de la robótica en niños y niñas para el cantón de Upala” es un modelo de la inter institucionalidad pública costarricense porque articula gobiernos locales, Ministerio de Educación Pública y universidad pública, específicamente, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, para que en forma conjunta intervengan para disminuir la brecha tecnológica en comunidades desfavorecidas. Representa una iniciativa loable y multidisciplinaria que fusiona la educación, la tecnología y la conciencia ambiental para cerrar brechas tecnológicas y fomentar el desarrollo de comunidades sostenibles. Este proyecto se erige como un modelo para promover la inclusión tecnológica en regiones fronterizas y de bajo desarrollo social.

La introducción de la robótica educativa en la enseñanza no solo refleja una tendencia global hacia la integración de tecnologías innovadoras en el ámbito educativo, sino que también demuestra la capacidad de esta disciplina para estimular el interés de las personas estudiantes y promover el desarrollo de competencias claves para el siglo XXI. Al basarse en enfoques pedagógicos constructivistas como los propuestos por Piaget, Vygotsky y Papert, el proyecto reconoce la importancia de la interacción activa de los y las estudiantes con su entorno para la construcción del conocimiento.

La selección de la zona de Upala, caracterizada por su desventaja social y su proximidad a la frontera con Nicaragua, subraya la relevancia de abordar las necesidades educativas en áreas vulnerables y con

alta incidencia de migración. Al centrarse en escuelas con bajos índices de desarrollo social y escasos recursos tecnológicos, el proyecto busca democratizar el acceso a la educación digital y proporcionar herramientas para reducir la brecha tecnológica en estas comunidades.

Desde la concepción de Educación STEM<sup>2</sup>, cobra sentido el uso de la robótica en el ámbito educativo, ya que favorece el aprendizaje por descubrimiento, ofreciendo la posibilidad de reforzar los conceptos teóricos mediante la experimentación (Suárez *et al.*, 2018). De manera que la estrategia metodológica empleada ofrece un marco integral para el aprendizaje interdisciplinario, promueve la colaboración, la indagación y el aprendizaje experiencial. La combinación de talleres prácticos, guías didácticas y recursos tecnológicos diversificados, como los robots educativos Robomaster S1 y EV3, garantiza una experiencia de aprendizaje dinámica y participativa, para los y las estudiantes.

Asimismo, en estos contextos de aprendizaje mediante el empleo de plataformas robóticas educativas, se espera que los y las estudiantes estén más motivados para participar en el proceso de aprendizaje, al tratarse de actividades más interactivas, flexibles, dinámicas, versátiles y en las que el discente puede experimentar y visualizar los resultados que ha calculado.

Aunado a lo anterior, se recomendó al Departamento Unidad de Gestión Socioeducativa de la Municipalidad de Upala, sustituir los kits de robótica por programas de programación de acceso libre como por ejemplo “Open Roberta”. En el mercado existen kits de robótica económicos, que integran motores y sensores termómetros que permiten profundizar sobre muchas variables físicas y químicas para enseñar componentes ambientales y contaminación. También se pueden utilizar materiales reciclados para construir maquetas y con ello recrear situaciones que ayuden a la comprensión y cuidado del ambiente.

Los logros alcanzados durante la implementación del proyecto, evidenciados por la participación de los y las estudiantes y la transferencia de conocimientos sobre ciudades sostenibles y robótica, destacan el impacto positivo en la comunidad educativa. La capacitación

---

2 Acrónimo que refiere a Ciencia, tecnología, ingeniería, matemática por sus siglas en inglés.

de docentes y bibliotecólogas para la reproducción autónoma de los talleres y la promoción de alternativas de bajo costo, como kits de robótica económicos y materiales reciclados, enfatiza el compromiso con la sostenibilidad y la escalabilidad de la iniciativa.

Una vez conocidas las limitaciones del entorno tecnológico y las posibilidades que este posee para adaptarlo a diversas disciplinas de las ciencias exactas y la educación ambiental, sería importante generar instrumentos de medición para valorar el grado de los conocimientos adquiridos.

## Referencias

Arlegui de Pablos, J., Pina, A. (2010). Enseñanza-aprendizaje constructivista a través de la Robótica Educativa. CiDd: II Congreso Internacional de Didácticas. <http://www.udg.edu/portals/3/didactiques2010/guiacdii/ACABADES%20FINALS/269.pdf>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2018). *Costa Rica Índice de Desarrollo Social 2017*. MIDEPLAN.

Organización Internacional para las Migraciones (OIM). (2023). *Indicadores de Gobernanza de la Migración a Nivel Local Perfil 2023*. Municipalidad de Upala.

Ortega, G., Tellez, A. & Guarnizo, J. (2021). Entorno pedagógico para la enseñanza en básica primaria mediante el uso de sistema robótico comercial. *Scielo*, 26(1). <https://doi.org/10.14483>

Quiroga, L. (2018). La robótica: Otra forma de aprender ¿Por qué podemos acercar la robótica a la educación infantil? *Dialnet*, 25(1), 51-64.

Suárez, A., Martínez, P., García-Costa, Daniel, & Martos, J. (2018). Contribución de la Robótica Educativa en la Adquisición de conocimientos de Matemáticas en la Educación Primaria. *Magister*, 30(2), 43-54. <https://doi.org/10.17811>

Fecha de recepción: 04/04/2024

Fecha de aceptación: 08/06/2024