

# Estrategias Basadas en Robótica para Apoyar el Pensamiento Computacional

Maritza A. García<sup>1</sup>, Claudia Deco<sup>2</sup>, César A. Collazos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> I.T.I. Pascual Bravo. Medellín, Colombia

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina

<sup>3</sup>Universidad del Cauca, Popayán, Colombia

magangarita@gmail.com, deco@fceia.unr.edu.ar, ccollazo@unicauca.edu.co,

**Abstract.** En la actualidad existen diferentes empresas públicas y privadas que apoyan al gobierno en la iniciativa de llevar los procesos de investigación e innovación a las aulas con el fin de generar un conocimiento que propicie grandes cambios en la sociedad y que a la vez ayude a mitigar algunas problemáticas nacionales. Esto genera grandes cambios al interior de la escuela y del estudiante, logrando en él, aprendizajes significativos en varias áreas del conocimiento como ambiental, física, electrónica, matemática, programación, mecánica, entre otras. En este artículo se presentan algunas estrategias, como son los clubes de robótica, y de cómo su metodología de enseñanza basada en problemas, colabora en el desarrollo de competencias de varios tipos y al logro del pensamiento computacional en los estudiantes. Además, se mencionan los resultados del proyecto desarrollado en el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo de la ciudad Medellín-Colombia.

*Keywords:* Robótica, Gamificación, Pensamiento computacional.

## 1 Introducción

En Colombia, así como en la mayoría de los países, es notable el bajo nivel académico en educación básica y secundaria como lo indican las pruebas PISA ([www.oecd.org/pisa/home/](http://www.oecd.org/pisa/home/)) y las pruebas estatales ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior) según Caro [3] en el documento “Resumen 2005 al 2009 del ICFES”, que obligan a repensar la educación de una forma diferente, donde es urgente cambiar el modelo tradicional por estrategias y herramientas que generen gran motivación en los estudiantes. Por su parte, Contreras [12] muestra diferentes formas de aplicar el concepto de robótica usando “el aprendizaje por proyectos” o “aprendizaje basado en problemas” que con las TIC podrían generar grandes avances en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Para complementar esta idea, ya existen muchas investigaciones acerca del uso de éstas que de una forma sencilla y práctica generan grandes cambios en toda la comunidad educativa. Por su parte el Ministerio de Educación y otras empresas del sector público y privado, han emprendido diferentes estrategias como medida para incentivar la investigación y la innovación no sólo en las Universidades sino además en los

Colegios sin distinto alguno.

Una de estas estrategias consiste en clubes de robótica e innobótica, donde el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo participó con estudiantes de diferentes grados y especialidades. En las Secciones 2 y 3 se abordan definiciones importantes acerca del pensamiento computacional y la robótica educativa; así como algunas experiencias importantes con niños y adolescentes en la escuela donde se exponen algunos logros significativos que buscan una educación integral y competitiva. En la Sección 4 se describen las diferentes competencias que pueden ser desarrolladas en proyectos de este tipo. En la Sección 5 se describen varias estrategias de la Secretaría de Educación en donde el colegio ha participado. En la Sección 6, se detalla el proceso abordado en el proyecto de robótica y las etapas que a grandes rasgos deja ver la importancia de la robótica educativa y la competencia académica en la adquisición de conocimiento en áreas de programación y electrónica. Finalmente, se presentan las conclusiones del proyecto y de la importancia de trabajar con herramientas y/o estrategias para el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias de todo tipo.

## **2 Generalidades sobre Robótica Educativa y Pensamiento Computacional**

La robótica educativa según Acuña [1], hace su aparición en los años 60, cuando algunos investigadores como Symourt Papert, Marvin Minsky y Mitchael Resnik, propusieron la construcción de robots didácticos con el apoyo de la empresa LEGO, para que los niños interactuaran con éstos [4]. Cabe mencionar que esta empresa lidera el mercado de robots educativos, cuya variedad va desde robots para uso de niños hasta adultos. Luego, en los años 80 se popularizaron estos dispositivos, logrando incluirlos dentro de actividades en las escuelas por medio de proyectos importantes que permitieron que el estudiante obtuviera grandes competencias en áreas como matemática, informática, electrónica y mecánica; a la vez que se divierten y juegan al proponer soluciones a problemas específicos.

Por otro lado, el pensamiento computacional goza de gran importancia en nuestros días ya que permite el desarrollo de competencias y como expresa Wing ([6], [7]) es una habilidad fundamental para todo el mundo y no sólo para estudiantes y profesionales del área de la computación, ya que es un enfoque que permite resolver problemas de una forma innovadora. El pensamiento computacional genera en el estudiante la capacidad de realizar varios tipos de análisis como el ascendente-descendente, de ser creativos, de generar un pensamiento divergente-abstracto que permita abordar un problema de forma más sencilla y creativa. Este pensamiento es de alto nivel de complejidad ya que está relacionado con el desarrollo de ideas y con el pensamiento abstracto-matemático e ingenieril, pero a su vez puede ser usado en múltiples escenarios. Cabe mencionar que no depende de un lenguaje de programación o software específico sino de las habilidades que nos permiten enfrentar problemas con más claridad como lo menciona la autora en [7]. Existe ya un planteamiento de Papert [8] en los que se desea vincular las tecnologías de información con el construccionismo, ya que por ejemplo, el pensamiento computacional obliga no sólo a la apropiación de conceptos sino que además los objetos de estudio (programas, animaciones, videojuegos, robots) materializan de alguna forma el aprendizaje logrando un enriquecimiento del mismo.

La robótica educativa así como el pensamiento computacional en los últimos años han ido de la mano gracias a la incursión de ésta en el aula, quedando reflejado en muchas investigaciones a nivel no sólo de educación básica y secundaria, sino universitaria. Este tipo de proyectos, como dice [1], es común encontrarlos en programas nacionales o políticas educativas de ciudades o países. Por ejemplo existen iniciativas nacionales como en Costa Rica o a nivel local en algunas ciudades de países como México, Brasil, Chile, Colombia y Estados Unidos.

### 3 Competencias a desarrollar en Estudiantes de Educación Básica, Media y Técnica

Existe ya una gran cantidad de proyectos de investigación orientados a la adquisición de competencias gracias al uso de robots y lenguajes de programación de todo tipo. Estos proyectos proponen generar nuevas estrategias para que desde pequeño el estudiante pueda adquirir ciertas destrezas que lo ayuden más adelante en su proceso de formación universitaria. A continuación se describen algunos de estos proyectos:

- A. *Programación para Niños y Adolescentes.* Actualmente es posible encontrar varios entornos de programación para niños de los que podemos destacar Alice<sup>1</sup> y Scratch<sup>2</sup>. Scratch por ejemplo, permite realizar proyectos personales como crear *juegos, contar historias y realizar animaciones. Éste se construye sobre las ideas* del constructivismo de Logo de Kafai and Resnick [4], Papert [8] y Etoys de Kay [2]. Uno de los aspectos más importantes de Scratch es que incentiva el aprendizaje autodidacta a través de la práctica personal y de la colaboración con otros, como afirman Maloney y Resnick [4]. Este proceso de aprendizaje haciendo ‘artefactos’ o ‘programas’ permite a los alumnos construir y comprobar, reconstruir, modificar, mejorar objetos de aprendizaje como plantea Papert [8].
- B. *Clubes de Robótica.* Por ejemplo en Costa Rica, como plantea Jiménez [9], se crean “Clubes de Robótica” para incentivar el estudio de las ciencias y la tecnología en algunas instituciones primarias y secundarias con sesiones de trabajo de al menos 40 horas. La metodología usada consistió básicamente según este mismo autor, en generar un ambiente de trabajo agradable, desafiante, generador de pensamiento crítico, que incentiva el trabajo en equipo y de tipo experimental, donde se contemplaban actividades de análisis, diseño, construcción y programación en Robolab 2.9 o NXT-G. Además el trabajo basado en proyectos ayuda a desarrollar varias competencias transversales como la planificación, la comunicación y la creatividad; donde algunos de los retos propuestos tenían que ver con la selección y clasificación de objetos o identificación y seguimiento a patrones de color, sonido, luz y distancia. En dicha investigación se analizaron tres dimensiones: desempeño de los estudiantes, habilidades en diseño y construcción y habilidades en programación,

---

<sup>1</sup> Lenguaje de programación educativo libre y abierto orientado a objetos con un entorno de desarrollo integrado (IDE), programado en Java, utiliza un entorno sencillo basado en «arrastrar y soltar» para crear animaciones mediante modelos 3D.

<sup>2</sup> Lenguaje de programación visual libre orientado a la enseñanza mediante creación de juegos.

donde se muestran resultados importantes que hacen pensar que esta estrategia goza de gran acogida en el estudiante.

- C. *Universidad de Cundinamarca y Robótica Educativa*. Como referencia Márquez [5], el grupo de investigación de Nano Ingeniería de la Universidad de Cundinamarca junto con colegios ubicados en la Sabana de Bogotá, decide crear un curso libre de robótica básica, que se programó de manera presencial, apoyado con información virtual, soportada en la plataforma Moodle, donde se facilitó material de temas de electrónica básica, que era complementado en clase. Los robots construidos por los estudiantes pertenecen a la categoría de “robots autónomos seguidores de línea”, que como su nombre lo indica deben seguir un circuito marcado por una línea donde se califica el recorrido en el menor tiempo posible. En total se construyeron seis robots analógicos cien por ciento funcionales, que demostraron la viabilidad de implementar la robótica en el aula. En cuanto a los resultados observados, son similares a la investigación presentada anteriormente, tanto en el aspecto de la construcción del robot, como en la motivación de los estudiantes que destaca el compromiso, la apropiación del conocimiento, el desarrollo y consecución de las tareas.

#### 4 Algunas Experiencias en Latinoamérica

Para entender la importancia de los campeonatos de robótica en la educación secundaria, en la adquisición de competencias y de desarrollo de pensamiento computacional es indispensable revisar lo que Marqués [11] plantea como competencias tecnológicas indispensables a desarrollar como son el manejo de las plataformas virtuales, manejo de herramientas ofimáticas, de herramientas de comunicación como email, de diseño y construcción de sitios web en diversos contenidos y niveles escolares, así como la búsqueda y análisis de la información.

Además de estas competencias, también el Ministerio de Educación Nacional [10] ha fijado unas competencias que el Sistema Educativo Colombiano debe desarrollar en los estudiantes. Estas son de tres clases: básicas, ciudadanas y laborales.

Dentro de las *Competencias Básicas* se tienen las de pensamiento tecnológico que hacen alusión a la construcción de conceptos de tecnología, para ponerlos a prueba mediante el diseño y la construcción de prototipos. Junto a ésta está la técnica que permite el conocimiento de herramientas que posibiliten el desarrollo de actividades y por último la comunicativa que permea estas dos generando trabajo interdisciplinario en pro de los desarrollos. Por otro lado, se tienen las *Competencias Ciudadanas* que permiten una sana convivencia no sólo en la vida escolar sino en otros contextos. Para finalizar tenemos las *Competencias Laborales* que se subdividen en dos. Dentro de las competencias Laborales Generales están las *Intelectuales* referentes a la toma de decisión y solución de problemas; las *Personales* que tienen que ver con el comportamiento y actitudes esperados en los ambientes productivos; las *Interpersonales* que generan adaptación a los ambientes laborales como el trabajo en equipo, liderazgo, manejo de conflictos, entre otros. De la misma forma tenemos las *Organizacionales* que se refieren a la habilidad para aplicar el pensamiento estratégico en diferentes situaciones de la empresa, como la gestión de la información, orientación al servicio, entre otras. Por último tenemos las *Tecnológicas* que

permiten a los jóvenes identificar, transformar e innovar procedimientos; y las *Empresariales y para el emprendimiento* que son útiles para que se puedan crear, liderar y sostener unidades de negocio por cuenta propia.

Por último y específicamente en la especialidad de Programación y Mantenimiento de computadores, del Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo, el estudiante debe desarrollar competencias en el manejo de lenguajes como C++, Java, Visual Studio lo que implica el desarrollo de lógica de programación y el uso de conceptos como el de programación orientada a objetos. De la misma forma, es indispensable que el estudiante conozca el proceso de modelado, diseño y creación de bases de datos y páginas web dinámica. Para finalizar en el grado undécimo el estudiante debe conocer la parte básica del hardware que hace referencia a la electrónica básica y a la digital donde los simuladores son herramientas indispensables en el proceso de diseño de desarrollos sencillos. Todas estas competencias podrían ser más fácilmente obtenidas por el estudiante si se usaran otras estrategias, herramientas o mecanismos en el aula, como los descritos anteriormente, que motiven al estudiante y lo hagan partícipe de su propio proceso educativo.

## **5 Competencias de Robótica: Caso de Estudio**

El Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo de Medellín, se ha venido vinculando en los últimos años en procesos de investigación implementados por Secretaría de Educación y empresas del sector público y privado; que pretenden brindarle al estudiante conocimientos en diferentes áreas que aporten a buscar soluciones a problemáticas de la ciudad o que apunten a la innovación. Una de estas iniciativas fue el Programa Ondas que es apoyado por el Estado y que ha querido orientar a los niños, para que aprendan a investigar de una manera sencilla y divertida. Este programa al igual que muchos otros, tienen unas etapas que son orientadas desde el comienzo por el capacitador del programa y que obedece claramente a una metodología de investigación propia de los proyectos de investigación y que son recorridas paso a paso en cada etapa de formación no sólo de los estudiantes sino del docente acompañante. En cuanto a este programa en el año 2012, el Instituto técnico se vinculó con cinco proyectos que fueron acompañados por las docentes del área de Sistemas. Estos proyectos se enfocaron básicamente en la parte ambiental, en la reconstrucción de la historia de la institución y un proyecto orientado al reconocimiento del software libre educativo.

Otra de las propuestas de esta ciudad, que incorpora a Ruta N y la alcaldía de Medellín, es el proyecto llamado “Aventura Horizontes”, en el cual se incluían varios programas para incentivar a los estudiantes a desarrollar sus ideas ya fueran de robótica, nuevas alternativas para cuidar y proteger el medio ambiente y en general creación de proyectos innovadores para solucionar problemáticas de ciudad. Los programas que se incluyeron en esta propuesta fueron:

- Innobótica: el cual pretendía incentivar a los jóvenes de las instituciones a crear y diseñar sus propios robots para competencias y para solucionar problemáticas existentes, entre otros fines. Esta iniciativa contó con el acompañamiento de la empresa Pygmalion Robotics, la cual enviaba a sus asesores para enseñar robótica en

los colegios, donde se daban unos kits con todos los implementos necesarios para abordar un proyecto sencillo de robótica.

- Ingeniería<sup>n</sup>: pretendía el desarrollo de proyectos y sus prototipos para ayudar al medio ambiente en diferentes problemas de ciudad que incluía un encuentro cada 15 días en la Universidad EAFIT, que posee excelentes laboratorios para el desarrollo de prototipos contando con impresoras 3d y diferentes máquinas de alta tecnología.
- Interchange: este programa pretendía hacer algo muy parecido a Ingeniería<sup>n</sup>, sólo que cambiaba su sede ya que se realizaba en el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). Además pretendía llevar a los jóvenes a hacer intercambios a otros países, por sus ideas y desarrollo de proyectos.

Estas estrategias han dado sus frutos en los últimos años, con la participación en los diferentes programas, siendo el de robótica el de mayor continuidad por parte de un grupo de estudiantes que además de incentivarse por la adquisición de conocimiento de áreas como electrónica, sistemas, mecánica, entre otras; se motivaron al desarrollo de competencias que en un aula convencional serían imposibles de lograr (ver Figura 1).

La participación del Instituto en este proceso de forma pública se inició hace dos años, en un evento de robótica en Octubre del 2014, en la semana de la robótica y la innovación en su segunda versión, en Medellín. Esta competencia es organizada por la empresa de robótica *Pygmalion* de esta ciudad y la organización *RoboRave* Internacional la cual es de Albuquerque - Nuevo México, Estados Unidos. Antes de este momento, la docente a cargo de los grupos de investigación, del área de Sistemas del Instituto, hace un llamado a toda la comunidad a participar en varios grupos de investigación y en diferentes propuestas de Secretaría de Educación en diferentes campos del saber. A partir de este momento, surge una gran motivación en los estudiantes por aprender acerca de robótica y sus áreas fundamentales. Por tal razón se aprovechan los programas de formación ofrecidos por *Ruta N* llamado *Innobotica*. Este programa era ofrecido a muchos colegios de Medellín sin distinción de estrato, ni número de participantes. Sólo se exigía la continuidad en el proceso para que los equipos pudieran competir en la semana de la robótica, donde los ganadores tenían la posibilidad de ir a competir a Albuquerque – Estados Unidos a la competencia mundial, en la cual competían equipos de todo el mundo. Para esta primera etapa el Instituto participó con 3 equipos con estudiantes de varios grados y de diferentes Técnicas o Especialidades (Programación, Electricidad, Mecánica entre otros) con las que cuenta dicho centro de formación; donde según el nivel de exigencia se decidió competir en dos retos, uno llamado “Seguidor de Línea más Pelotas” y el otro “Reto Pygmalion”, donde el seguidor de línea consistía en hacer un robot el cual siga una línea y supere dos intersecciones y lleve la mayor cantidad de pelotas posibles en un tiempo determinado para depositarlas en una torre (ver Figura 1).

En esta competencia el robot debía ser totalmente autónomo, razón por la cual el nivel alcanzado no fue el mejor debido a la complejidad del mismo. Obviamente por ser el primer año de competencia y por la poca capacitación recibida hasta el momento, el rendimiento no fue el mejor, pero sí logro motivar a los estudiantes de forma que crearon vínculos con otros grupos donde escucharon gran cantidad de consejos útiles para próximas competencias.



**Fig. 1.** Montaje de Reto Pygmalion

Vale la pena resaltar que en esta competencia se usó un kit llamado *Innobot* que nos daba la empresa Pygmalion por medio de Ruta N. Este paquete estaba conformado por una réplica de un integrado *Arduino* Leonardo, que contaba con 4 motores reductores, 4 llantas, 4 sensores (para seguir la línea) y un sensor ultrasónico para detectar objetos, entre otras; acompañada de una estructura hecha en plástico. En cuanto al software se refiere, el robot debía ser programado en lenguaje C por medio del software de Arduino. El “Reto Pygmalion” consistía en usar el mismo robot pero esta vez el robot debía seguir una pista octagonal, superando varias intersecciones, donde al mismo tiempo debían reconocer unos tótems y sacarlos de la pista hasta lograr que la pista estuviera libre de obstáculos según se muestra en la Figura 1.



**Fig. 2.** Base de orugas obsequiada por el equipo de EU

Como es de entender en esta prueba también se tuvieron algunas dificultades, en este caso con la parte electrónica, específicamente con los sensores del robot, lo que conllevó a que sólo pudieran competir una vez en los 5 días que duraba la competencia. Finalmente los ganadores de los tres retos con los que contaba la competencia (seguidor de línea, reto Pygmalion, Reto fuego) fue un equipo de Las Cruces – Nuevo México, de Estados Unidos, El San Ignacio de Loyola y una institución de Envigado. A pesar de no haber obtenido los primeros puestos, se lograron grandes vínculos entre la institución de Estados Unidos y los estudiantes del Pascual Bravo que fortalecieron el proceso académico y donde se intercambió información y dispositivos electrónicos para una posterior competencia. Gracias al equipo estadounidense, que obsequio al Pascual Bravo una “Base de oruga”, que a su vez contada con un puente H (circuito que permite a un motor DC girar en ambos sentidos, avance y retroceso) para el mejor funcionamiento de los motores en cuanto a potencia y capacidad de giro, se pudo iniciar un nuevo proyecto

contando ahora con mejores dispositivos eléctricos y electrónicos que le harían mejorar el rendimiento al robot (ver Figura 2). Es ahí que a partir de este momento se inicia un nuevo reto por representar mejor a la institución y a Medellín en dichas competencias.

## 2 Solución Propuesta

Antes de iniciar el proyecto es explicado con detalle a los estudiantes por parte de los capacitadores del proyecto, trazando una ruta del proceso para la realización del producto final. A continuación, se detallan algunos de los pasos llevados a cabo en este proceso para la participación de los eventos competitivos. Estos son:

1) *Capacitación en el uso de elementos electrónicos:* En esta fase un facilitador o docente, pertenecientes al programa que patrocina *Ruta n y Pygmalion*, asistía 2 horas semanales a los colegios donde existían equipos para enseñar a los estudiantes lo que se refiere a fundamentos de robótica, ambiente de programación del Arduino, partes mecánicas del robot como engranajes y poleas, así mismo capacitar en el manejo de la parte electrónica como manejo de baterías, resistencias, sensores, motores, entre otros.

2) *Reconocimiento del dispositivo Arduino:* Para esto fue necesario que el capacitador orientara un poco en las ventajas y desventajas de usar dispositivos Arduino o específicamente *Arduino Mega*. Algunas de estas ventajas son el hecho de tener una Plataforma Abierta, de que sus Tarjetas son fabricadas caseramente, además de su facilidad de programación y gran cantidad de información en la red. En el caso del Arduino Mega, tiene importantes características como son el número de pines de entrada y salida para el uso de diferentes sensores y motores para el control de giro del robot o la manipulación de objetos. Además de una buena capacidad de almacenamiento que lo hace indispensable a la hora de generar algoritmos predictivos que lo hagan más efectivos para cualquier prueba. También el tamaño del chip es ideal para este tipo de proyectos así como su bajo consumo de energía.

3) *Capacitación en la programación del Robot:* Se realizaron pequeñas pruebas como el giro de motores, avanzar y retroceder, reconocimiento de obstáculos, entre otros. Para esto, primero se debe instalar los drivers, luego se abre la aplicación y se selecciona el Arduino con el cual se va a trabajar. Luego se procede a programar y a descargar el código en el chip. Para esto el Arduino cuenta con funciones predefinidas, basadas en C, que hacen posible una programación intuitiva. Por ejemplo, en el código que se muestra a continuación es fácil ver que existen dos funciones, la primera hace referencia a la configuración del dispositivo (setup) y la segunda donde se implementa lo que debe realizar el integrado (loop), en este caso el led debe prender y apagar con pausas de 1 segundo.

```
int ledPin = 13;
void setup () {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); }
void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
```



```
delay(1000); }
```

Como se mostró con el código anterior, la programación de este dispositivo es muy sencilla. Lo realmente interesante es lograr la armonía entre el software y el hardware para lograr que los procesos se lleven a cabo con la mayor velocidad y exactitud.

4) *Análisis del proyecto*: En cuanto al uso de robótica educativa en la adquisición de competencias y desarrollo de pensamiento computacional, se puede decir:

a) Se observa grandes logros en los estudiantes que continúan el proceso en el club de robótica, sobretodo en la adquisición de conocimientos en la parte eléctrica y electrónica, así como en la parte mecánica y de programación, que se evidencia en el lenguaje usado y el desarrollo propio del proyecto. Con lo cual se puede afirmar que también desarrollaron competencias como las siguientes:

- **Intelectuales**: ya que se desarrollaron habilidades en la toma de decisiones y creatividad para la solución de este proyecto.
- **Personales e Interpersonales**: se resume en las competencias logradas en las ciudadanas.
- **Organizacionales**: en la gestión de los planos e información recolectada como fotografías y medidas, orientación a la construcción de la animación.
- **Empresariales y para el emprendimiento**: con la realización de este proyecto los estudiantes comprobaron que pueden realizar distintos tipos de proyectos en el ámbito de la robótica.

b) En cuanto a la motivación de los estudiantes para el desarrollo del proyecto, fue realmente buena. Todo el tiempo se observó disposición en todas las etapas del proyecto y trabajo en equipo, aspectos que los han llevado a tener apoyo por parte de diferentes entidades públicas y privadas, para competir en el primer semestre del 2016 en Estados Unidos.

c) En cuanto al desarrollo del proyecto, se nota en un estado muy avanzado, que les ha permitido participar en el concurso del presente año. Así mismo ya han representado al instituto en diferentes eventos logrando grandes resultados que han permitido poner a punto dicha máquina.

d) En cuanto a las relaciones docente/estudiante, docente/asesor y estudiante/estudiante, se observaron varios cambios de comportamiento, entre los que se destacan una conversación más cordial, respetuosa e incluso con uso de un vocabulario más técnico. Estas competencias se refieren a las ciudadanas y comunicativas en cuanto a competencias básicas. Por otro lado, se puede observar que con este proyecto se desarrollan competencias transversales en otras áreas, como es el caso del área de las matemáticas, electrónica, mecánica y programación.

## 7 Conclusiones

En esta investigación pudo observarse la motivación no sólo de estudiantes y docentes, sino de la comunidad educativa, que quedaron impresionados con la calidad y la dificultad del proyecto. De la misma manera se generan precedentes para que a través de estos clubes de ciencia o investigación, los estudiantes y docentes piensen en participar, para

que por medio de estos proyectos de tipo grupal potencien el trabajo autónomo y multidisciplinario. Para finalizar, lo que se pretende con este tipo de clubes es fomentar por medio de varias estrategias, que el estudiante se motive hacia la adquisición de conocimiento de una forma divertida, práctica, sencilla y diferente, que lo lleve a generar un aprendizaje sólido y transversal en diferentes áreas del conocimiento. Actualmente se trabaja en una investigación acerca de la posibilidad de utilizar software libre en la enseñanza- aprendizaje del área de tecnología e informática y en la utilización de programas como Scratch para el desarrollo de la lógica en estudiantes de programación.

## Referencias

1. A. Acuña, Robótica y aprendizaje por Diseño en Educación, 2004 [Online]. Available: <http://www.educoas.org/portal/bdigital/lae-duccion/home.html>.
2. A. Kay, Squeak toys, children, and learning, 2010 [Online]. Available: <http://www.squeakland.org/resources/articles/>
3. B. Caro, Examen de Estado de la educación media, 2011: Resultados del período 2005/2010 [Online]. Available: [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co)
4. J. Maloney & M. Resnick & N. Rusk, The Scratch Programming Language and Environment, 2010 [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1868358.1868363>
5. J. Márquez & J. Ruiz, Robótica Educativa aplicada a la enseñanza Básica secundaria, Revista Didáctica, Innovación y multimedia, 2014.
6. J. Wing, Computational thinking. Communications of the ACM, 2006 [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>
7. J. Wing, Research notebook: Computational thinking—What and why? The Link Magazine, Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2011 [Online]. Available: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why/>
8. S. Papert, Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), Constructionism. 1-11. Norwood, NJ: Ablex, 1991.
9. M. Jiménez & R. Cerdas, La Robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, 2014.
10. MEN, Articulación de la educación con el mundo productivo: Competencias laborales generales, 2007.
11. P. Marqués, Los Docentes: Funciones, Roles, Competencias Necesarias, Formación, Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB, 2000 [Online]. Available: [http://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/Docentes\\_funciones.pdf](http://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/Docentes_funciones.pdf)
12. R. Contreras & J. Eguia, Gamificación en aulas universitarias, Universidad Autónoma de Barcelona, 2016 [Online]. Available: [http://incom.uab.cat/download/eBook\\_incomuab\\_gamificacion.pdf](http://incom.uab.cat/download/eBook_incomuab_gamificacion.pdf)
13. W. Ruiz & A. Aguilera & C. Fúquene, Aprende jugando: el uso de técnicas de gamificación en entornos de aprendizaje, Universidad de La Salle, Colombia [Online]. Available: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/im/article/viewFile/2708/2465>.
14. Y. Kafai, Learning design by making games: Children's development of design strategies in the creation of a complex computational artifact, 1996.