



## El Acercamiento de la Robótica Educativa a Estudiantes de Primaria y Secundaria de Costa Rica, Como una Forma de Disminuir la Brecha Tecnológica

Pedro Fonseca Solano  
Universidad Nacional  
Costa Rica  
[pedro.fonseca.solano@una.cr](mailto:pedro.fonseca.solano@una.cr)  
Irene Hernández Ruiz  
Universidad Nacional  
Costa Rica  
[irene.hernandez.ruiz@una.cr](mailto:irene.hernandez.ruiz@una.cr)

**Resumen:** En este artículo, se presenta la experiencia de un grupo de docentes de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional en acercar la robótica educativa a los jóvenes de primaria y secundaria en regiones dentro y fuera de la gran área metropolitana de Costa Rica.

Actualmente, esta unidad académica cuenta con 30 equipos de robots Lego NXT MINDSTORMS donados<sup>1</sup> en el año 2012 por parte de la compañía Lego de Dinamarca. Con estos equipos se trabajó con grupos del curso Fundamentos de Informática para mejorar el aprendizaje en lenguajes de programación. Sin embargo, se presentaron solicitudes de colegios y escuelas interesadas en esta tecnología. De esta forma nace la iniciativa de docentes de la Escuela de Informática para fortalecer el área de extensión.

**Abstract:** In this article, we present the experience of a group of teachers from the School of Informatics of the National University in bringing education robotics to primary and secondary school students in regions inside and outside the greater metropolitan area of Costa Rica. Currently, this academic unit has 30 teams of Lego NXT MINDSTORMS robots donated in 2012 by the Lego Company of Denmark. With these teams we worked with groups of the course Fundamentos de Informática to improve the learning in programming languages. However, requests were made from schools and schools interested in this technology. In this way the initiative of teachers of the School of Informatics was born to strengthen the extension area.

---

<sup>1</sup> Esta donación se dio, gracias al intermedio del director en esa época, el Dr. Francisco Mata Chavarría.



**Keywords:** robot, NXT **MINDSTORMS**, **Learning by Doing**

**Palabras claves:** robot, NXT **MINDSTORMS**, **aprender haciendo**

### 1. Introducción:

En el último informe de las metas obtenidas por la ONU sobre el cumplimiento de las metas del milenio, se afirma que al acceso a las nuevas tecnologías, que ha crecido enormemente desde el año 2000, aunque persiste la brecha digital entre los países ricos y pobres, al punto que sólo el 35% de la población en el mundo en desarrollo utiliza Internet (ONU, 2015).

Por otra parte, se cree que El sector TIC global superará en el 2016 los \$7,4 billones y el crecimiento mundial del Cloud Computing (computación en la nube) crecerá un 20% anual entre el 2016 y el 2020 (Diario La Nación, 2016).

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 educativa (Borgnakke, K. 2004).

Algunos casos acerca de ejemplificaciones en el uso de la robótica en América Latina son: Mundo robótica, es una plataforma en la aplicación de la robótica en la educación. Se creó en 2008, en alianza con el Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, con el objetivo de fomentar el uso de la robótica en el aula de clase como una herramienta de aprendizaje (Bravo, 2012).

Para ello desde el equipo de trabajo de la Escuela de Informática, nace la iniciativa de lograr esta actividad haciendo uso de los Lego MindStorms como detonante para la práctica, introducción a la programación y a la robótica.

### 2. Estrategia de Trabajo:

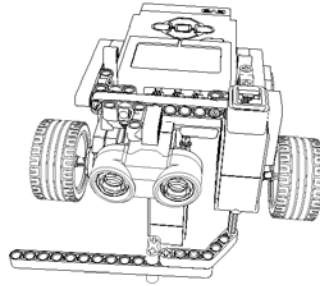


En el desarrollo de la iniciativa de robótica, se determinó que se debía trabajar con un claro plan de trabajo. En el cual se incluyeran aspectos como:

- Metodología 100% práctica: en este aspecto se recalca la importancia para los jóvenes de aprender ellos mismos a construir su conocimiento. Por lo tanto, la metodología utilizada es totalmente práctica, donde los temas de programación y uso de los sensores se van profundizando al momento en que se ocupen durante el ejercicio. Esto le permite al estudiante entender la razón por la cual se utiliza un componente u en la construcción de un modelo de robot para resolver un problema que implique diseño, programación uso de motores y sensores.
- Abordaje Pedagógico: este se basa en la construcción de modelos de robots que le permita guiar al niño o joven durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de una manera lúdica y los modelos conforme se van construyendo dan pistas de los que sigue, respetar el ritmo de aprendizaje de cada grupo de estudiantes por medio de guías didácticas que los llevan paso a paso en la construcción del modelo, además de crear un ambiente positivo y de estímulo lo menos parecido a una aula tradicional.
- Generación de modelos 3D en LDD: Se construyen modelos con la herramienta de software de Lego Digital Designer, es una herramienta de Lego Group, que además es gratuita y se puede descargar en el siguiente link <http://ldd.lego.com/en-us/download>. Durante el curso se desarrollaron varios modelos de robots 3D y su homólogo físico, esta herramienta la sugerimos para todas aquellas personas que deseen incursionar en el mundo del diseño 3D y que también el acceso para adquirir un kit físico no sea posible, de esta manera pueden construir modelo LEGO o crear sus propias invenciones y compartirlas en la Lego Gallery.
- Investigación: hemos realizado investigación dentro de la línea de generación de nuevo conocimiento y ver otras posibilidades, por ejemplo la incursión en mundos virtuales en el área de robótica como Robotics Toolkit, donde se puede crear un modelo de robot lego y programarlo en un “mundo virtual” a un costo accesible.

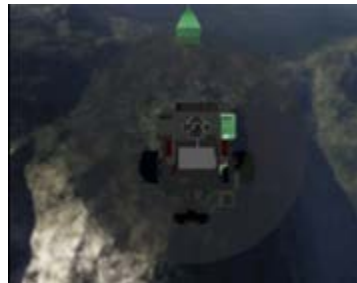


### Imagen 1. Robot en LDD



**Fuente: Propia**

### Imagen 2. Mundo Virtual

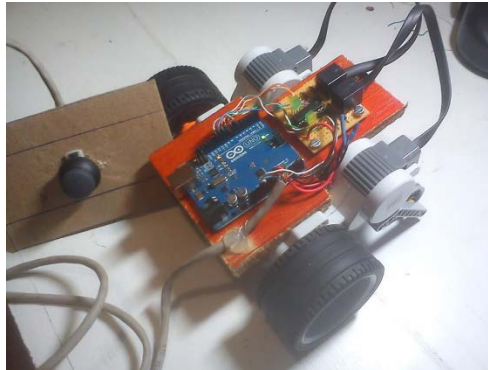


**Fuente: Propia**

- También con la plataforma Arduino (entorno para desarrollo de prototipos electrónicos de código abierto basada en hardware y software que nos permitió crear un robot llamado Franky que usa el Arduino como controlador y motores Lego y con un joystick se mueve. Este entorno está pensado para que personas interesadas en desarrollar prototipos robóticos, puedan diseñar ya sea como hobby o para algún proyecto, sistemas donde se puede interaccionar entre hardware y software, para controlar sensores y dispositivos y que también los pueden controlar desde un teléfono celular.



### Imagen 3. Robot Franky Arduino y motores LEGO



Fuente: Propia

- Con la plataforma gratuita del Instituto Tecnológico de Massachussets APP INVENTOR, se crear apps para controlar los robots de Lego y también con Arduino, se trata de un entorno basado en bloques scratch, donde viene los diferentes estructuras de programación y las conexiones para bluetooth, motores y sensores.

### Imagen 4. APP Desarrollada



Fuente: Propia

3. Objetivo principal y objetivos específicos:



Dentro del desarrollo de esta iniciativa, siempre se determinó como objetivo principal: acercar la robótica educativa a los jóvenes de primaria y secundaria en regiones dentro y fuera de la gran área metropolitana de Costa Rica.

Objetivos específicos:

- a. Promover a través de la robótica educativa el interés de los jóvenes en temas relacionados con la ciencia y la tecnología.
- b. Dar a conocer las posibilidades que tienen los jóvenes para desarrollar su creatividad en el área de la tecnología.
- c. Fomentar en los jóvenes la metodología de aprender haciendo.
- d. Llevar la tecnología fuera del gran área metropolitana.
- e. Dar a conocer parte del trabajo de extensión universitaria que se realiza en la Escuela de Informática.
- f. Hacer uso de la metodología de gamificación.
- g. Facilitar el aprendizaje de la programación de computadoras.

4. Descripción del equipo utilizado:

Actualmente, esta unidad académica cuenta con 30 equipos de robots Lego NXT MINDSTORMS 9797, compuesto vigas, clavijas, conectores, ladrillos, componentes electrónicos: Ladrillo programable de 8 puertos, 4 para sensores, 3 para motores y un puerto USB, el cual se programa por medio del software NXT-G de la Lego Group, que es un lenguaje visual de bloques, que le permite a los usuarios conocer las diferentes estructuras de programación como decisiones, ciclos, interruptores, variables entre otros de una manera práctica y visual. Los bloques son como funciones o como un objeto con atributos y que cada uno tiene un método asociado por ejemplo para mover motores:

- A. Desarrollo de materiales para la creación de modelos de robot educativos: para ello se diseñó manuales para la generación de inventario físico de las piezas y construcción paso a paso de los modelos de robots.

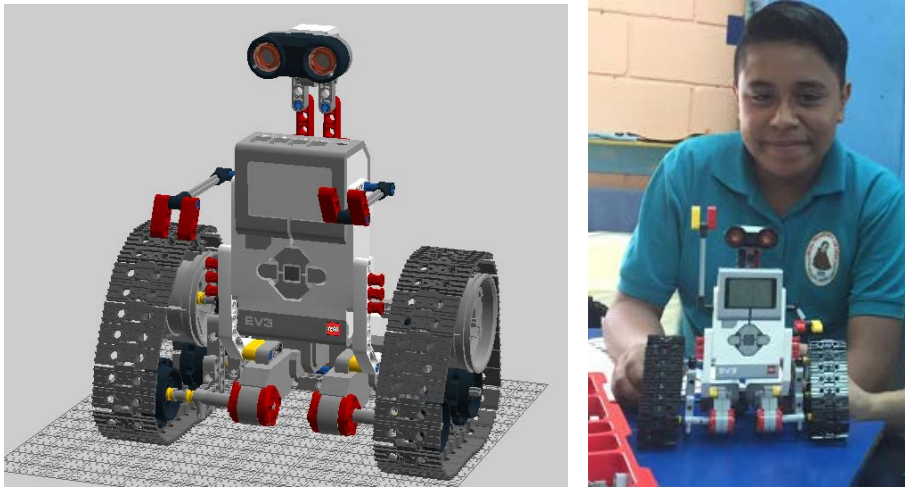


- B. Prueba de los modelos de robot educativos, desarrollo de un protocolo de visita para la atención. De esta manera se genera para una solicitud de una gira a la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, un protocolo para la atención de los estudiantes según el modelo de robot a desarrollar versus el tiempo de la visita.
  
- C. Giras a instituciones, desarrollo de talleres con la explicación de conceptos básicos de robótica. Dentro del marco de la robótica educativa en la Escuela de Informática de la Universidad Nacional, surgen solicitudes para que los docentes puedan ir a algunas instituciones a brindar su conocimiento sobre este tema a los jóvenes.
  
- D. Competencia de robots entre grupos para desarrollar y estimular la creatividad y las habilidades de los jóvenes. Se determinó que al finalizar cada uno de los talleres, los conocimientos aprendidos era mejor probarlos con competencias para que los jóvenes puedan interactuar con sus compañeros y darse cuenta del comportamiento del robot generado por ellos mismos. Originando de esta manera una competencia sana entre los estudiantes y confianza en el tipo de desarrollo que están haciendo en el área de robótica educativa.
  
- E. Evaluación para determinar el aprendizaje y el impacto de esta actividad, para estos talleres siempre se considera importante analizarse y evaluar las actividades. Por lo anterior, se le pide a los estudiantes y docentes indiquen si tienen alguna crítica constructiva para la generación de mejoras a los talleres de robótica.
  
- 5. Tipo de construcción: durante los talleres se escogen diferentes modelos según la población a ser atendida, estudiantes de primaria o estudiantes de secundaria, entre los diferentes modelos desarrollados se encuentran: un robot seguidor de líneas, un robot con garra para transportar vasos, un robot para competencias. A continuación, se presenta un robot desarrollado en el curso, el cual permite con



un sensor de ultrasonido, desplazarse hasta encontrar un obstáculo (pared, mesa):

**Imágenes 5 y 6 .Modelo 3D fue creado en Lego Digital Designer y al lado el modelo físico.**



**Fuente: Propia**

Herramientas de Acceso: se cuenta con un sitio web de consulta y descarga del material y con ejemplos, los cuales son muy útiles al momento de brindar el taller.

**Imagen 7. Sitio Web**



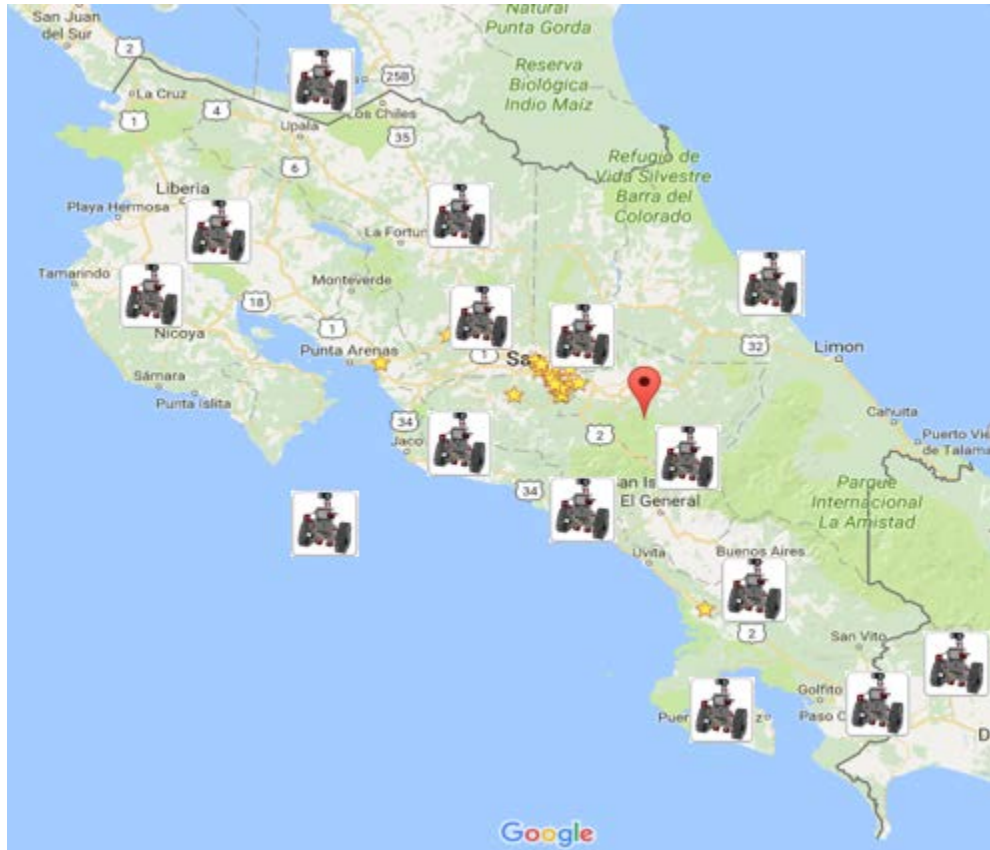
**Fuente: Propia**

6. Alcance del proyecto a nivel nacional: actualmente los talleres se han brindado en todo el territorio de Costa Rica, he incluso se ha trabajado en las fronteras con Nicaragua y con Panamá. A continuación se muestra un mapa del mismo:





## Imagen 8. Mapa de Costa Rica y los lugares que se han impartido talleres de robótica



Fuente: Propia

### 7. Logros

Entre los principales logros de esta iniciativa durante los años 2012 hasta la actualidad son:

- Giras: La cantidad de giras realizadas por los docentes 200.
- Cantidad de estudiantes atendidos: 3000 estudiantes aproximadamente.
- Credibilidad: gracias a las actividades desarrollada se logra que otras instituciones públicas se interesen en el área de robótica para los jóvenes,



como lo son: el Instituto Costarricense sobre Drogas, El Ministerio de Educación Pública y LEGO DINAMARCA.

- Equipo y capacitación para 72 colegios para un total de 144 profesores

#### 8. Conclusiones:

- El estudiante capacitado aprende a programar en forma sencilla y amena, haciendo uso del equipo Lego y jugando con las diferentes competencias que se realizan durante el taller.
- Se ha logrado atender a 440 estudiantes de primaria y secundaria, correspondiente a 40 centros educativos, de los cuales el 50% corresponde a centros educativos están lejos del área metropolitana. Esto genera un gran impacto ya que se logra llegar a poblaciones rurales que tienen otra condición de acceso y se logra disminuir la brecha de tecnología en el área de robótica. Además, de que genera en los jóvenes un interés por aprender a programar y por tener un conocimiento en el área de las Tecnologías de Información y Comunicación.
- Los estudiantes aprenden el arte de diseñar modelos de robot mediante el trabajo caracterizado por el juego, de esta manera se despierta en ellos la creatividad y el diseño de nuevos modelos los cuales permiten ser probados y ser aplicados en los diferentes retos.
- Se le ha brindado capacitación tanto en el entorno físico como el virtual donde el estudiante no requiere de un robot físico para poder programar. Este tipo de entornos de trabajo, le permite al estudiante tener a mano en forma digital el conjunto de pasos, que puede utilizar una y otra vez en caso de que se le olvide un paso esencial de la construcción. Originando entonces que los estudiantes no se vea frustrado en el momento de construir un modelo específico.
- La motivación de la actividad ha permitido que en al menos 3 instituciones han adquirido de este tipo de herramientas tecnológicas mediante las juntas directivas y el apoyo de los padres de familia. Esto origina que se presente una unión dentro de la institución para conseguir recursos educativos que



beneficien a la educación costarricense en el ámbito de la educación de las tecnologías.

#### 9. Referencias bibliográficas:

- Bravo, F., Forero. A, 2012. "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y el desarrollo de competencias generales". Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. P. 122. Enlace: <http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390007.pdf>
- Borgnakke, K. 2004. "Ethnographic studies and analisis of a re current theme: Learning by Doing". European Educational Research Journal, 3 (3), 539-565
- Diario La Nación, 2016, Brecha Digital. Enlace: [http://www.nacion.com/opinion/foros/brecha-digital\\_0\\_1565643428.html](http://www.nacion.com/opinion/foros/brecha-digital_0_1565643428.html)
- ONU, 2015. Informe sobre brechas en el Cumplimiento de las metas del Milenio. Enlace: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-onu-presenta-ultimo-informe-sobre-brechas-en-el-cumplimiento-de-las-metas-del-milenio/>
- Sitio Web de Lego: <http://idd.lego.com/es-ar/download/>
- Sitio del Proyecto: <http://pfonsecalice.jimdo.com/robótica/ev3/>