



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

## **La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica**

JIMÉNEZ, M.; CERDAS, R.

## **La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica**

### **Educational robotics as promoting agent of the study, by the science and technology in the Atlantic region of Costa Rica**

*M.Sc. Maynor Jiménez Castro*

*Universidad de Costa Rica*

[mynor.jimenez@ucr.ac.cr](mailto:mynor.jimenez@ucr.ac.cr)

*M.B.A. Rosa Julia Cerdas González*

*Universidad de Costa Rica*

[rosa.cerdas@ucr.ac.cr](mailto:rosa.cerdas@ucr.ac.cr)

#### **Resumen**

El siguiente artículo destaca la importancia de la utilización de la robótica educativa para motivar e incentivar el interés por el estudio de la ciencia y la tecnología en sectores de la población rural con limitado acceso a las tecnologías de información y comunicación (TIC). Así mismo, se resaltan las bondades de esta disciplina en el marco de la educación abierta impulsados a través de proyectos de acción social inscritos en la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica e implementados en las regiones de Pococí y Turrialba, en centros de educación primaria y secundaria públicas de Costa Rica. Además, se describe la metodología y resultados obtenidos en la implementación del proyecto desarrollado en este marco durante el periodo 2012.

De la misma manera, en este documento se destaca el uso de la robótica educativa en la educación general básica de Costa Rica y su aplicación en centros educativos universitarios, planteando algunos retos para la educación secundaria y superior en términos de atender las demandas de formación profesional que requiere el país con miras a lograr una participación más activa de la sociedad en el desarrollo económico y social de la región.

**Descriptores:** Robótica educativa, tecnologías digitales, ciencia y tecnología, educación básica, desarrollo científico, desarrollo tecnológico

**Abstract**

The following article shows the importance of using educational robotics to motivate and stimulate interest in the study of science and technology sectors of the rural population with limited access to information and communication technologies (ICT).

Furthermore it also highlights, the benefits of this discipline in the context of open education promoted through social action projects registered at the Atlantic Sede of Universidad de Costa Rica and implemented in the regions of Pococí and Turrialba at public primary and secondary education in Costa Rica. In addition, the methodology and results of the implementation of the project in this framework during the period 2012 are described.

Also, this document stands the use of educational robotics in the basic education of Costa Rica and its application at university level, posing some challenges for secondary and higher education in terms of facing the demands of vocational training the country needs to achieve a more active participation of society in economic and social development of the region.

**Key Words:**

Educational Robotics, digital technologies, science and technology, basic education, scientific development.

**1. Introducción**

En este artículo se describen algunos resultados de las más recientes investigaciones sobre la importancia que tiene para el país, generar una cultura científica y de innovación tecnológica, promovida desde varios sectores. En particular se hace referencia a la responsabilidad que tiene el sector educativo de educación general básica, pero también, a la participación que tiene el nivel de educación universitaria. De esta manera, se plantean los esfuerzos que ha realizado el país desde la incorporación de las computadoras en el campo educativo, hasta las iniciativas que se han desarrollado recientemente, generando ambientes educativos innovadores y de importante impacto.

Es relevante tener en cuenta que “las capacidades tecnológicas e innovadoras de un país contribuye a resolver desafíos sociales, económicos, y ambientales” (Programa Estado de la Nación, 2014, pág. 37) y que por ende, la utilización eficiente de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en áreas sustantivas como educación, salud y gobernabilidad, será vital para fortalecer la inclusión social, lo que deja en evidencia una alerta para cambiar ciertos comportamientos estatales que no están dirigidos hacia este logro. Un ejemplo de esto, lo muestra la titulación

universitaria pública y privada, en la cual sólo el 8,8% corresponde al área de Ingenierías y un 8,6% a las Ciencias Básicas.

Esto evidencia la necesidad de motivar el estudio por las ciencias y la tecnología desde muy tempranas edades, de manera que los niños, niñas y jóvenes puedan tener un acercamiento agradable con la aplicación directa de la ciencia, la matemática y la computación, en un ambiente lúdico a través del juego, al utilizar recursos de LEGO MINDSTORMS, para construir soluciones a problemas típicos de la vida diaria, como una alternativa.

Esto ha motivado a la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica a inscribir un proyecto de acción social, con miras a acercar a las regiones rurales del Caribe Norte de Costa Rica a la tecnología, promoviendo talleres de robótica educativa a través del proyecto “Clubes de Robótica”.

En este documento se describe en qué consiste esta iniciativa regional, y se muestran algunos resultados de la puesta en marcha durante el año 2012 en una escuela primaria y dos colegios de secundaria de la región de influencia de la Sede Universitaria.

La investigación preliminar, demuestra que es posible generar motivación e interés por buscar soluciones tecnológicas a problemas comunes y esto incentiva el aprendizaje y la investigación, así como, el realizar trabajar en equipo, desarrollar la creatividad y el intercambio de ideas en un marco de respeto mutuo.

Por último, se hacen algunas recomendaciones sobre todo para acercar a las comunidades rurales al disfrute de las TIC, a través de iniciativas que puedan ser planteadas por acompañamientos interuniversitarios.

## **2. Educación Científica y Tecnológica en la Educación General Básica y Diversificada de Costa Rica**

Para analizar este tema, se describen los avances que ha realizado Costa Rica en materia de Educación Científica en el sistema básico de la educación costarricense y por otro lado, se describen los referentes históricos del uso de las Tecnologías de Información y Comunicación en la Educación, que brindan el sustento teórico del desarrollo del proyecto de robótica educativa denominado “Clubes de Robótica”, implementado en la región Caribe de Costa Rica.

### **2.1 Promoción de la Educación científica y tecnológica en el país**

En los últimos años Costa Rica ha cambiado su modelo de producción, dando paso a productos y servicios que muestran grandes cualidades en el aspecto tecnológico; las exportaciones de alta tecnología y desarrollo de software han superado las exportaciones de productos tradicionales y el país ha iniciado un esfuerzo por impulsar

estos sectores (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2011). Como fue indicado en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, “para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico” (Declaración de Budapest, 1999).

El derrotero que apunta al desarrollo económico del país, parece estar claro, sin embargo los esfuerzos por darle mayor empuje a la industria científica y tecnológica todavía es insuficiente. Según se indica, en Costa Rica la inversión en Investigación y Desarrollo alcanzó un 0,57% del Producto Interno Bruto (PIB), en el año 2012, cuando países con características similares invirtieron cerca del 1% (Programa Estado de la Nación, 2014).

En el caso de la educación primaria y secundaria, la promoción por la generación de una cultura científica en los niños y jóvenes, también es insuficiente. Este sector se puede analizar contemplando los esfuerzos realizados por el MEP en la creación de los Colegios Científicos Costarricenses (CCC); los cuales se fundaron a finales de los años ochenta, como un esfuerzo conjunto entre Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), el MEP y las Universidades Públicas, para preparar de manera integral, a jóvenes entre los 15 a 18 años de educación diversificada, perfilados a seguir estudios universitarios, y para los cuales la oferta educativa se centra en la adquisición de conocimientos sólidos y habilidades en los fundamentos de las matemáticas, la física, la química, la biología y la informática (BARRANTES, 2012).

La implementación de estos centros educativos ha sido muy exitosa y con frecuencia los estudiantes de esta modalidad de educación, participan en concursos nacionales e internaciones sobre Física, Química, Biología y Matemática obteniendo grandes reconocimientos en la comunidad científica nacional e internacional. A pesar de esto, los CCC no alcanzan el 1% de la población total de estudiantes dado que su metodología de trabajo solo contempla la matrícula anual de 30 estudiantes por nivel (décimo año y undécimo), que han sido previamente seleccionados de un examen de admisión que solo puede realizar aquellos estudiantes que ha demostrado buena conducta y un excelente nivel académico en los tres primeros años de educación secundaria.

Otro de los mecanismos que ha establecido el MICITT en colaboración con el MEP y las Universidades Públicas para impulsar la cultura científica en la educación general básica, ha sido la implementación de las ferias científicas en todas las escuelas y colegios del país; estos son eventos que se desarrollan en el marco del Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología (PRONAFECYT), el cual tiene como objetivo general,

promover un cambio cultural en favor de la ciencia, la tecnología y la innovación, a partir del desarrollo del conocimiento científico, donde niños, niñas y jóvenes emprenden procesos de indagación e investigación de un hecho, evento o fenómeno natural, social o cultural, para el logro de una formación integral (MICIIT, 2014).

Las investigaciones realizadas en estas ferias, se clasifican según el nivel educativo del estudiante y las categorías establecidas por el PRONAFECYT, dentro de las cuales se mencionan:

- Experiencias Científicas en Educación Preescolar
- Monografías
- Demostraciones de principios y procesos científicos o tecnológicos
- Proyectos de Investigación Científica
- Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico

De esta manera el PRONAFECYT, ha asumido el compromiso de apoyar el desarrollo de la educación científica y tecnológica de las niñas, niños y jóvenes, promoviendo y motivando el desarrollo de las vocaciones científicas y tecnológicas, brindando herramientas que permiten abrir un espacio en el sistema educativo costarricense para asumir el reto de la educación por medio de los procesos de investigación.

Adicionalmente a estos dos grandes esfuerzos realizados en el país, se suman actividades periódicas que organizan generalmente, Universidades Estatales, Privadas y Organizaciones sin fines de lucro, con el interés de incentivar el estudio por la ciencia y la tecnología. Entre ellas se pueden citar iniciativas como las Olimpiadas Nacionales de Robótica, el Robotifest (Concurso nacional de robótica de tecnología abierta de la UCR), entre otras.

## **2.2 Uso de las TIC en la Educación General Básica**

Como se ha descrito anteriormente, el interés del país por apostar al mejoramiento de la educación, condujo a impulsar políticas como las establecidas por el MICIIT, MEP y Organizaciones sin fines de lucro, que aunados a los esfuerzos realizados por la educación universitaria y otras entidades gubernamentales; sin duda han contribuido para que Costa Rica sea considerada un país atractivo para el desarrollo de inversiones en alta tecnología, dada la preparación de los profesionales y el bajo costo de sus servicios (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2012) y (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2011).

De igual forma, según se ha publicado en el Foro Económico Mundial 2013-2014, Costa Rica aparece en el primer lugar en América Latina en innovación, educación superior, adopción de tecnología y sofisticación empresarial. A pesar de estos resultados, el más reciente informe del Estado de la Ciencia, La Tecnología y la Innovación, alerta sobre, “bajas competencias técnicas de las y los jóvenes en las disciplinas de Matemáticas y Ciencias, lo que ciertamente, ha restringido, y restringirá, la disponibilidad de personal científico y técnico en los estadios superiores de formación académica”(Programa Estado de la Nación, 2014, pág. 47). Este hecho se sustenta en los resultados obtenidos por los estudiantes de segundo y tercer ciclo de la educación general básica, en las pruebas de diagnóstico aplicadas por el Ministerio de Educación Pública y el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), donde se demuestran niveles mínimos de habilidades matemáticas y científicas, lo que según el mismo informe, sugiere mejorar las competencias para

implementar con éxito los nuevos programas de estudio de las matemáticas en primaria y secundaria. Así mismo, este Primer Informe, hace un llamado a mejorar la formación inicial y continua de los docentes, los recursos didácticos y la infraestructura, para subsanar en parte las falencias detectadas.

Esta alerta, hace pensar que la educación primaria y secundaria estatal, requieren de acompañamientos de diversos sectores públicos y privados, a su vez que se invierta en la construcción de más centros educativos científicos y técnicos, y se promuevan más actividades formativas de corte científico y tecnológico. Adicionalmente, la situación se agrava en las regiones ubicadas fuera del Gran Área Metropolitana (GAM)<sup>1</sup>, las cuales según, el IV Informe del Estado de la Educación (2013), cuando se analiza el Índice de Situación Educativa (ISE)<sup>2</sup>, se refleja una brecha digital importante entre la región Central y las demás regiones del País. En particular, cuando se refiere a la cobertura del Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE-MEP-FOD), la región Caribe Norte presenta dos condiciones: en primaria la cobertura se encuentra entre el 40% y 60%, mientras que en secundaria, los datos indican un nivel de cobertura entre el 60% y 80% (Programa Estado de la Nación, 2013, pág. 183).

A pesar de los datos anteriores de cobertura de la informática en las escuelas y colegios públicos, cuando se analiza la forma en que las TIC son utilizadas en los centros educativos, los docentes presentan un alto nivel de acceso, que normalmente se ve reflejado en las actividades rutinarias de la labor docente, como lo son, los planeamientos, el registro de notas, confección de material didáctico y otros, es decir, un buen manejo de las herramientas de productividad y además una actitud positiva para incorporar las TIC en la educación, sin embargo, cerca del 50% de los encuestados indican carecer de conocimientos sobre metodologías y didácticas para darle un verdadero aprovechamiento en el salón de clase (PROSIC, 2013).

Lo anterior sugiere un arduo trabajo en el acompañamiento a los docentes, de manera que los docentes en ejercicio puedan adquirir los conocimientos requeridos para aprovechar la infraestructura tecnológica con que cuenta la institución educativa. Este acompañamiento, hoy en día no solo le compete al MEP, ahí están llamados a participar de manera conjunta las Universidades públicas, privadas y otras organizaciones de interés social. Por otro lado, la educación superior, debe brindar los elementos y herramientas necesarios para que los nuevos educadores o aún en procesos de formación, logren adquirir los conocimientos para el aprovechamiento efectivo y eficiente de los recursos tecnológicos disponibles en el centro educativo, así como también, ofrecer la preparación necesaria para ser promotores de un

---

<sup>1</sup> Es la región que se ubica en el centro del país y que contempla más de la mitad del sistema urbano de Costa Rica.

<sup>2</sup> Este índice se utiliza en el IV Informe del Estado de la Educación, para valorar la oferta educativa considerando aspectos como el uso de TIC según nivel y cantón, número de beneficiados por el PRONIE-MEP-FOD, porcentaje de computadoras en buen estado, entre otros.

aprendizaje integral, donde se fomente el estudio científico, tecnológico y la innovación.

### **2.3 Ambientes tecnológicos en el Aula: una breve mirada al pasado**

Al escribir sobre el nacimiento de la incorporación de las tecnologías digitales en los ambientes educativos, no se puede omitir el aporte de grandes investigadores, que con su trabajo no solo crearon herramientas con las que los estudiantes pueden interactuar, sino que han fundamentado su uso pedagógico en el aula.

El inicio de este fundamento teórico se remonta a los trabajos de David Ausubel y el aprendizaje significativo, el cual considera que el aprendiz posee una serie de conceptos “inclusores” a partir de los cuales, el conocimiento se va construyendo por esos conceptos previos y que a su vez facilita la integración de nuevo saber en la estructura cognitiva de la persona. Esta teoría aunada a las corrientes constructivistas, tanto psicológicas como de aprendizaje lideradas por reconocidos investigadores como lo son Jean Piaget, Vygostky y otros (PALMERO, 2004), permitieron a Symourt Papert desarrollar el Construccinismo, dando a los estudiantes “un rol activo en su aprendizaje, colocándolos como diseñadores de sus propios proyectos y constructores de su propio aprendizaje” (SAXE & CHACON, 2004, pág. 4), en ambientes mediados con tecnologías digitales.

Contrario a otros métodos de aprendizaje a través de tecnologías digitales, Papert promueve el aprendizaje a través de la interrelación objeto –sujeto, mediante el cual le da una participación activa al estudiante de manera similar a lo que se describe como metodología de trabajo en la robótica educativa: “un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales e involucra a quienes participan en el diseño y construcción de creaciones propias, primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador” (ACUÑA, A, 2006, pág. 5).

Es así como la robótica educativa tiene sus orígenes alrededor de los años 60, cuando un grupo de investigadores del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts liderado por Symourt Papert, e investigadores como Marvin Minsky y Mitchael Resnik, propusieron la construcción de dispositivos tecnológicos que permitieran a los niños interactuar y programarlos para ejecutar ciertas acciones. En esta oportunidad, este grupo de investigación estableció un convenio con la empresa LEGO para desarrollar lo que se conoció como LEGO/Logo, lo cual consistía en integrar las piezas de construcción de lego con elementos de programación que podrían ser ejecutados desde un computador. (RESNICK, 2001).

Posteriormente, para los años 80, la compañía LEGO ya había difundido estos equipos o juegos por todo el mundo, facilitado con la posibilidad de tener computadoras en hogares y escuelas, para su utilización con fines educativos. De la misma forma en que muchas tecnologías han llegado a diversos campos de la actividad humana, su uso en la educación planteaba un interés particular ya que estos nuevos recursos tienen la facilidad de transformar el ambiente normal de aprendizaje



de una clase, en una experiencia rica en actividades concretas, a la vez que los estudiantes se divierten y juegan al proponer soluciones a problemas específicos.

## 2.4 Antecedentes de la Robótica Educativa en Costa Rica

Es importante reconocer el esfuerzo que ha realizado el país por incorporar las tecnologías digitales en la educación. Este esfuerzo se remonta al año 1988, donde Costa Rica se convirtió en el primer país de América Latina y el Caribe en difundir un programa nacional de informática educativa (REDAL, 2005), mediante el cual una gran parte de las escuelas y colegios públicos pudieron contar, no solo con la infraestructura tecnológica adecuada, sino con el acompañamiento de un equipo de docentes profesionales destacados en el uso de las tecnologías, facilitando procesos educativos para que colegas docentes y maestros logran dar un uso efectivo de las tecnologías digitales en la educación. De esta manera, el Ministerio de Educación Pública (MEP) y la Fundación Omar Dengo (FOD)<sup>3</sup>, lograron introducir la tecnología informática, incluso primero que en muchos centros educativos privados, marcando el inicio de una política pública para fomentar habilidades tecnológicas y un nuevo recurso como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la población costarricense.

De esta manera, la Fundación Omar Dengo a través del Centro de Innovación Educativa que en conjunto con el MEP y el Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP-FOD), arrancó en el año 1998, iniciativas de apoyo curricular en los centros educativos que contaban con laboratorios de informática, en donde se introduce la robótica educativa para fomentar el diseño y construcción de modelos que demostraran ciertas leyes o comportamientos físicos. Según lo menciona Acuña (2012), los proyectos de robótica educativa en Costa Rica se conformaron para desarrollar habilidades relacionadas con el diseño tecnológico, como son:

el trabajo por proyectos para el diseño de prototipos y simulaciones; la resolución de problemas comunales; la comprensión y simulación de procesos de producción o industriales; el diseño, control y automatización de mecanismos, la evaluación de productos y la socialización de resultados. (ACUÑA, A, 2012, pág. 11).

En la actualidad, otras organizaciones privadas o sin fines de lucro, han incursionado en la oferta de procesos educativos para impulsar la robótica educativa, como son: Universidad de Costa Rica (UCR), Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Universidad Nacional (UNA) y otros centros educativos privados del país. Sin embargo, estas propuestas son inaccesibles para las poblaciones que viven en las

---

<sup>3</sup> Fundación privada sin fines de lucro, creada en el año 1987 con el propósito de mejorar la calidad educativa, a través de la incorporación de nuevas tecnologías y propuestas innovadoras.

regiones fuera del GAM, quienes ven limitado su interés en participar de estos servicios, por los altos costos que ellos contemplan.

## **2.5 Robótica Educativa y su impacto en la Región Caribe de Costa Rica**

Si bien la FOD ha sido la gestora de procesos formativos con herramientas de robótica educativas en muchas partes del país, la zona Caribe de Costa Rica sigue aislada ante muchos avances tecnológicos, incrementando así las desigualdades con la GAM.

A raíz de esta situación, y en virtud de que se abrió la Carrera de Informática Educativa en la Sede del Atlántico de la UCR, a través de un convenio específico entre Consejo Nacional de Rectores (CONARE), UCR y la UNA, se arranca en el año 2010, la ejecución de un proyecto de acción social, para llevar charlas, talleres y clubes de robótica a escuelas y colegios de la zona de Turrialba. En esta oportunidad se realizaron actividades en escuelas de zonas indígenas e instituciones educativas cercanas al centro de población del Turrialba. La metodología utilizada contemplaba actividades con niños y niñas que posteriormente se convertían en tutores de otros compañeros haciendo efecto multiplicador del aprendizaje en el diseño, construcción y elementos básicos de programación de robots, para lo cual se utilizaron equipos de LEGO WeDo y RCX. Para este proceso, se contó con el apoyo de cinco estudiantes de la carrera de informática educativa, quienes ejecutaban los talleres y charlas en las comunidades o bien recibían a las niñas y niños de las escuelas, en la Sede de la Universidad.

Con estudiantes avanzados de la carrera de informática educativa, se logró desarrollar una propuesta abierta de cursos básicos de robótica, dirigida a la comunidad y organizado por el Programa de Educación Continua de la Sede del Atlántico de la UCR, permitiendo a niñas y niños incursionar en esta materia y facilitando en la región, la posibilidad de acercar a más personas interesadas en la robótica a costos muy bajos.

A partir del año 2012, la finalidad e intensidad del proyecto se amplió, cubriendo otras regiones del Caribe y con una metodología diferente.

## **3. La robótica como agente motivador del estudio de la ciencia y la tecnología**

Como se ha indicado en los estudios previos, los programas de incentivo para mejorar la alfabetización y las capacidades científicas y tecnológicas, han sido escasos y concentrados en la región central de Costa Rica, por esta razón, el proyecto “Clubes de Robótica” planteó asumir un papel más activo en el acompañamiento regional de la promoción e incentivación del estudio de las ciencias y la tecnología, llevando el proyecto a instituciones primarias y secundarias de las regiones de Turrialba, Sarapiquí y Pococí, con sesiones de trabajo de al menos 40 horas.

### 3.1 Metodología aplicada en los talleres

Para la implementación de estos talleres de robótica, se realizó un análisis de los elementos fundamentales necesarios para alcanzar ciertas habilidades en los niños y niñas participantes. De esta manera, el interés se concentró en crear un ambiente de trabajo agradable, retador, de análisis, diseño, generador de pensamiento crítico, de incentivo por el trabajo en equipo y de tipo experimental, donde el educando desarrollara el papel de constructor de su propio conocimiento y el actor principal del aprendizaje.

Así se diseñó un plan de trabajo semanal, que contemplaba actividades de análisis, diseño, construcción y fundamentos de programación en Robolab 2.9 o NXT-G, según fuera el caso de primaria o secundaria, respectivamente.

Cada sesión semanal del taller tiene una duración de cuatro horas, donde participan grupos de 20 estudiantes como máximo y realizando proyectos en parejas. Los grupos se conformaron siguiendo el principio de equidad de género y de disponibilidad horaria en la institución secundaria, lo cual facilitó la participación inicial de estudiantes de varios niveles educativos entre las edades de 13 a 15 años.

En el caso de primaria, los grupos se conformaron con estudiantes de cuarto año cuyas edades oscilan entre los 9 y 10 años. Ellos asistían al laboratorio de robótica educativa de la UCR en la Sede del Atlántico y realizaban sus sesiones de cuatro horas, un vez a la semana, utilizando la tecnología de LEGO WeDo, para el primer nivel y RCX para el segundo taller.

La metodología de trabajo se fundamenta en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), que según se indica en Aliane & Bemposta (2008), se basa en el desarrollo de un proyecto que está dirigido al alcance de una meta como elaboración de un producto final, a la vez de que quienes lo lleva a cabo, adquieren el aprendizaje de conceptos técnicos y de actitudes, tomando un rol activo en su proceso de aprendizaje.

Las características más relevantes de esta metodología son:

- Se desarrolla en un entorno real y experimental, facilitando al educando relacionar los contenidos teóricos con el mundo real, permitiendo tener un aprendizaje significativo de los conceptos teóricos.
- El educando toma un papel más activo en el proyecto, y avanza a su propio ritmo y profundidad.
- Motiva a los educandos, por tanto se puede considerar como un instrumento para mejorar el rendimiento académico y la persistencia en los estudios.
- El ABP crea un marco ideal para desarrollar varias competencias transversales como el trabajo en equipo, la planificación, la comunicación y la creatividad.

De esta manera, la metodología ABP, permite establecer retos en diseño y construcción de vehículos, brazos mecánicos, mecanismos de relación velocidad-fuerza (caja mecánica de cambios), entre otros y por último, soluciones a problemas del entorno; por ejemplo, selección y clasificación de objetos o identificación y seguimiento a patrones de color, sonido, luz y distancia.

### **3.2 Ambiente pedagógico en el Club de Robótica**

Como se mencionó anteriormente, los grupos de primaria y secundaria fueron conformados de manera distinta dada su situación institucional. En primaria todos los niños y niñas se encuentran en el cuarto nivel educativo, mientras que en secundaria, la integración del grupo fue conformada por estudiantes de diversos niveles del III ciclo de la educación general básica (jóvenes entre los 13 y 15 años).

Cada grupo era asistido por dos estudiantes de la carrera de informática educativa y/o más reciente de la carrera de informática empresarial (tutores), quienes organizaban la clase facilitando retos y colaborando en el diseño, construcción y programación de proyectos.

Para valorar el grado de alcance de los objetivos propuestos, cada equipo de tutores aplicaba una rúbrica para evaluar las habilidades y conductas observables de los niños, niñas y jóvenes participantes del proyecto. De esta manera, los tutores podían llevar más control del avance de cada equipo o estudiante en cualquier momento. De igual manera, al finalizar la sesión diaria, los miembros del equipo debían responder a tres preguntas:

¿Qué actividad realizó y cómo la resolvió?, ¿Qué fue lo que más se le dificultó?, ¿Qué fue lo que más le gustó de la sesión?.

La metodología de trabajo en el Club se fundamentó en el ABP, lo que permitió el alcance de objetivos en la realización de proyectos de corta duración, facilitando la valoración de cada equipo de estudiantes y la confianza de los niños, niñas y jóvenes al concretar soluciones en corto tiempo.

Al final de cada taller, cada equipo de estudiantes desarrollaba un proyecto donde aplicaba todos los conocimientos adquiridos y demostraba lo aprendido ante la comunidad de su centro educativo; evento que se realizaba en coordinación con la institución educativa, para que estudiantes de otros niveles y padres de los estudiantes pudieran ver el trabajo realizado por sus hijos e hijas. Estos proyectos atendían a la búsqueda de soluciones a problemas cercanos que presentaba la comunidad; por ejemplo: “perro guardián”, “clasificador de basura”, “recolector de objetos”, “semáforos inteligentes”, entre otros.

### **4. Metodología de la Investigación**

Para conocer el grado de aceptación e intereses presentados por los estudiantes al participar en este proyecto de Clubes de Robótica, se realizó una investigación de tipo exploratoria, pues como lo indica Sampieri y otros (2010), la investigación exploratoria tiene como propósito “examinar un tema o problema de investigación poco estudiado” (SAMPIERI, FERNÁNDEZ, & BATISTA, 2010, pág. 85).

El objetivo de esta investigación fue conocer el impacto generado en los estudiantes, al participar en los talleres de robótica educativa, referidos a motivaciones e intereses

despertados por éste nuevo campo que se les presentaba. Ante esta situación, se considera la hipótesis “la robótica educativa es un área atractiva para el estudiante y puede generar motivaciones para seguir estudios en áreas como la ciencia, la tecnología o la innovación”.

Al inicio de los talleres de robótica educativa, se visitaron tres centros educativos para exponer el proyecto y los alcances del mismo. En esta oportunidad se coordinó reuniones con el director y un grupo de docentes (generalmente del área de la enseñanza de las ciencias y la tecnología, propuesto por el Director del Centro Educativo), lo cual permitió exponer sobre aspectos metodológicos de los talleres, así como también de aspectos de tipo logísticos que debíamos resolver para la implementación exitosa de las sesiones prácticas en el centro educativo; espacio de trabajo, condiciones de los equipo informáticos, selección del grupo de estudiantes participantes, traslado de estudiantes al Recinto Universitario, entre otros. Así se logró la participación de la Escuela primaria de Nuestra Señora de Sión, ubicada en el centro del Cantón de Turrialba y los Colegios Académicos de Jiménez en Pococi y de Río Frío en Sarapiquí.

De esta manera se inició el estudio con una población estudiantil distribuida equitativamente por género y la cual se representa en la siguiente Tabla No.1:

**Tabla No. 1**

Estudiantes participantes del Proyecto “Clubes de Robótica”, año 2012

<b>Centro Educativo</b>	<b>Número de Estudiantes</b>	<b>Edades en años</b>	<b>Nivel Educativo</b>
Escuela Nuestra Señora de Sión (Turrialba)	12	9 a 10	Primaria
Colegio Académico de Jiménez (Pococi)	16	13 a 16	Secundaria
Colegio Académico de Río Frío (Sarapiquí)	16	13 a 16	Secundaria
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>9 a 16</b>	<b>Educación Pública</b>

*Origen:* Datos propios obtenidos de la investigación

Estas poblaciones educativas se encuentran ubicadas en la zona de influencia de la Sede del Atlántico de la UCR, cerca del Caribe Norte de Costa Rica, las cuales como se mencionó, no habían tenido ningún contacto con programas nacionales o regionales de robótica educativa, de ahí la importancia de la implementación del proyecto en la región.

Estos grupos de estudiantes participaron en los talleres de robótica desarrollados entre el mes de junio y noviembre del 2012, asistiendo a sesiones prácticas como fue descrito en la metodología de trabajo del taller, por espacio de 10 semanas (40 horas en total aproximadamente).

Durante todo el proceso, el tutor registró los avances de los estudiantes en la ejecución de las actividades, a través de una rúbrica que contemplaba aspectos como: desempeño e intereses del estudiante, habilidades en diseño y construcción y habilidades en programación, que permitieron dar seguimiento a las actitudes mostradas por los participantes. De igual forma, al final del taller se aplicó un cuestionario a los estudiantes para validar los datos recolectados en las rúbricas aplicadas por los tutores. Estos instrumentos se desarrollaron, siguiendo las recomendaciones en la captura de datos cuantitativos, por medio del método de escalamiento Likert (SAMPIERI, FERNÁNDEZ, & BATISTA, 2010).

## 5. Resultados Obtenidos

Para describir mejor los resultados obtenidos en esta investigación, se divide la población estudiada en dos segmentos: educación primaria y educación secundaria, las cuales a su vez se analizan en las tres dimensiones de: desempeño de los estudiantes, habilidades en diseño y construcción y habilidades en programación de acuerdo con la Tabla No. 2 y Tabla No. 3, respectivamente

**Tabla No. 2**

Habilidades de los estudiantes de primaria

<b>Habilidades de los Estudiantes</b>		
<b>En educación Primaria</b>		
<b>Desempeño Estudiantil</b>	<b>Diseño y Construcción</b>	<b>Programación</b>

<p>El interés y la motivación mostrado por los estudiantes se mantuvo durante todo el proyecto, a pesar de las múltiples correcciones a sus modelos y proyectos.</p> <p>Los estudiantes comprendieron la importancia de ser ordenados en el manejo de las piezas, pues los extravíos se minimizaron con el pasar del tiempo.</p> <p>Durante todo el desarrollo del proyecto los estudiantes siempre mostraron buena disposición para seguir instrucciones, lo cual también refleja el interés despertado en el estudiante.</p> <p>Los estudiantes demostraron conocimiento técnico en el manejo por su nombre de las pizas o sensores de los equipos con los que trabajaban.</p> <p>En general se descubrió buena disposición para trabajar en equipo, sin embargo, algunos grupos mostraron dificultades para ponerse de acuerdo en la resolución de los problemas planteados.</p>	<p>Al finalizar el proyecto lograron diseñar robots en menor tiempo y con más detalles, resistencia y estabilidad.</p> <p>En la mayoría de los casos las construcciones concordaban con el diseño antes realizado y planificado.</p> <p>Se evidenció creatividad para elegir el robot que deseaban construir, además, de la combinación de piezas utilizadas para su construcción.</p> <p>Algunos equipos de trabajo, tuvieron inconvenientes para plasmar sus diseños y hacer un uso efectivo de las piezas de construcción, por lo que se demoraron en la creación de robots, sin embargo, lograron terminar las estructuras en el tiempo establecido.</p> <p>Cada estructura cumplió con los criterios básicos de construcción, estabilidad, fuerza y resistencia, los estudiantes aprendieron a autoevaluar sus creaciones antes de ser evaluadas por los tutores.</p>	<p>Los estudiantes aprendieron las estructuras básicas de programación, el uso del ambiente WeDo y Robolab 2.9 e identifican los íconos y su función.</p> <p>Los estudiantes logran ejecutar correctamente las secuencias de programación. Igualmente, logran identificar fallas en la programación visual para luego resolverlos.</p> <p>Al finalizar los proyectos, los estudiantes fueron conscientes de las mejoras que podían hacer a sus programaciones, para mejorar el funcionamiento de su robot.</p>
---	--	--

*Origen:* Datos propios obtenidos de las rúbricas del tutor

**Tabla No. 3**

Habilidades de los estudiantes de secundaria

<b>Habilidades de los Estudiantes</b>		
<b>En educación Secundaria</b>		
<b>Desempeño Estudiantil</b>	<b>Diseño y Construcción</b>	<b>Programación</b>
<p>El interés y la motivación mostrada se mantuvieron pues la consultada sobre el gusto por los talleres de robótica, el 100% contestó estar satisfecho o muy satisfecho con el Club.</p> <p>Durante todo el desarrollo del proyecto los estudiantes siempre mostraron buena disposición para seguir instrucciones y realizar las actividades del día. El 63% de los participantes consideró que las sesiones de trabajo eran interesantes y entretenidas.</p> <p>Al igual que fue logrado con los estudiantes de primaria, los de secundaria demostraron conocimiento técnico en el manejo por su nombre de las pizas o sensores de los equipos con los que trabajaban.</p> <p>En general se descubrió buena disposición para trabajar en equipo, sin embargo, algunos grupos mostraron dificultades para ponerse de acuerdo en la resolución de los problemas planteados por la falta de planificación del proyecto. Además, en los equipos mixtos, regularmente quien dirigía el trabajo era el varón, privando a la mujer de su libre expresión.</p>	<p>Al finalizar el proyecto lograron diseñar robots en menor tiempo y con más detalles, evidenciando un mejor manejo de los elementos de construcción, así como de los principios de resistencia, fuerza y estabilidad.</p> <p>En este aspecto la mayoría de estudiantes de secundaria, intentaba realizar la construcción de los proyectos sin la debida planificación, lo que significaba atrasarse en la finalización del proyecto, para realizar esta labor.</p> <p>Cada estructura cumplió con los criterios básicos de construcción, estabilidad, fuerza y resistencia, los estudiantes aprendieron a autoevaluar sus creaciones antes de ser evaluadas por los tutores, así como también, a expresar con seguridad, las fortalezas y debilidades de sus proyectos.</p>	<p>Los estudiantes aprendieron las estructuras básicas de programación y el uso del ambiente de programación NXT-G, lo que se refleja al contestar en un 29% su gusto por la programación y un 43% por el diseño y construcción.</p> <p>Los estudiantes logran ejecutar correctamente las secuencias de programación. Igualmente, logran identificar fallas en la programación visual para luego resolverlos.</p> <p>Al finalizar los proyectos, los estudiantes fueron conscientes de las mejoras que podían hacer a sus programaciones, para mejorar el funcionamiento de su robot, así como también, la necesidad de seguir aprendiendo programación para darle mejor funcionalidad a sus proyectos.</p>



*Origen:* Datos propios obtenidos del cuestionario aplicado a estudiantes y de las observaciones del tutor

Es importante indicar, que en general, el 72% de los estudiantes de secundaria que asistió al taller de robótica, mencionó tener preferencias por la parte de construcción y programación, así mismo el 100% expresó sentir emoción y alegría cuando asiste a los talleres de robótica. Igualmente, el 100% reconoce que la robótica puede ayudarles a resolver muchos problemas que tiene la sociedad actual, como lo son, manejo de desechos, sistemas de seguridad en el hogar y mejoramiento de la producción.

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

En términos generales, los estudiantes de primaria y secundaria valoran positivamente la participación en los talleres de robótica educativa, expresando de manera generalizada su gusto por asistir a estos talleres. Sin embargo, existen inconvenientes en la asistencia y permanencia de algunos estudiantes del colegio, cuando las actividades se realizan en su centro educativo. Lo anterior, se debe principalmente a que la asistencia al taller, si bien no es obligatoria, en periodos de pruebas de materias básicas o de actividades docentes, los estudiantes tienden a faltar con regularidad, ocasionando inconvenientes en el desarrollo del club. Por esta razón, se recomienda inscribir esta iniciativa de robótica educativa, como taller institucional de reforzamiento, de manera que el MEP pueda ofrecer espacio y tiempo para brindar este apoyo estudiantil, con la participación de la Universidad acompañando estos procesos.

En cierta medida, este estudio preliminar demuestra que se puede cultivar el interés por el estudio de la ciencia y la tecnología, con el apoyo de recursos que faciliten un aprendizaje significativo en ambientes lúdicos, como lo es la robótica educativa, pero para comprobarlo se requiere de estudios más extensos donde se pueda verificar esta hipótesis y para ello se requiere de mayores inversiones en el campo de la investigación, sobre todo a nivel regional.

Existe en la Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, los recursos tecnológicos para apoyar la educación secundaria en actividades que permitan reforzar conocimiento y mejorar el aprendizaje de las ciencias, las matemáticas y las tecnologías, pero se puede tener mejor impacto cuando estas iniciativas se brindan en el marco de relaciones interuniversitarias, con objetivos claros en la reducción de las brechas región-centro.

Por último, como se ha indicado en Programa del Estado de la Nación (2014), al evaluar las condiciones del país en el tema de ciencia, tecnología e innovación, se debe atraer más jóvenes hacia los oficios relacionados con la ciencia y la tecnología y para ello se debe mejorar habilidades en la resolución de problemas, el trabajo en equipo, la creatividad y la innovación y esto se puede cultivar con iniciativas como las que se están desarrollando en el área de la acción social, sin embargo, la Universidad debe realizar mejores ofertas educativas en las regiones para atender las disciplinas consideradas como prioritarias y de mejor demanda en el mercado laboral.

## 6. Referencias Bibliográficas

- ACUÑA, A. (2012). "Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: Lecciones Aprendidas". (F. O. Dengo, Ed.) *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, Vol.13, Núm. 2, pág. 6-27.
- ACUÑA, A. (2006). *Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina*. Fundación Omar Dengo. Fondo Regional para la Innovación Digital en América Latina y el Caribe.
- ALIANE, N., & BEMPOSTA, S. (2008). "Experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos en una Asignatura de Robótica". *IEEE-RITA*, Vol.2. Núm 3.
- BARRANTES, É. V. (2012). "La educación científica y tecnológica en Costa Rica: retos y demandas desde la secundaria". *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, Vol. XII. Núm. 26, pág.121-143.
- DECLARACION DE BUDAPEST. (1999). *Marco general de acción de la Declaración de Budapest*. [Fecha de consulta: 11/07/14], de [www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm](http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm)
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA. (2012). *Sinopsis del Libro: Atracción de Inversión Extranjera Intensiva en Conocimiento para Costa Rica: Desafíos y Opciones de Políticas*. Centro de Desarrollo de la OCDE.
- MICIIT. (04 de 2014). Manual Programa Nacional de Ferias Científicas y Tecnológicas. San José, Costa Rica.
- MICIIT. (s.f.). *Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología*. [en línea]. Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología. [Fecha de consulta: 02/09/14].
- MICITT. (2011). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. San José, Costa Rica.
- MICITT. (s.f.). *Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología*. [en línea]. Programa Nacional de Ferias de Ciencia y Tecnología. [Fecha de consulta: 02/09/14].
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2011). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. San José, Costa Rica.
- PALMERO, M. (2004). (P. o. Mapping, Ed.) [fecha: 12/06/14], de <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>
- Programa Estado de la Nación. (2014). *Estado de la Ciencia, La Tecnología y la Innovación*.
- Programa Estado de la Nación. (2011). *III Informe del Estado de la Educación*.
- Programa Estado de la Nación. (2013). *IV Informe del Estado de la Educación*.
- PROSIC. (2013). *Hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento*. Universidad de Costa Rica.
- REDAL. (2005). *Informe Científico Final: Redes Escolares de América Latina, Una investigación sobre las mejores prácticas*. Internacional Development Research Centre (IDRC)-Redal.
- RESNICK, M. (2001). *Tortugas, termitas y atascos de tráfico. Exploraciones sobre micromundos masivamente paralelos*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ, C., & BATISTA, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F.
- SANTAMARIA, L. R. (2010). "El uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs) en la enseñanza de la física moderna". *Actualidades Investigativas en Educación*, Vol,10. Núm 1, pág.1-13.
- SAXE, E., & CHACON, A. (2004). "Construccionismo: Objetos para pensar, Entidades Públicas y Micromundos". (I. d. Costarricense, Ed.) *Actividades Educativas en Educación*, Vol. 4, Núm.1.
- World Economic Forum. (2013). *The Global Competitiveness Report 2013–2014*.