

Implementación de metodologías STEAM a través de la robótica para la enseñanza de ciudades sostenibles en la niñez del cantón de Upala

Carlos Rodolfo González-Zúñiga

Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales
Campus Tecnológico local San Carlos
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ crgonzalez@itcr.ac.cr

Vanessa Carvajal -Alfaro

Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales
Campus Tecnológico local San Carlos
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ vcarvajal@itcr.ac.cr

Fátima Díaz-Quesada

Escuela de Ciencia del Lenguaje
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ fdiaz@tec.ac.cr

Resumen:

El artículo describe parte de las acciones del proyecto de extensión “Implementando metodologías STEAM para la enseñanza de ciudades sostenibles a través de la robótica en niños y niñas para el cantón de Upala”, en el cual se desarrollaron una serie de talleres en tres escuelas y en la biblioteca pública de Upala. El objetivo fue fomentar la educación sobre robótica y la educación ambiental en torno al tema de ciudades sostenibles. Se describen las dinámicas de los talleres, los materiales y los recursos utilizados. Finalmente, se resalta la importancia de impulsar tanto la educación STEAM como la educación ambiental mediante actividades gamificadas, así como el valor de fomentar estos espacios educativos en comunidades de Upala con bajos índices de desarrollo social.

Palabras clave: Educación STEAM, brecha educativa, educación gamificada, didáctica ambiental.

Introducción: Características de los talleres

En la actualidad educativa de Costa Rica se impulsa con grandes desafíos el enfoque de educación en áreas STEAM [1]. Sin embargo, no todas las poblaciones estudiantiles (sin tomar en cuenta aquella que no cuenta con los recursos económicos) tienen acceso a la tecnología aplicada a la educación. Por lo tanto, el proyecto de extensión “Implementando metodologías STEAM para la enseñanza de ciudades sostenibles a través de la robótica en niños y niñas para el cantón de Upala” contribuye a disminuir la brecha educativa y a fomentar la enseñanza de robótica al utilizar el tema de ciudades sostenibles como eje transversal. De esta manera, se incide de forma simultánea en la temática tecnológica y ambiental, y se fortalece la formación integral de los participantes.

Durante el segundo semestre del año 2023 y el primer semestre del 2024 el proyecto desarrolló talleres educativos en tres distritos del cantón de Upala: Central, Delicias y San José, particularmente en los centros educativos: 1) Escuela Teodoro Picado Michalski, 2) Escuela San Ramón y 3) Escuela Pueblo Nuevo, respectivamente. (Fig. 1)



Figura 1. Ubicación de los centros educativos en la Zona Norte de Costa Rica, cerca de la frontera con Nicaragua. Fuente: Google Maps.

Los talleres se realizaron con estudiantes entre los 9 y 12 años. Hubo dinámicas de lectura participativa y trabajo en equipo con actividades gamificadas, en las que los participantes aprenden mientras juegan. El proyecto impactó un total de 139 estudiantes, de los cuales, 48 corresponden a población fronteriza de los distritos de San José y Delicias de Upala.

Los estudiantes participaron en un total de seis talleres: dos por sesión, la duración aproximada de cada uno fue de 1 hora y 30 minutos. Para cada taller, se diseñó una guía de información e indicaciones necesarias para el trabajo durante la sesión, con la cual también se buscó que los estudiantes fortalecieran habilidades lectoras (se leyeron de manera colaborativa durante cada taller). El proyecto

trabajó en forma conjunta con la Unidad de Gestión Socioeducativa desde la Municipalidad de Upala, con sede operativa en la Biblioteca Pública del cantón. Ahí, se impartieron talleres abiertos a la comunidad, y se capacitó tanto al personal de la biblioteca municipal como al de las bibliotecas estudiantiles del cantón en temáticas de robótica y ciudades sostenibles. Una de las personas participantes, funcionaria de la escuela Teodoro Picado Michalski, logró gestionar con la ONG *Ayuda en Acción*, una donación de equipos de robótica para su centro educativo, lo cual permitirá que esta escuela siga fomentando la enseñanza de la robótica.

Desarrollo: La educación gamificada y la robótica en torno al tema de ciudades sostenibles

El trabajo educativo con niños es mucho más fácil, entretenido y significativo si se introduce el juego como elemento metodológico [2]. Los talleres impartidos en el marco de este proyecto tienen la característica de que los participantes se divierten y sienten que están jugando, al mismo tiempo que participan de procesos educativos sobre robótica y ciudades sostenibles.



Figura 2. Equipo empleado RoboMaster S1. Fuente: Propia

En los talleres sobre robótica, primero, mediante la utilización del RoboMaster S1 de la compañía DJI (Figura 2), a los participantes se les enseñan los elementos básicos de programación y robótica. También, en algunos momentos se emplea el bloque robótico EV3 de *Legó Education*. Después, las personas estudiantes pueden manejar los robots y jugar con ellos, con lo cual ponen en práctica la programación previa. Esta experiencia despierta el asombro y la curiosidad por elementos de programación y robótica de manera divertida e interactiva.

Aunque en Costa Rica la robótica educativa ha tenido una gran recepción en los centros educativos privados y en los colegios científicos, no ha sido 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, con este proyecto se busca cerrar brechas y contribuir en este tipo de procesos educativos.



Figura 3. Asistentes del proyecto (Fabian Vargas y Katalina Moncada) colaboran con el taller: los niños ponen en práctica la programación y juegan con los RoboMaster S1. Fuente: Propia



Figura 4. Niñas programando la actividad de sensores. Fuente: Propia

En el primer taller de robótica se trabaja con los RoboMaster S1¹ y se le brinda una tableta a cada niño, para que hagan la programación de manera individual. Se explica sobre las ciudades inteligentes y cómo la automatización facilita tanto el control del consumo de energía como la seguridad. Después, se realiza una programación sencilla utilizando la aplicación de RoboMaster en la interfaz de laboratorio. Esta permite seleccionar diferentes actividades; el grado de dificultad en la programación aumenta conforme se avanza. Posteriormente, se organiza a los participantes en parejas y manejan el robot para ejecutar la programación realizada. Un manejo adecuado del grupo de estudiantes (un aproximado de 12 participantes) requiere, además de un extensionista, la colaboración de al menos dos estudiantes asistentes que orienten y resuelvan dudas particulares a cada pareja de participantes (Figura 3).

El segundo taller sobre robótica da continuidad a la programación. El tema es sobre sensores y sus usos más comunes en ciudades. La guía didáctica expone lo que es un sensor y sus usos en ciudades; por ejemplo, para controlar el alumbrado público o sensores en automóviles para seguridad, entre otros. Una vez abordada la teoría, se realiza la programación del RoboMaster S1 en la interfaz de laboratorio. Se emplea el reconocimiento de números en secuencia de menor a mayor, de manera que el robot reconoce el número menor y emite un rayo láser siguiendo la secuencia numérica. En esta segunda clase de programación, las personas estudiantes ya se encuentran familiarizadas con la interfaz, la dinámica es más fluida y cada una realiza la programación de forma guiada (Figura 4). Finalizada la programación, se utiliza el robot en parejas para favorecer el trabajo colaborativo.

El tercer taller sobre robótica se desarrolla con la temática de animales y sus características, para ello se contó con robots de animales armados (previamente) y programados en el bloque EV3 de *Legó education*. Se utiliza un mono para abordar mamíferos, una abeja para insectos, una tortuga para reptiles y un renacuajo para anfibios. Los niños y las niñas leen una ficha técnica con las características de uno de los animales; posteriormente, interactúan con el animal robot, e identifican sus partes y condiciones para hábitat apropiados. Una vez que se trabajan las características de los animales, se programa el RoboMaster S1, en esta ocasión se dispone el reconocimiento de números para emitir sonidos de animales. Finalizada la programación, se emplea el RoboMaster en parejas para favorecer el trabajo colaborativo.

¹ Estos robots son facilitados por la Escuela de Ciencias del Lenguaje, específicamente por el proyecto "Escritura científica para incentivar las metodologías STEAM a través de aeroespacio y robótica en estudiantes de Educación General Básica de II Ciclo de escuelas públicas de los distritos de La Suiza y Orosi de Cartago".

La educación ambiental gamificada en torno al tema de ciudades sostenibles

En los talleres sobre ciudades sostenibles, se caracterizan las generalidades de estas ciudades. Se presentan aspectos como el transporte y la arquitectura sostenible, así como el valor de los espacios verdes, el recurso hídrico y los animales. Como estrategia educativa, se utiliza la técnica de construcción de maquetas, la cual consiste en la creación de una ciudad sostenible, a modo de juego, con piezas de *Legó* y bases de cartón pintadas para ese fin (Figura 5). De esta manera, los participantes elaboran sus propias ciudades pensando y poniéndose de acuerdo sobre cómo debe ser una ciudad sostenible. Esta experiencia educativa fomenta la curiosidad y la imaginación social con propuestas ambientales. Se utiliza el set de *Legó Education*.



Figura 5. Personas estudiantes elaboran maquetas de ciudades sostenibles, con piezas de *Legó* y bases de cartón coloreadas. Fuente: Propia



Figura 6. Personas estudiantes construyen maquetas sobre transporte sostenible, con piezas de *Legó* y bases de cartón coloreadas. Fuente: propia

El **primer taller** trabaja con la guía didáctica titulada *Mi ciudad verde*. Esta aborda los componentes físicos y humanos en una ciudad; además, explora los temas de fuentes de energía limpia, arquitectura verde, protección y cuidado del recurso hídrico, manejo de residuos, transporte sostenible, y responsabilidad ambiental. Los participantes se organizan en subgrupos, y se les brinda un set de *Legó* y una base de cartón, para construir una ciudad tomando en cuenta los elementos mencionados. El extensionista los orienta sobre posibles ideas. Al finalizar, se unen todos los subgrupos para formar la ciudad de manera colaborativa.

El **segundo taller** profundiza en el tema de transporte sostenible. Se emplea la guía de lectura titulada "Transporte sostenibles en la ciudad", en la que se describen las características de un transporte sostenible, además de sus beneficios y la relación con el cambio climático. Los objetivos de este taller giran en torno a definir movilidad sostenible, conocer los principales problemas ambientales relacionados con el transporte y determinar beneficios del transporte sostenible. Posteriormente, se utiliza la técnica de maquetas (ver Figura 6): los participantes se dividen en subgrupos; se les asigna un tipo de transporte, por ejemplo, individual o colectivo, como bicicletas, buses y trenes; y se les brinda un set de *Legó* con todo tipo de bloques para transportes, para que así construyan la maqueta. Se les insiste en pensar en la fuente de energía del transporte. Para finalizar la actividad, se unen los subgrupos y cada uno realiza una breve exposición de su maqueta: explican cómo la movilidad en la ciudad podría ser más sostenible ambientalmente. Los participantes se sienten familiarizados con la movilidad en bicicleta, porque el distrito central de Upala cuenta con una ciclovía, la cual es empleada por algunos de ellos. Al exponer sus ideas, reconocen los beneficios para el ambiente de evitar humo y la contaminación.

En el **tercer taller** se utiliza la guía titulada “Espacios verdes en ciudades y fauna silvestre”. Esta aborda la diferencia entre espacios naturales y artificiales, así como sus beneficios para los habitantes de una ciudad. Después, se estudia el tema de la fauna silvestre común en ciudades, como mapaches, aves y ratones, además, por qué tienen mayor adaptabilidad que otros animales. Se hace énfasis en la temática de las abejas, su importancia para la conservación de ecosistemas saludables y su rol de polinizadoras; para esto, se presentan videos explicativos sobre el rol de las abejas y se comentan algunos de los mitos sobre estas. El trabajo práctico en este taller consiste en elaborar una maqueta de hotel para abejas y un jardín de polinizadores con el set de *Legó*; (Figura 7). De forma adicional, se emplea la abeja construida con el bloque de *Legó* EV3, la cual está programada con sensores de temperatura y movimiento, y se interactúa a modo de juego con el Doodle sobre el día de la tierra 2020, dedicado a las abejas (<https://doodles.google/doodle/earth-day-2020/>).



Figura 7. Maquetas realizadas por los estudiantes referente al tema de “Ciudades y fauna silvestre”. Fuente: Propia

Conclusión

Los talleres sobre robótica y ciudades sostenibles desarrollados en el cantón de Upala son una forma de cerrar brechas educativas, su propuesta de una metodología gamificada despierta el interés en los temas STEAM y ambientales. Los talleres sobre robótica consolidan el pensamiento abstracto, brindan nociones básicas de programación y se da el manejo de tecnología robótica. Por su parte, los talleres sobre ciudades sostenibles fortalecen la alfabetización ambiental, la imaginación, planificación y creación de soluciones ambientales, lo cual promueve que las nuevas generaciones sean ciudadanos responsables en temas ambientales y con conocimiento del área STEAM.

Bibliografía

- [1] Programa Estado de la Nación (2023). *Noveno Estado de la educación 2023*. San José, C.R.: CONARE - PEN, 2023. <https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2023/08/EE-2023-Book-DIGITAL.pdf>
- [2] Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society, Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75–88. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.3.75>

Sobre los autores:

Carlos Rodolfo González-Zúñiga

Carlos Rodolfo González Zúñiga es filósofo, realizó sus estudios en la Universidad de Costa Rica, donde se graduó de bachiller filosofía y bachiller en la enseñanza de la filosofía, posteriormente obtuvo la licenciatura y la maestría en filosofía en la misma Universidad. Desde el 2013 es funcionario del Instituto Tecnológico de Costa Rica en la Escuela de Idiomas y Ciencias Sociales del Campus Tecnológico local San Carlos. Sus áreas de interés giran en torno a la enseñanza de la ética, particularmente temas de ética ambiental, bioética, neuroética y ética de los negocios. Cuenta con diversas ponencias y publicaciones a nivel nacional e internacional. Orcid <https://orcid.org/0000-0002-0349-4021>

Vanessa Carvajal -Alfaro

Vanessa Carvajal Alfaro es Bióloga de formación. Estudió en la Universidad Nacional de Costa Rica, donde se graduó de Bachiller en Biología Tropical, posteriormente, obtuvo grado de Licenciatura en Biología Tropical con énfasis en Manejo de Recursos en la misma universidad. Realizó estudios de posgrado en la Universidad Internacional Iberoamérica de Puerto Rico, donde se graduó de Máster en Gestión y Auditoría Ambiental con énfasis en Aplicación de Energía Renovables. Fue Directora Ejecutiva de la Escuela de Ciencia Naturales y Exactas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus San Carlos, Ejecutiva Institucional del Colegio Científico en el Campus Local San Carlos, Coordinadora del Programa de Regionalización Universitaria en el Campus Local San Carlos. Fue docente de Escuela de Ciencias Biológicas de Universidad Nacional. Desde el año 2004, es docente, investigadora y extensionista de la Escuela de Ciencia Naturales y Exactas, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Ha desarrollado proyectos de investigación en diferentes áreas de la biología, sobre todo en ecología de poblaciones silvestre y ecología de caminos. Tiene amplia experiencia en la extensión universitaria donde se ha dedicado a proyectos de enseñanza de robótica para el aprendizaje de energía renovables y ciudades sostenibles. En cuanto a la vinculación universitaria ha organizado campamentos para estimular vocaciones científico-tecnológicas en niñas de poblaciones de la Zona Norte de Costa Rica. Cuenta con diversas ponencias y publicaciones a nivel nacional e internacional. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2166-1716>

Fátima Díaz-Quesada

Fátima Díaz Quesada es profesora de Español de formación base. Estudió en la Universidad Nacional de Costa Rica, donde se graduó de Profesora en la Enseñanza de Español, Bachiller en Literatura y Lingüística con concentración en Español, Bachiller en la Enseñanza del Español, posteriormente, obtuvo el grado de Licenciatura en Ciencias de Educación con Énfasis en Didáctica Específica. Realizó estudios de posgrado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, donde se graduó de Máster en Educación Técnica. Desde el 2004, ejerce como profesora. Fue docente de Enseñanza Media en Español en diferentes modalidades, a saber: académica diurna y nocturna, por madurez, educación abierta, educación técnica y científica. Fungió como Coordinadora Académica en el Colegio Científico, Campus Local San Carlos y del Liceo Francisco Amighetti Herrera. Actualmente, es Directora Ejecutiva de Escuela de Ciencias del Lenguaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Central, Cartago y Coordinadora General de Programas de Ventas de Servicios de FUNDATEC. Es docente y extensionista de la Escuela de Ciencia del Lenguaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tiene experiencia en la extensión universitaria, en la cual se ha dedicado a proyectos de enseñanza de educación ambiental, a través de la escritura y la lectura científica. En cuanto a la vinculación universitaria, ha organizado campamentos para estimular vocaciones científico-tecnológicas en niñas de poblaciones de la Zona Norte de Costa Rica. Tiene ponencias y publicaciones en educación ambiental y desarrollo de las habilidades de razonamiento verbal. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-7850-6334>