

Un quinquenio del proyecto formación de formadores en robótica: La experiencia de un proyecto de extensión universitaria en Costa Rica

Irene Hernández Ruiz^{*a}, Carolina Gómez Fernández^b, Pedro Fonseca Solano^c
^{ab} Escuela de Informática, Heredia Costa Rica, Universidad Nacional ; ^c Exdirector Escuela de
Informática, Profesor Jubilado

ABSTRACT

This article shows the results and achievements obtained during a five-year period in the project: "Training of Trainers in Robotics in schools in vulnerable areas of Costa Rica", which has aimed to train secondary school teachers in the area of educational robotics so that in turn they can replicate their knowledge with high school youth, both in the greater metropolitan area and in rural areas of Costa Rica. The trained youth have managed to have a recreational and educational space to put programming concepts into practice using the Lego EV3 tool as a means of learning. The project has been developed jointly by the School of Informatics of the National University, the Costa Rican Institute on Drugs and the Ministry of Public Education of Costa Rica.

Keywords: Programing, Lego EV3, technology, education.

1. INTRODUCCIÓN

La educación tecnológica contribuye a la formación de ciudadanos participativos y críticos frente al mundo artificial y ante los impactos ambientales derivados¹. La programación de computadoras, considerada una de las áreas más importantes de las Ciencias de la Computación, permite desarrollar una serie de habilidades tales como la abstracción y la operabilidad. Se la puede ver como el proceso de diseñar y escribir una secuencia de instrucciones en un lenguaje determinado que pueda ser entendido y posteriormente reproducido por un autómata².

La robótica en el ámbito educativo se convierte en un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollar competencias generales como la socialización, la creatividad y la iniciativa, que permitan al estudiante dar una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual³

Por otra parte, para Borgnakke la robótica se basa en el construccionismo, el cual pretende que el individuo pueda crear un elemento fuera de su mente y que además tenga un significado personal para él. Ésta última pedagogía es en la que se basa muchos de los principales desarrollos en robótica educativa⁴

La metodología de Aprender Haciendo como lo indica "consiste en un modelo en el que el estudiante, mediante dinámicas y simulaciones, construye metáforas de la vida real y gracias al profesor, quien en la práctica construye el aprendizaje junto al alumno"⁵. Para este proyecto, se plantea que no es necesariamente enseñar a los estudiantes a convertirse en expertos en robótica, sino más bien su objetivo es favorecer el desarrollo de competencias que se consideran esenciales en el siglo XXI: autonomía, iniciativa, responsabilidad, creatividad, trabajo en equipo, autoestima e interés por la investigación⁶.

Valorando la importancia de los temas anteriores, se consideró de gran relevancia la creación de un espacio lúdico, novedoso, logrando generar un entorno de motivación al uso y aplicación de la tecnología. Por esta razón en el año 2015 se creó el proyecto denominado "Proyecto Formación de Formadores en Robótica para Colegios en Áreas Vulnerables de Costa Rica", iniciativa conjunta de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional (UNA), el Instituto Costarricense sobre Drogas (ICD), y el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP)⁷.

El objetivo de este proyecto fue capacitar de manera presencial a dos profesores de 72 colegios en el área de la robótica educativa, haciendo uso de la herramienta de LEGO EV3. Posterior a la preparación, cada profesor implementó talleres

*irene.hernandez.ruiz@una.cr; phone 506 84379468; www.escinf.una.ac.cr

para sus estudiantes de secundaria con el fin de generar espacios donde ocuparan su tiempo libre en actividades positivas haciendo uso de la robótica educativa como un medio para lograrlo.

En las siguientes secciones se presentan la descripción de la población beneficiaria por regiones en Costa Rica, contenidos del curso, metodología utilizada, desarrollo de los talleres, modelos desarrollados, así como los resultados de los logros alcanzados durante los cinco años del proyecto, es importante rescatar también las lecciones aprendidas que pueden servir de insumo a otros proyectos de extensión universitaria.

2. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN BENEFICIADA

Costa Rica posee 51100 kilómetros cuadrados de territorio y según el Banco Mundial posee una población de 5 millones de habitantes, además tiene una tasa de alfabetización del 97,41%⁸. Lo anterior, manifiesta la gran importancia que tiene la educación para el país y la gran apertura para la creación de proyectos novedosos que le permiten a Costa Rica seguir manteniéndose como un líder en el área del sector educativo, generando opciones para motivar a las nuevas generaciones en el estudio de las tecnologías. Esto aunado a que el país se caracteriza por tener zonas francas con grandes empresas multinacionales que cada día requieren el recurso humano costarricense para incorporarse al área laboral.

Teniendo presente la importancia de la educación, se decidió tener presencia en todo el ámbito nacional y es por ello por lo que en la primera etapa se trabajó el Gran Área Metropolitana (GAM) y en una segunda etapa las sedes regionales de la Universidad Nacional⁹. La población beneficiada se describe a continuación:

2.1 Docentes capacitados

En la tabla 1, se presentan las zonas en las cuales se han capacitado docentes, encontrando que son iguales las cantidades de colegios fuera del GAM (36) como los colegios dentro de ella (36). Como puede observarse hay un total de 84 profesores hombres capacitados y 64 mujeres docentes capacitadas para un total de 148 docentes en todo el país, logrando procurar una equidad de género entre los docentes capacitados.

Tabla 1. Cantidad de docentes capacitados

ZONA	CANTIDAD DE INSTITUCIONES POR REGION	GÉNERO	
		Masculino	Femenino
Atlántica	12	17	10
Guanacaste	11	14	8
Sur	7	11	3
Zona Norte	6	6	7
Gran Área Metropolitana	36	36	36
Total	72	84	64

Es importante indicar que la selección de los colegios fue establecida por parte del Plan Nacional de Drogas, y se seleccionó a los docentes que tuviesen mayor facilidad de comunicación y trato con sus estudiantes.

El desarrollo del trabajo con los docentes de las zonas regionales se trabajó de forma intensiva, de esta manera se trabajó con ellos durante una semana completa y se logró obtener 5 grupos de trabajo diferentes en el país: zona Atlántica, zona Guanacaste, zona Sur, zona Norte y el Gran Área Metropolitana (GAM).

2.2 Estudiantes capacitados:

Según el último censo realizado a los docentes en enero del año 2019, se encontró que han capacitado a 4393 estudiantes, de los cuales 1762 han sido mujeres estudiantes y 2559 hombres estudiantes.

3. METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología utilizada con los docentes fue totalmente práctica y se incorporaron poco a poco los contenidos de programación generando modelos de robots básicos con una construcción muy intuitiva, ya que cada parte que se va armando permite dejar en evidencia la siguiente a construir, lo cual hace que se trabaje con prototipos prácticos de fácil comprensión.

Los contenidos tratados en la capacitación fueron: historia de la robótica, sistema robótico, fuente de poder (alimentación eléctrica), unidad de control, sensores, motores y otros dispositivos, metodologías para desarrollo de proyectos en el área de robótica, elementos para selección de hardware, selección de lenguaje de programación, selección de componentes del robot, construcción de modelos físicos, mecanismos (engranajes), pruebas de prototipos, competencias para la valuación de prototipo y el uso de la herramienta gratuita Lego Digital Designer “<http://idd.lego.com/es-ar/>”, la cual es una herramienta que permite diseñar modelos en gráficos 3D.

En la figura 1, se visualiza el modelo de robot seguidor de líneas diseñado con el programa LEGO Digital Designer, como se puede observar permite tener las diferentes piezas de LEGO en un entorno virtual y además genera un archivo para la creación del paso a paso del modelo a desarrollar.

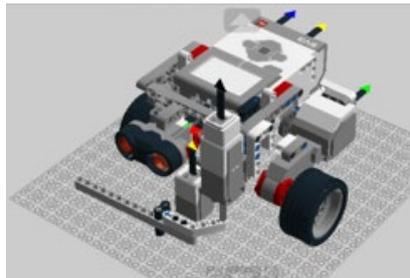


Figura 1. Modelo de robo seguidor de líneas. Fuente: elaboración propia

Para la programación se utilizó el lenguaje Lego Mindstorm Ev3, el cual es un entorno de programación gráfica, en la figura 2 se puede visualizar un componente gráfico con la ejecución de un programa sencillo que muestra en la pantalla del robot el nombre de una persona.

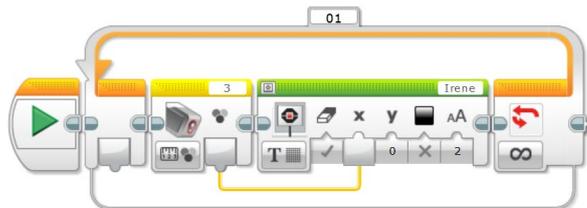


Figura 2. Lenguaje gráfico del entorno de Lego Mindstorm. Fuente: elaboración propia

Cada modelo desarrollado, se realiza pensando en la solución de un reto, de esta manera al finalizar la construcción y programación se genera un espacio para la competición entre los docentes. Logrando de una manera rápida que estos puedan poner a prueba su robot, analicen su comportamiento y puedan realizarle mejoras a su propio modelo.

Como principal recurso se creó un aula virtual para trabajar con cada uno de los profesores, el cual se encuentra ubicada en el sitio institucional de la Universidad Nacional “<https://www.aulavirtualep.una.ac.cr/login/index.php>”. De manera adicional se contó con un grupo cerrado en Facebook denominado “Formación de Formadores”, ambos recursos se realizaron para tener acceso a los materiales del curso y las prácticas elaboradoras para el mismo, así como la posibilidad de subir los modelos para ser evaluados por medio de la herramienta.

4. MODELOS DESARROLLADOS

1. Robot recolector de basura: es un modelo en el cual el brick (ladrillo) se encuentra de manera vertical sostenido con orugas¹⁰
2. Five minutes bot: es un robot el cual está diseñado para batallas medievales, consta de dos motores grandes para moverse, un sensor de tacto lado izquierdo y un sensor ultrasónico del lado derecho. El sensor de tacto se utiliza para poner un escudo y simula poseer cinco vidas. Si el escudo se activa le restará una vida y cuando llegue a cero el robot se detendrá. En el otro sensor tiene la funcionalidad de detectar a 15 cm si hay un obstáculo, si existe uno entonces el robot girará y avanzará hacia otra dirección.
3. Seguidor de Líneas: es un robot el cual tiene la funcionalidad de seguir una línea negra, este robot está elaborado con dos motores grandes, un motor mediano, un sensor de color y un sensor ultrasónico. El robot con el sensor de color tiene la capacidad de moverse sobre la línea negra. El sensor ultrasónico puede detectar objetos a 10 cm, si el robot detecta algún objeto se activa el motor mediano y este hace girar una palanca para quitar el objeto del frente.
4. Uso del robot con la aplicación del proyecto: es un robot básico el cual consta de dos motores grandes para la movilización, este robot es conectado mediante el bluetooth con la aplicación desarrollada en el proyecto haciendo uso de MIT App Inventor.

3. ACOMPAÑAMIENTO REALIZADO

Durante los cinco años en el que el proyecto se desarrolló, se logró realizar cinco grupos focales, uno en cada una de las zonas descritas en la tabla 1. El grupo focal se define “como una discusión cuidadosamente diseñada para obtener las percepciones de los participantes sobre un área particular de interés”¹¹, “los grupos focales permiten al investigador captar los comentarios subjetivos y evaluarlos, buscando proveer un entendimiento de las percepciones, los sentimientos, las actitudes y las motivaciones”¹². En estos grupos focales se compartió con los profesores y se realizó un seguimiento del trabajo hecho por ellos en sus instituciones, en la figura 4 se visualiza una fotografía tomada en el Campus de Liberia “<https://pfonsecalice.jimdo.com/>”.



Figura 4. Grupo focal realizado en Liberia

En los grupos focales se les pidió a los docentes que realizaran un video con la participación de los estudiantes y las vivencias en los talleres.

Parte de los contenidos realizados con los grupos focales se encuentran en el grupo de Facebook, el cual se creó para que los docentes realizaran consultas, colocaran materiales, fotografías y de esta manera documentaran los talleres realizados. En la tabla 2, se visualiza la frecuencia de participación por parte de los docentes capacitados del proyecto. Se observa que las mujeres docentes han tenido un mayor número de publicaciones tanto en fotografías, videos y enlaces que los hombres.

Tabla 2. Frecuencia de publicación por género y tipo de publicación

Frecuencia de publicación			
Género	Fotos	Videos	Links
Masculino	52	15	7
Femenino	57	17	15

4. RESULTADOS

Los resultados del proyecto pueden darse en tres grandes grupos: las actividades realizadas en el proyecto, los logros realizados por los docentes y los logros obtenidos en los estudiantes.

4.1 Actividades realizadas en el proyecto:

Se trabajó en dos Olimpiadas Nacionales, la primera se realizó en el año 2017, en la cual participaron 25 colegios y 202 estudiantes (56 mujeres lo que representa un 28% y 146 hombres lo que corresponde a un 72%). En la segunda participaron 35 colegios (pertenecientes a la GAM y fuera de ella), 245 estudiantes (51 mujeres estudiantes lo que representa a un 20,81 % y 194 hombres estudiantes lo que representa a un 79,18%)

Tabla 3. Cantidad de equipos participantes en las olimpiadas 2017 y 2019

Categoría	Descripción	Equipos año 2017[8]	Equipos año 2019
Regular	Circuito que recorre el robot con un seguidor de líneas y debe derribar obstáculos	15	15
Fútbol IV	Competencia de dos robots contra dos robots haciendo uso de la app del proyecto	5	9
Justas Medievales	Competencia entre varios robots donde cada uno tiene 5 vidas y la competencia finaliza cuando quede un robot una vida	23	25
Apps	Circuito que realiza el estudiante con la app del proyecto	12	16
Open	Presentación de un proyecto innovador por parte de los estudiantes	6	7
Equipos Inscritos		61	72

Por otra parte, se ha brindado acompañamiento a los docentes capacitados mediante 15 visitas de parte del proyecto a los colegios. En estas actividades se logró compartir la experiencia y realidad de cada docente dentro de la institución, además, se logró conversar con los estudiantes que han recibido las capacitaciones por parte de los docentes.

4.2 Actividades realizadas por los docentes:

Los docentes del proyecto han atendido estudiantes con el síndrome de Asperger y con problemas para socializar, originando que estos compartan con sus compañeros.

Algunos estudiantes de diferentes colegios han realizado solicitudes de “horas club” a sus directores, estos valoraron la solicitud y se aprobó que en 24 colegios se brindara de una lección a cuatro lecciones para la apertura de tales clubes. Debido al interés hacia el proyecto, en varios colegios se asignó mayor espacio físico para el laboratorio de robótica. Este es el caso, del Colegio de Calle Fallas, al cual se le asignó un segundo piso destinado para el uso del equipo de robótica. El Colegio Cot de Cartago y el Liceo Luis Dobles Segreda, cuentan con un espacio específico para trabajar con los estudiantes.

Los docentes han organizado 25 visitas a la Escuela de Informática de la Universidad Nacional como giras educativas,

permitiéndoles a los estudiantes conocer acerca de estudios universitarios en el área de informática. “Motivar exitosamente a los estudiantes de bajo rendimiento puede ayudar a reducir las tasas de retención y abandono en los centros educativos”¹³.

El colegio de Tabarcia mostró el interés de realizar una Mini Olimpiada de Robótica en la cual invitaron a 2 colegios más a participar. En total se contó con 12 equipos formados por tres personas cada uno, para un total de 36 estudiantes. La Mini Olimpiada contó con el apoyo de los docentes capacitados y de personal del proyecto para la generación del reto.

En el colegio Mario Vindas se encuentra el material del proyecto de robótica dentro del sitio web de la institución con el fin de que toda la población estudiantil tenga acceso.

En el colegio Maurilio Alvarado el docente en conjunto con sus estudiantes realizó un canal de YouTube “https://www.youtube.com/channel/UCGelBwAoeqblL5sCzwFaJUA?view_as=subscriber”, el cual logró tener una participación estudiantil activa y permitió dar a conocer los conocimientos aprendidos por los estudiantes.

Se han generado comunidades de trabajo, como el caso de los colegios Nocturno y Diurno de Río Frío, los cuales comparten espacio físico y por un tema de horario y gran demanda de participación estudiantil se lograron habilitar canales para el aprendizaje de la robótica, los cuales son aprovechados por los estudiantes.

4.3 Resultados por parte de los estudiantes.

Una estudiante de la Zona Atlántica aprobó los exámenes de ingreso a la Universidad Nacional y actualmente es estudiante de la Escuela de Informática.

Como parte del seguimiento a los docentes y a los estudiantes, se desarrolló el 27 de setiembre del 2019 el Encuentro Nacional de Robótica, en el cual participaron 200 estudiantes de 35 colegios pertenecientes al proyecto y se les realizó una encuesta física. Esta encuesta fue completada por 186 estudiantes, de los cuales 42 son mujeres (22,5%) y 144 hombres (77,5%).

Entre las razones por las cuales a los estudiantes les gustó participar en estos talleres están:

Tabla 4. Razones por las cuales les gusta continuar con los talleres

Razones por las cuales si le gustaría continuar con los talleres	Frecuencias
Aprender más	4
Es divertido y emocionante	8
Es muy interesante	3
La robótica en si es un buen taller	1
Me atrae mucho	1
Me ayuda a concentrarme más y desestresarme	2
Me gusta	2
Para disfrutar y vacilar	2
Por lo entretenido y productivo	1
Por motivación	2
Porque es un "plus" en mi especialidad (Electrónica Industrial) para la parte de Sistemas de Información	1
Porque es un gran medio de distracción	1
Porque me apasiona y me gustaría seguir aprendiendo	1
Porque me ayuda mucho a distraerme	1
Porque me encanta la robótica	2
Porque me parece un taller muy creativo	1
Porque siento que tengo capacidad	1
Porque son bonitos	1

Porque son muy atractivos	1
Son muy buenos	2
Tener un pasatiempo mejor	1
Ya que me siento a gusto armando y programando	1

7. CONCLUSIONES

La mística y compromiso los docentes de la Universidad Nacional pueden vincularse a la sociedad en proyectos específicos, prestando un servicio útil y necesario a los jóvenes. La cual puede ser realizada de forma exitosa con otras instituciones del país.

La innovación en el tema de proyectos es siempre bien vista y los docentes apoyan este tipo de experiencias.

Este proyecto potencializa habilidades y motiva a los docentes de secundaria (sin necesidad de ser informáticos) para lograr actividades que favorecen la educación de sus estudiantes.

En este proyecto queda la evidencia que los estudiantes participan de estas actividades cuando son atractivas para ellos, y esto se logró con la convocatoria a las dos olimpiadas realizadas.

Estos proyectos ayudan a tener una equidad de género entre los estudiantes de secundaria porque la robótica educativa y la colaboración de los docentes hacen que estos conocimientos sean para todos sin importar su género.

REFERENCIAS

- [1] Leliwa, S., “Sujetos, subjetividad y tecnologías”. (2005). https://cedoc.infod.edu.ar/upload/Leliwa_Susana_CEDOC_.pdf.
- [2] Banchoff, C., “ProBots3D: Programming robots in3D. An open source tool to teach programming to children and young people.” (2018). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67659>.
- [3] Del Mar, A., “Planificación de actividades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y tecnología a través de la Robótica Pedagógica con enfoque CTS”. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas (2006). <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ6345.pdf>.
- [4] Borgnakke, K., “Ethnographic studies and analysis of a recurrent theme: Learning by Doing”. European Educational Research Journal, 3 (3), 539-565(2004).
- [5] Arlegui, J., Pina, A., “Didáctica de la Robótica Educativa, Un enfoque constructivista”, España. DEXTRA. (2016)
- [6] Pittí, K., Curto, D., Moreno, V., “Experiencias constructoras con robótica educativa en el centro internacional de tecnologías avanzadas”. EvSal Revistas. vol. 11, n1. Universidad de Salamanca (2010)
- [7] Fonseca, P., Hernández, I. “Training of robotic trainers for schools in vulnerable areas of Costa Rica: Use of ICT to help Costa Rican youth avoid drug use” CLEI ISBN: 978-1-5386-3057-0. DOI: 10.1109/CLEI.2017.8226421 (2017).
- [8] Banco Mundial (2019). <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.ADT.LITR.ZS>
- [9] Fonseca, P., Hernández, I. “The Regionalization of a University Project of educational robotics to Help Costa Rican Youth to Avoid Drug Consumption DOI: 10.1109/CLEI47609.2019.235061 Electronic ISBN: 978-1-7281-5574-6 (2018) <https://dblp.org/db/journals/cleiej/cleiej22>
- [10] Fonseca, P., Hernández, I. “The experience of implementing the Intercollegiate Educational Robotics Olympiad within the framework of the Training of Trainers in Vulnerable Areas Project in Costa Rica”. CLEI electronic journal, Volume 22 (2020).
- [11] Krueger R., “El grupo de discusión. Guía práctica para la investigación aplicada”. Madrid: Pirámide, (1988).
- [12] Edmunds, H. The focus group, Research Handbook. Chicago: NTC Business books (1999)
- [13] Charlotte, J., “Cómo motivar a los estudiantes de bajo rendimiento”, Ehow Español, 15 mayo 2018, (9 agosto 2020). https://www.ehowenespanol.com/como-motivar-a-los-estudiantes-de-bajo-rendimiento_13143559/

