

**Diseño de un entorno pedagógico para la enseñanza de temas básicos en
educación primaria con el uso de kits de robótica comercial**

Glen Camilo Ortega Díaz

Andrés Felipe Téllez Rodríguez

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Electrónica

Bogotá, D.C.

2018



Diseño de un entorno pedagógico para la enseñanza de temas básicos en educación primaria con el uso de kits de robótica comercial

Glen Camilo Ortega Díaz

Andrés Felipe Téllez Rodríguez

Trabajo de grado

Director: Ing. José Guillermo Guarnizo Marín

CoDirector: Ing. Carlos Saith Rodríguez

Facultad de Ingeniería Electrónica

Universidad Santo Tomás

Bogotá, D.C.

2018

Dedicado a Dios Todopoderoso dueño de la ciencia y el conocimiento,
Quien nos ha llevado de su mano, a nuestra familia, que ha sido un gran apoyo.
Agradecemos al Rector Noé Vargas por permitirnos desarrollar la actividad en la
Institución Educativa Luis Carlos Galán, al docente Edgar Ruiz por acompañarnos
en el desarrollo de la actividad, a Sandra Montoya coordinadora del centro de
proyección social en Cazucá y especialmente un agradecimiento al Ingeniero
José Guillermo Guarnizo por su entrega como director en este proyecto.

CONTENIDO

	Pag
1 INTRODUCCION	5
2 JUSTIFICACIÓN	7
3 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
4 ANTECEDENTES	9
5 OBJETIVOS	17
5.1 Objetivo General	17
5.2 Objetivos Específicos.....	17
6 MARCO TEÓRICO.....	18
7 DESARROLLO DEL PROYECTO	20
7.1 Selección de temática de educación básica primaria.	20
7.2 Implementación de metodología a un kit de robótica comercial.	24
7.2.1 Ensamblaje del prototipo	24
7.2.2 Aplicación de programación al diseño robótico	28
7.2.3 Desarrollo de la aplicación móvil LEGO MINSTORM.....	31
7.3 Diseño de guía para aplicación y seguimiento de kit robótica.	39
7.4 Diseño de encuestas y evaluación para el análisis de resultado en el entorno robótico aplicado.	40
8 IMPLEMENTACION Y RESULTADOS EXPERIMENTALES	42
9 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	50
9.1 Conclusiones	52
9.2 Trabajos futuros.....	53
10 BIBLIOGRAFIA	54
11 ANEXOS	58
11.1 Anexo 1	58
11.2 Anexo 2	62
11.3 Anexo 3	63
11.4 Anexo 4	63

1 INTRODUCCION

La aplicación de herramientas tecnológicas en el proceso educativo ha tenido un auge durante la última década, esto debido a los constantes avances que se presentan en el sector tecnológico. Dicha implementación ha logrado captar de una manera positiva la atención de las generaciones venideras, lo que deriva en la aceleración del aprendizaje y desarrollo de nuevas competencias que en el mundo del siglo XXI son indispensables. Con la implementación de este proyecto se busca incentivar el uso de las nuevas tecnologías al sistema educativo del país, además de preparar a la infancia en los retos que se presentan en la actualidad. También se plantea mejorar las herramientas pedagógicas que un docente puede usar para aumentar las competencias de los alumnos y lograr una formación adecuada [1].

En este trabajo de grado se desarrolla la idea de lograr vincular la robótica en un ambiente infantil, en base a lo anterior y según un artículo del periódico El Tiempo “¿Por qué es tan mala la educación en Colombia?” [2] , en el cual Colombia y muchos otros países emergentes se hacen acreedores de un gran déficit en educación básica primaria y básica secundaria, sobre todo en pruebas relacionadas con conceptos matemáticos. Una de las causas de estas falencias se debe a la ausencia de implementación de nuevas tecnologías enfocadas a la educación básica primaria por parte del ministerio de las TICs (tecnologías de información y la comunicación), entidad pública encargada del desarrollo tecnológico del país.

En cuanto a las problemáticas presentes en la enseñanza para la educación básica primaria, se encuentra que las metodologías de aprendizaje son anticuadas y no se adaptan a las necesidades vigentes, a esto se le suma la mala preparación de algunos docentes y sus tradicionales herramientas para enseñar a niños que cursan la básica primaria [3]. Además, se evidencia la necesidad de plantear estrategias pedagógicas con el fin de facilitar el entendimiento entre estudiantes y profesores.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se procederá a diseñar un entorno pedagógico en el cual pueda hacerse uso del kit robótico, para lo anterior se aplica la manipulación de los motores del prototipo robótico, con la finalidad de avanzar satisfactoriamente en el diseño del mismo, este control tendrá diferentes sensores los cuales otorgan una retroalimentación al sistema en desarrollo, todo esto es en base a acuerdo y acompañamiento del grupo de investigación GED y en específico con el director del proyecto planteado.

Una vez se tenga la parte física del entorno en una fase operativa se procede a el diseño de la interfaz del usuario con la máquina, que para este caso será un aplicativo en un dispositivo móvil. Juntas las dos etapas planteadas serán el

entorno pedagógico completo. Finalmente se procede a su despliegue en un aula escolar con el fin de medir su aceptación por parte de la comunidad infantil escolarizada y los docentes.

La elaboración del presente documento se encuentra distribuida en 8 capítulos, los cuales presentan de forma continua al desarrollo expresado anteriormente.

2 JUSTIFICACIÓN

Una de las formas de enseñanza más acogidas por los estudiantes de básica primaria es la educación didáctica y aprendizaje por estímulos, debido a que el aprendizaje cognitivo ha demostrado mejores resultados que el método de tradicionales de aprendizaje explícito [4]. Con el proyecto de diseño de una metodología para la enseñanza, se busca aplicar una nueva herramienta pedagógica dirigida a estudiantes de básica primaria, para el aprendizaje mediante el uso robots programados que tengan interacción con el estudiante, orientándolo en el aprendizaje de determinados temas en la educación a este nivel.

El uso de tecnologías en la enseñanza forma capacidades en los niños de afrontar y resolver problemas, se crea una mejor aceptación en la adquisición de nuevas competencias para el manejo de tecnologías vanguardistas y además desarrolla el interés por métodos como la robótica, ofreciéndole al docente una nueva alternativa para la enseñanza. Se ha convertido en una necesidad vital el uso de las herramientas tecnológicas en el siglo XXI para la formación escolar [5], la era digital rompió con los estereotipos tradicionales de enseñanza, diversificando las fuentes de investigación, además logra aumentar la accesibilidad al conocimiento por medio de diferentes herramientas que han surgido a través de la evolución tecnológica.

Adicional a esto el estado colombiano por medio del ministerio de las tecnologías de la información y la telecomunicación (TIC) destinó recursos en el programa “computadores para educar”, sugiriendo que el gobierno nacional está dispuesto a invertir en las nuevas tecnologías de la información, una de ellas es la robótica para educar la cual ha logrado posicionarse en diferentes países como una nueva alternativa de enseñanza, se ha dado como la respuesta del país para lograr adaptarse a la era digital y con el fin de optimizar y ampliar el conocimiento de la sociedad colombiana [6].

Finalmente, este proyecto visto bajo la visión tomasina, busca que la implementación del entorno robótico en las aulas escolares genera una actualización de herramientas pedagógicas, afectando de una manera positiva dicha comunidad. A su vez que incentiva a la búsqueda del conocimiento y al desarrollo de la creatividad en diversas áreas del conocimiento.

3 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El uso de nuevas herramientas a lo largo de la historia humana ha significado una diferencia entre el avance o el atraso de una sociedad. Al igual que la aparición de la imprenta logró la masificación del conocimiento por medio de los libros en el pasado lo que derivó en una revolución educativa en su momento. Los celulares, tabletas y otros dispositivos tecnológicos marcan en nuestra generación una nueva revolución educativa.

Durante las últimas dos décadas la robótica ha evolucionado aceleradamente debido a la variedad de estudios interdisciplinarios que ha desarrollado el hombre. Entre estas disciplinas se encuentran la medicina, la agricultura, la industria automovilística, la industria militar, la domótica, la salud y la educación etc. Las disciplinas anteriormente mencionadas fueron desarrolladas para suplir con las necesidades de la humanidad.

Teniendo en cuenta el avance tecnológico se evidencia la necesidad de plantear nuevas estrategias pedagógicas con el fin de facilitar el entendimiento entre estudiantes y profesores, hasta el día hoy se ha logrado implementar de una manera positiva el uso de herramientas digitales, un ejemplo es el uso de dispositivos móviles entre otras. Por consiguiente, se plantea un nuevo campo de trabajo que debe ser estudiado y aplicado en el menor tiempo posible para lograr suplir desafíos que la sociedad moderna deberá enfrentar en un futuro cercano.

En este sentido se debe llevar a cabo la aplicación de dispositivos robóticos con el motivo de acelerar el proceso educativo y lograr que los niños se adapten a estos nuevos tipos de hardware, con la finalidad de generar nuevas ideas en los niños que logren una evolución para esta generación.

4 ANTECEDENTES

El “Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza”, trata los procesos con herramientas tecnológicas donde se describe la implementación de robots móviles construido con piezas del kit de robótica LEGO MINDTORMS, como apoyo en la educación preescolar y educación primaria [7]. Se hace evidente el potencial de los ambientes de aprendizaje desarrollados a partir de la robótica educativa. En este documento se describen algunos aportes importantes en donde la robótica contribuye a los procesos educativos, generando una nueva área de estudio denominada “Robótica Pedagógica”. Este término está definido como la disciplina que permite la apropiación cognitiva de estudiantes, en la cual se desarrollan robots para que los alumnos se vinculen al estudio de las ciencias tecnológicas con mayor facilidad, resolviendo problemas de tiempo y comprensión en ciertos temas. Uno de los principales objetivos es la generación de entornos de aprendizaje [8].

En 1975 en la universidad Du Maibe en Le Mans, Francia se usaron sistemas automatizados con fines pedagógicos usando la robótica, se empleó un robot el cual era llamado “encargado-Robot”, dedicado a hacer un tribal para experiencias de laboratorio en el campo de la psicología donde el alumno modificaba unos parámetros por medio del teclado de una computadora, según estos parámetros el robot presentaba formas graficas en la pantalla de la computadora y así el robot puede configurar un gran número de experiencias [9].

Mientras que en México en el año de 1989 en la universidad Autónoma metropolitana y la universidad Autónoma de México trabajaron en la implementación de un robot educativo para el aprendizaje con conceptos informáticos [10].

En Bogotá en el año 2001 un grupo de investigación de robótica de la Universidad Nacional de Colombia, desarrolló proyectos de robótica móvil, uno de estos es la construcción de un robot móvil didáctico para el trabajo con niños de básica primaria donde se enseñaban conceptos básicos de geometría, el robot tenía reconocimiento de cinco comandos de voz [11]. Este no es un tema únicamente europeo o americano también se encuentra presente en Asia como vanguardia que son en temas relacionados en tecnología y Robótica, en la (University Technology MARA Shah Alam, Selangor) en Malasia se resalta que la introducción de estas nuevas tecnologías ayudan a mejorar la competitividad frente a otros países, la educación robótica atraerá a los estudiantes a aprender por sí mismos, además de que pueden ayudar a mejorar las habilidades de pensamiento de los

estudiantes. Por esta razón desde el 2005 el ministerio de educación en Malasia implementó esta actividad como co-curricular a los estudiantes de este país [12].

Para el año 2006 en Bogotá, Colombia, El club de robótica de Maloka desarrolló un robot “polilla” donde el dispositivo buscaba fuentes de luz tal como una polilla real. Con ayuda de este material didáctico, un grupo de tutores enseñaron a niños con edades escolares a programar el “Robot Polilla” y a cumplir con una serie de retos de programación ya que este contaba con un micro controlador dos motores y sensores de luz [13].

En el año 2009 en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia un grupo de investigación robótica implementó y programó un robot LEGO MINDSTORM como herramienta en los procesos de enseñanza, realizando actividades tales como dibujar figuras geométricas con el robot y ayudando a reforzar conceptos en los números naturales con movimientos que Realizaba el LEGO MINDTORMS [14].

En el año 2010 en la Universidad Nacional de Colombia en la ciudad de Medellín un grupo de investigación realizaba actividades con grupos de adolescentes de 14 a 17 años donde ensamblaban una determinada parte del robot para la enseñanza de principios básicos de física como punto de equilibrio, diseño creativo y conceptos de ingeniería [15].

En el año 2012 en un estudiante de la Universidad de Salamanca España documentó las ventajas que tiene trabajar con kits robóticos implementados en áreas de pedagogía con el fin de enseñare temas tales como matemáticas, física, electrónica y otras ciencias, ya que este tipo de tecnología genera ambientes de aprendizaje donde el estudiante puede resolver problemas del mundo real [16].

En el año 2013 en la corporación Universitaria Republicana se hace un proyecto de investigación donde los robots son herramientas que se usan en aulas para motivar a estudiantes enseñando temas en áreas como matemáticas, aritmética, álgebra, cálculo, geometría, entre otros [17].

En el año 2014 en la Universidad Pedagógica de Colombia el grupo GIRA-UPTC presentó las plataformas de programación de uso robots LEGO MINDTORMS NXT V1.0 y V2.0 con los que básicamente se pretende realizar actividades lúdicas con el uso de la robótica, esto con el objetivo de motivar a estudiantes de primaria y a docentes del uso de tecnologías para la estrategia de educación con robótica [18].

Lo que se ha visto al interior de los proyectos de las diferentes instituciones es que se están apropiando tecnologías emergentes abordando prácticas educativas con robots, también se popularizan en la enseñanza de diferentes áreas de la educación conocidas como STEM (Science Technology Engineering and

Mathematics) por sus siglas en ingles. Usando los robots como herramientas de aprendizaje se logra que concepto que son aburrido y difíciles de aprender se conviertan en un proceso divertido y fácil para su enseñanza. De este modo se propone en el documento *"Home-made Robotic Education, a new way to explore"* de la universidad (UNED) de España, que sugiere que luego de unas etapas de enseñanzas y de acompañamiento por parte de docentes y acudientes, el sistema es de alta aceptación, además de lograr resultados favorables en el conocimiento de este, también ayudan a reforzar los vínculos entre personas y el trabajo en equipos que es lo que se plantea en este documento [19].

En Boyacá en el año 2010 se desarrolló una aplicación que empleaba un LEGO MINDSTORM para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje a niveles de preescolar y primaria donde los estudiantes podían dibujar figuras geométricas en pisos planos con ayuda del robot [20].

En el año 2015 en la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá se realizó la implementación de línea robótica escolar donde se mostraba a los estudiantes de decimo y once del Colegio Técnico Jaime Pardo Leal la línea robótica de LEGOMINDSTORM la cual cuenta con sensores, actuadores, lazos de control realimentados y piezas constructivas con el fin de introducirlos a algunos lenguajes de programación como PHP, HTML y CSS3 [21].

En la Universidad de Investigación y Desarrollo en Bucaramanga Colombia se implementó una estrategia para el desarrollo de aprendizaje en ingenierías basado en robótica educativa y competitividad en el año 2013, se realizaron talleres en 15 colegios públicos y privados con el objetivo de lograr llevar la práctica a través de robótica, las nociones matemáticas, electrónicas y mecánicas [22]. En Figura 1 se presentan evidencias de las actividades en los encuentros de robótica el año 2008 y 2009.



Figura 1. Encuentro robótica 2008 y 2009 Fuente [22].

En el año 2007 en la Universidad de Alcalá campus Madrid, se desarrolló actividades de robótica como elemento de motivación para aprendizaje con alumnos de ingeniería, ya que el diseño de robots en el campo universitario ha sido un elemento que fomenta simpatía por la tecnología. También se documentó que los alumnos adquieren una cierta motivación al adquirir conocimientos y técnicas ayudando a su posterior aprendizaje [23].

En el año 2003 en el documento de estrategias didácticas apoyadas en la tecnología se plantea que la robótica educativa tiene un valor en casi todas las fases del aprendizaje en la búsqueda de relaciones, conexión cercana de la realidad con el uso simultaneo de audio, video, texto, hipertexto fotografía etc. Las estrategias de solución de problemas pedagógicos pueden verse favorecida con el uso de la robótica [24].

En el año 2014 en la Universidad Santo Tomas realizo una aplicación para el reconocimiento de patrones numéricos en contextos educativos donde se hacía un reconocimiento de patrones en robótica educativa, la aplicación se socializo con niños entre los 7 y 14 años la cual causo interés por parte de los estudiantes y mantuvo la concentración en la actividad [25].

En el año 2009 en el *Robotic Center of Presidential Lyceum Of Physics And Mathematic de St Petersburg*, se realizaron cursos de robótica orientada a niños de edades escolares con el uso de LEGO Mindstorm y Kits EV3 con el objetivo desarrollar principios básicos en la electrónica, física y programación [26].

En el año 2015 en Perm, Rusia se realizaron estudios relacionados con la robótica educativa con el objetivo determinar el proceso académico. Se hicieron experimentos de laboratorio en escuelas secundarias con escolares de séptimo a noveno grado (186 miembros). Donde se les mostraba los fenómenos físicos con ayuda de un robot. Tales como caída libre y las vibraciones mecánicas que produce un resorte. Estos estudios determinaron que la inclusión de la robótica en el proceso académico desarrolla cualidades personales en los estudiantes y contribuyen a su motivación [27]. En la figura 2 se muestra el robot impuesto en el laboratorio que explica el fenómeno de caída libre.

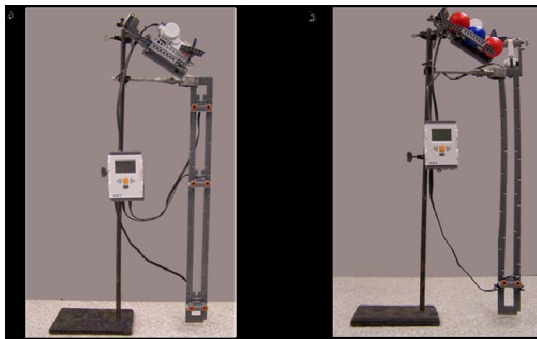


Figura 2 Modelo del entorno robótico para estudiar el comportamiento de caída [27].

El 2015 en el museo de los niños de Austin, Italia se realizó un taller de aprendizaje en ciencia y tecnología, donde les proveía a estudiantes entre los 6 y los 15 años pertenecientes a familias de bajos ingresos la oportunidad de adquirir conocimientos básicos de diseño construcción y programación trabajando con LEGO MINDSTORMS NXT. Estos proyectos desean que los niños aumenten las posibilidades enseñándoles a programar para así desarrollar su capacidad lógica y su creatividad. Se reveló que esta forma innovadora es útil para todo tipo de actividades académicas [28].

En el Instituto de Automática e Informática Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia, España se realizó un estudio de satisfacción a estudiantes un curso de mecatrónica usando un Lego NXT para la enseñanza de ingeniería de control. Los estudiantes tenían la tarea de identificar el sistema, el control mecánico de las ruedas del robot y la generación de rutas para un campo de golf. Se encontró que en uso de robótica móvil en las tareas de laboratorio es muy práctico. Los resultados de este estudio son muy importantes para la obtención de retroalimentación desde el punto de vista de los estudiantes [29]. En la figura 3 se muestra un gráfico de barras indicando la motivación que tuvieron los estudiantes con la inclusión Lego NXT en los cursos de mecatrónica. Las barras de color verde significan los estudiantes que se motivaron al realizar la actividad, mientras que las barras moradas significan la motivación del departamento por la inclusión de la actividad.

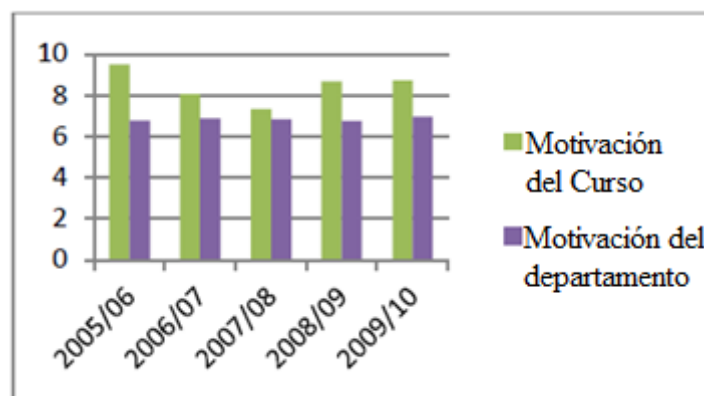


Figura 3. Motivación de los Cursos de mecatrónica Vs Motivación del departamento [29].

La robótica se está introduciendo en muchas escuelas como un entorno de aprendizaje innovador que mejora el desarrollo de las habilidades y la capacidad de pensamiento para ayudar a los alumnos a resolver problemas complejos. Como parte del programa *New Brunswick Canadian Innovation Learnin Funds*, en el año 2009 se realizó un estudio de caso sobre el aprendizaje basado en la robótica en una escuela primaria local con dos grupos de estudiantes de 11 a 12 años de edad. A estos se les pidió resolver una trayectoria para así llevar el robot LEGO

MINDSTORM de la partida a la meta. Los estudiantes usaron códigos del programa mediante los comandos de *RoboLab*. Se concluye que el enfoque de aprendizaje basado en la robótica resulta prometedor debido a que los estudiantes encuentran varios estímulos para competir actividades con robots, así mismo se comprueba las habilidades de pensamientos cognitivos y meta cognitivo, los cuales desarrollan como el conocimiento de la situación y las estrategias de toma de decisiones [30].

En la conferencia internacional sobre la ciencia computacional en el año 2011 en Japón se realizó un sistema de aprendizaje basado en juegos para la teoría de computación usando Robot Lego NXT. Los aprendices podían construir su propio robot gráficamente en la interfaz del simulador y luego construir el robot en la realidad. El objetivo del juego era motivar a los estudiantes a aprender acerca de los robots autómatas mientras ellos se divertían jugando, se vio gran interés, así como se consideró el simulador y el robot como una conveniente herramienta para el aprendizaje de la teoría de autómatas [31].

En el año 2011, en Malasia se presentó el programa *Robotic Teaching For Malaysian Gifted Enrichment Program*, donde se desarrolló de una clase Robótica. Se exploró las posibilidades de usar LEGO MINDSTORM NXT para inculcar a los estudiantes habilidades en ingeniería, programación informática, innovación y creatividad entre ellos. El programa duró 3 semanas de cuales se comprobó que los estudiantes aumentaron su sentido de la creatividad mediante el desarrollo de diversos tipos de robots. Estimulando el pensamiento crítico la comunicación y el trabajo en equipo [32]. En la figura 4 se muestra un robot seguidor de línea el cual fue diseñado y programado por los estudiantes de ingeniería.



Figura 4 Robot seguidor de línea Robotic teaching for Malaysian gifted enrichment program [32].

En el año 2015 en Suecia se observó que los jóvenes presentaban una falta de interés en el campo de las ciencias y las tecnologías. En este contexto, la robótica educativa había ganado atención en las últimas décadas, el uso de robots genera interés en los jóvenes, además de mejorar sus habilidades sociales, este tipo de

tecnología se ha convertido en el enfoque en varios países. Se realizó un estudio en el que participaron diferentes escuelas. Se investigó los efectos de robótica con el uso de Lego con el objetivo de entrar en campos de las matemáticas y las habilidades para resolver problemas. Los investigadores encontraron mejoras significativas de la intervención de la robótica lo que sugiere un impacto positivo de las actividades de robótica abordando temas como matemáticas e investigación científica [41].

En Suecia en el año 2017 se desarrolló una investigación de robótica con niños, el objetivo era explorar el beneficio educativo que tenía el niño mediante el uso de la robótica. Se implementó un tutor robótico en una escuela de primaria de Suecia durante 3,5 meses el objetivo de este trabajo era explorar los desafíos que existen en la actualidad cuando se incluyen tutores robóticos en las aulas, El robot fue diseñado para dar clases a los estudiantes en actividades basadas en estudio para la geografía y estudios sociales en educación primaria, en las clases se desarrollaban actividades para familiarizar a los estudiantes con la lectura de mapas, en las que el robot les entregaba instrucciones tales como puntos cardinales distancia y mapas. Un ejemplo de las instrucciones eran que el tesoro esta al oeste de museo, el tesoro está a 100 metros de la playa, el tesoro está enterrado en el bosque. Los estudiantes contaban con una pantalla *Touch* de 55" en la cual podían desenvolverse con las instrucciones del robot. En la figura 5 se muestra el mapa en el que el estudiante podía moverse y el robot proporcionando instrucciones de la actividad. Finalmente se concluyó que los robots tienen la facilidad de interactuar con niños lo que estimula un fácil aprendizaje [33]. En la Figura 5 (a) se muestra el mapa de la ciudad y en la Figura 5(b) se muestra la interacción del estudiante con el tutor robótico.

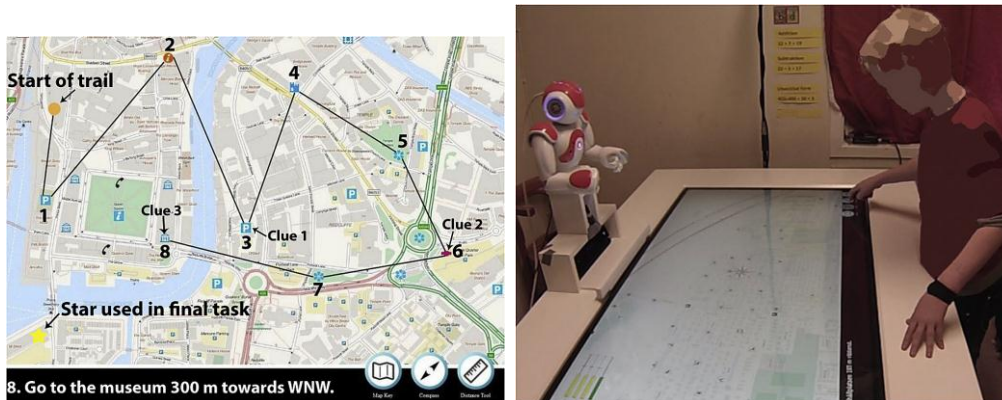


Figura 5 (a). Robot tutor mapa, Figura 5 (b). Estudiante desarrollando la actividad [33].

En Taiwán en el año 2009 se diseñó un sistema *RoboStage* con el objetivo de investigar del aprendizaje con robots y diseños simulados. El *RoboStage* es un ambiente de aprendizaje en el cual los estudiantes pueden aprender inglés con entornos simulados, el experimento del estudio llevado a cabo con 36 estudiantes de secundaria. En la actividad Los estudiantes podrían ordenar al robot moverse en el escenario el cual constaba de edificios, calles, señales de tránsito etc. Los cursos trataban de como desenvolver al alumno en ambientes de habla inglesa, un ejemplo de estos cursos trataba de como pedir comida en un restaurante. En el experimento hubo 25 palabras aprendidas por cada curso. Los resultados indicaron que *RoboStage* mejorado significativamente la motivación de aprendizaje [34]. En la siguiente Figura 6 se muestra a los estudiantes desarrollando la actividad con el *RoboStage*.

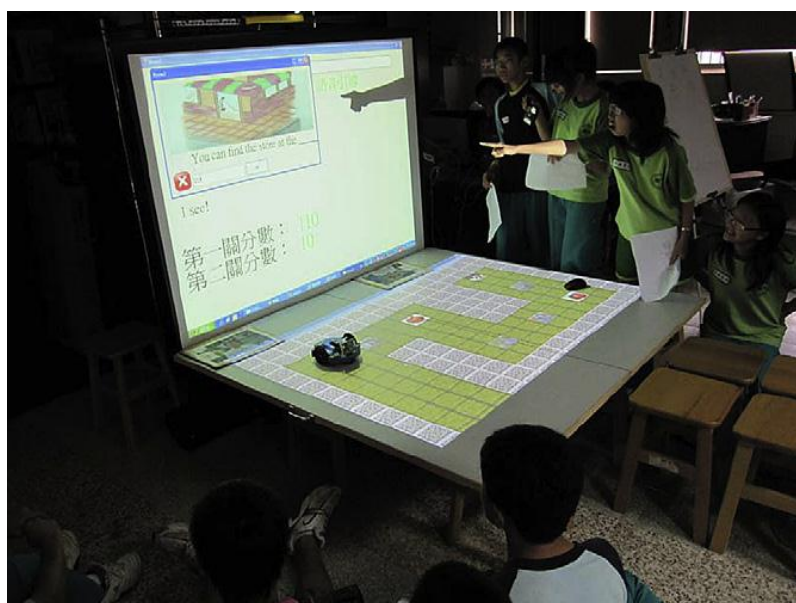


Figura 6. Actividad de aprendizaje con el *RoboStage* [34].

5 OBJETIVOS

Conforme al problema mencionado anteriormente, este trabajo de grado llevara a cabo bajo los siguientes objetivos.

5.1 Objetivo General

Diseñar un entorno de enseñanza que involucre un kit robótico comercial como herramienta didáctica para la educación en temas de básica primaria.

5.2 Objetivos Específicos

- Buscar una problemática en la metodología de enseñanza sobre un tema en educación de básica primaria en la cual se pueda aplicar la robótica para la solución de la misma.
- Aplicar una metodología para la enseñanza de un tema específico en básica primaria, mediante el uso de un kit de robótica comercial.
- Diseñar e implementar una guía en la que cualquier docente, sin conocimiento de robótica, pueda ser capaz de hacer uso del kit robótico comercial para la enseñanza de un tema de básica primaria.
- Validar el método propuesto mediante la realización de una clase del tema seleccionado por parte del profesor y evaluar el desempeño mediante realización de encuestas a los estudiantes.

6 MARCO TEÓRICO

La metodología de educación es una forma de enseñanza que se basa en las teorías del aprendizaje. “Como son el conductismo, cognitivismo, constructivismo y últimamente el colectivismo. Cada paradigma tiene sus procesos, actividades y métodos de actuación” [35].

El propósito de metodologías de educación es la formación en todos los aspectos del hombre, a esto se le conoce como formación integral que pretende el desarrollar múltiples habilidades y dimensiones inherentes a la actividad humana, tales como actividades físicas, lúdicas, o culturales en general. También encontramos la formación intelectual, moral, espiritual, en los cuales se logran los procesos de aprendizaje para la formación del aprendiz [36]. El modelo de formación está dado por una variedad de factores y uno de ellos también es el constante avance en las estrategias pedagógicas. Estas son aquellas acciones que realiza el docente con el fin de lograr explicar un tema de tal manera que pueda ser comprendido por los estudiantes, también se tiene en cuenta el contexto social en el cual se desarrollan y las diferentes alternativas que pueden ser aplicadas para la mejor comprensión de los estudiantes según sea el caso [37].

En la actualidad los métodos de enseñanza y aprendizaje han sido replanteados en base a las exigencias de mundo moderno. De allí el porqué del uso de nuevas herramientas y diferentes estrategias pedagógicas que se implementan, una de estas alternativas es la aplicación de robots móviles en la educación de los estudiantes a temprana edad. “Estos tienen la capacidad de moverse en su entorno y no se fijan a una ubicación física. Son foco importante de la investigación actual. Así mismo la robótica móvil se encuentran también en la industria y los servicios” [38].

Con nuevas metodologías de enseñanza se debe tener en cuenta la evaluación y condiciones de calidad, estos se definen como uno de los procesos fundamentales de la educación “Constituye en un eje estratégico y dinamizador de la vida académica y del desarrollo del currículo en orden a garantizar que el proceso pedagógico cumpla condiciones de avance y calidad que ayuden a lograr y mantener adecuados niveles de consistencia” [37]. Para poder tener un proceso de evaluación es necesario tener en cuenta todos aquellos elementos de comparación que se necesiten para lograr la meta del proyecto que se haya propuesto alcanzar.

Para poder llevar un aprendizaje adecuado con el niño es necesario establecer el medio ambiente en el que este interactúe, ya que el aprendizaje y el ambiente están fuertemente relacionados, es decir un entorno donde los niños desarrollan

sus habilidades y adquieren destrezas además de aprender conductas motrices que lo desarrollan físicamente.

Para los psicólogos cognitivos el estímulo no es algo separado del sujeto, sino que es algo construido activamente por el sujeto, algo que asimila de los hechos del ambiente y acorde con sus estructuras cognitivas previamente existentes, entonces se puede decir que el conocimiento identificado con las estructuras cognitivas no es impuesto al organismo desde el exterior, sino que es algo inherente al individuo, es construido continuamente en la interacción del individuo con el medio ambiente. El conocimiento es el resultado de las acciones del sujeto sobre el objeto [39].

El desarrollo cognitivo involucra el desarrollo de las habilidades, procesos creativos e imitativos abstracciones que llevan al niño a conocer su mundo exterior, interpretarlo y analizarlo. De esta manera analizaremos el desarrollo del niño en algunas áreas que le puedan ayudar a adaptarse con su mundo exterior.

En ambientes intelectuales el niño aprende a razonar a pensar y a crear estrategias que lo ayudan a solucionar problemas. De los 3 a los 7 años la enseñanza por medio de programas recreativos capta la atención de los infantes, logrando así que estén alertas para detectar nuevas formas con las cuales nutren un buen aprendizaje.

Un gran número de pruebas indican que un estado socioeconómico bajo produce ciudadanos de bajo nivel educativo. Se han realizado estudios donde se muestra que niños de condiciones socioeconómicas bajas tienen un lenguaje deficiente, vocabulario pobre y baja comprensión de lectura, esto conlleva a que los niños pertenecientes a este nivel estén en desventaja con las clases más favorecidas en la época escolar, por lo cual los primeros van encaminados a presentar un mayor número de deserciones [40].

7 DESARROLLO DEL PROYECTO

En conformidad a los objetivos establecidos para el desarrollo del proyecto, se da inicio mediante la búsqueda de una problemática en la enseñanza de un tema en educación de básica primaria, en segunda instancia se efectúa la adecuación de una metodología existente para su implementación en un sistema robótico. Adicional a ello, se realizan una guía con el fin de lograr el adecuado desarrollo en la metodología adaptada al sistema robótico previamente nombrado.

7.1 Selección de temática de educación básica primaria.

Con el fin de lograr conocer una problemática académica en la cual se deba priorizar, se procede a consultar dos índices referentes en evaluación educativa, una a nivel global y otra local.

Para el primer caso se utilizan el registro otorgado por la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), en el cual participan alrededor de 70 países. Donde son evaluadas las competencias matemáticas. Esta evaluación es aplicada cada 3 años a los jóvenes mayores de 15 años.

Como se puede ver en la figura 7 hay una leve mejora del año 2012 al 2015 lo que denota un esfuerzo a nivel nacional por lograr alcanzar un nivel adecuado, sin embargo, para estándares internacional seguimos relegados con una diferencia del 26% con referencia de la OCDE.

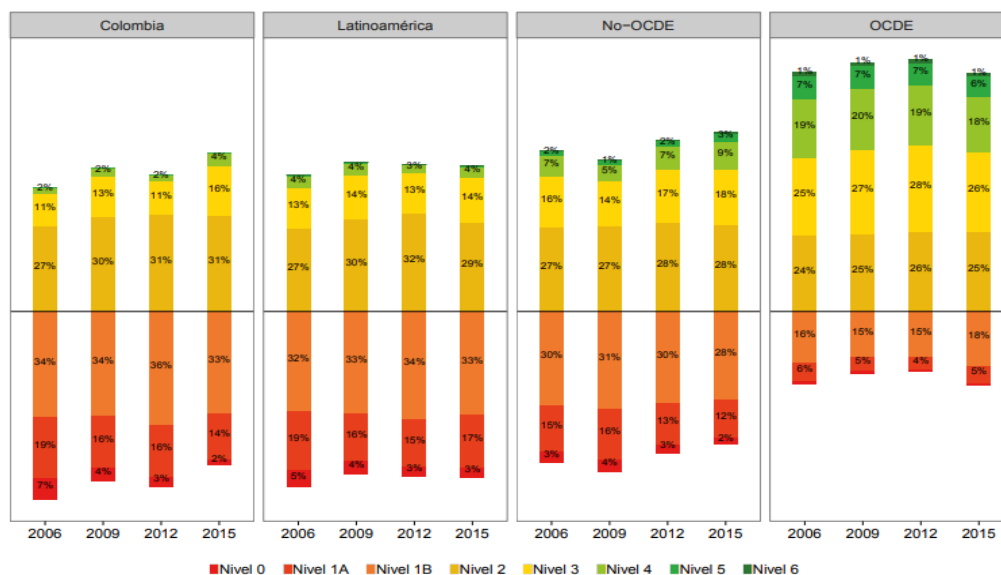


Figura 7. Nivel de desempeño en ciencias [41]

Si bien en la figura 8 se sugiere que en comprensión de lectura es apreciable una notable mejora de 8 puntos porcentuales en los niveles 0, 1A, 1B que son considerados insuficientes en comparación a las pruebas realizadas en el año 2012, sigue existiendo un rezado frente a la OCDE. Siendo esta la mejor competencia a nivel nacional se requiere un mayor esfuerzo para lograr ser competitivos frente a los países miembros de la organización.

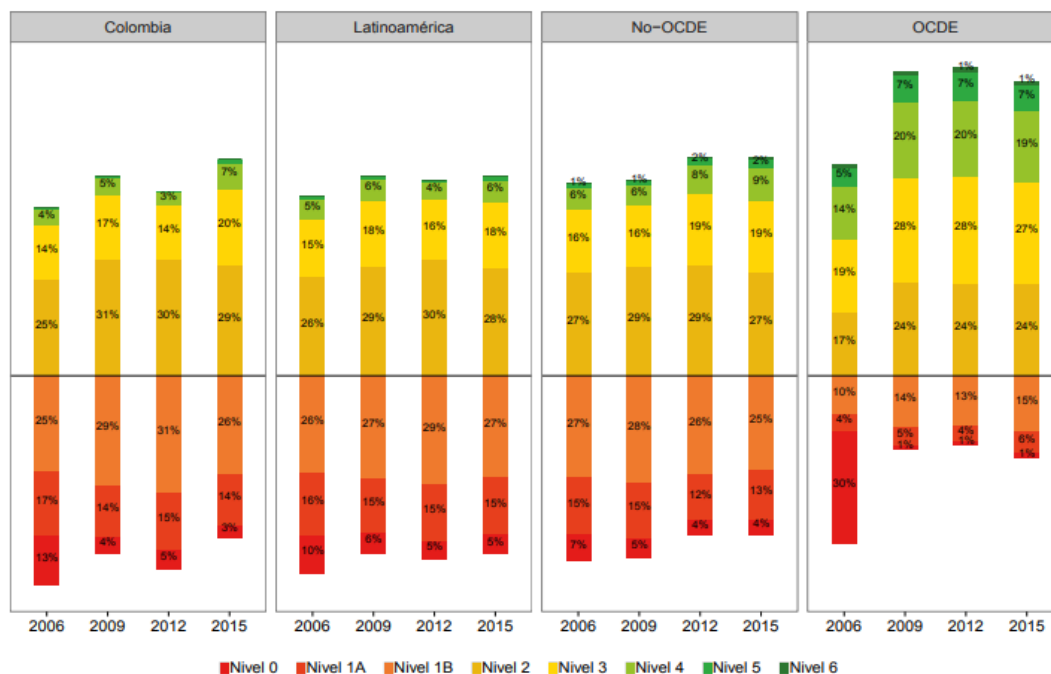


Figura 8. Nivel de desempeño en lectura [41]

Por último, se puede ver en la figura 9 que en el desempeño matemático es donde se puede apreciar la brecha más grande, donde el 66% de los estudiantes colombianos no supera el objetivo mínimo para dicha materia, y como en las demás competencias evaluadas Colombia se encuentra por debajo de la media de los países miembros de la organización.



Figura 9. Nivel de desempeño en matemáticas [41]

Una vez evaluado el entorno global se procede a realizar un análisis con se efectuó con las pruebas de la OCDE, con la diferencia de que en este caso será a nivel local, para ello es analiza la figura 10, la cual corresponde a los resultados de las pruebas saber del grado tercero del año 2017. En este se muestra que los 43 % de los estudiantes analizados no están en el estado de satisfactorio, lo cual evidencia que existe un problema en el espacio académico el cual corresponde a la materia de matemáticas.

Posterior al analisis de los alumnos del grado tercero donde se evidencia un problema en el area de matematicas se procede a examinar los resultados del grado quinto, Para ello la figura 11 denota que la situación en los estudiantes para este grado tiende a ser aun mas bajo, ya que el 62% de los estudiante no cumplen satisfactoriamente el conocimiento en matematicas y de ese dato el 31% tiene un nivel insuficiente.

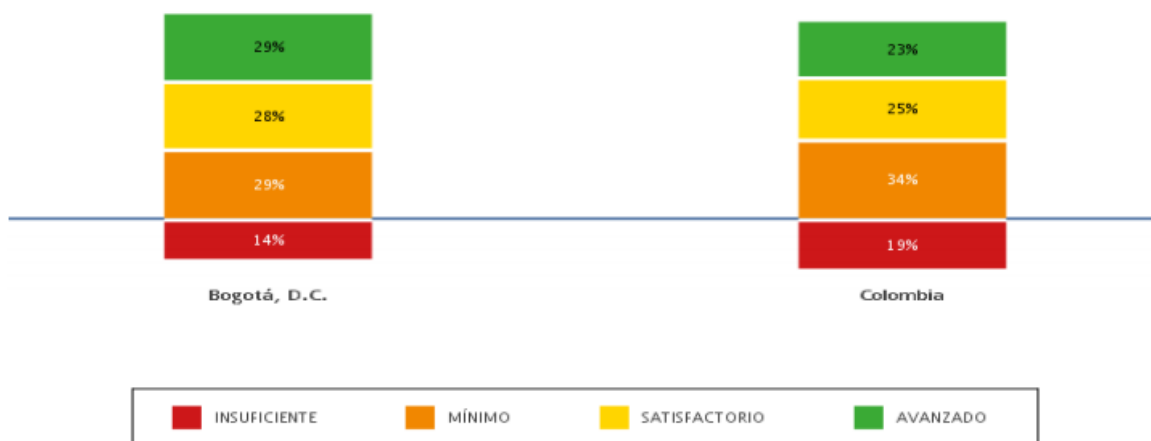


Figura 10. Resultados pruebas saber 2017 grado tercero en área de matemáticas.

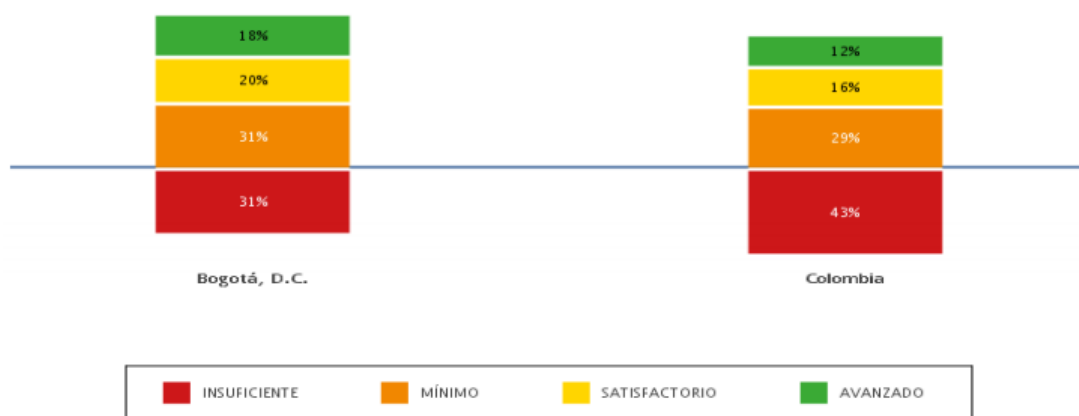


Figura 11. Resultados pruebas saber 2017 grado quinto en área de matemáticas.

Para concluir el análisis de las pruebas pisa y en base a los exámenes estatales en Colombia, los cuales son aplicados anualmente a estudiantes que se encuentren cursando tercer, quinto y noveno grado, en donde son presentados informes por parte del estado con el fin de llevar un control efectivo sobre el nivel educativo del país, se procede elegir el espacio curricular de matemáticas como la temática que puede tener un mayor impacto positivo en el corto plazo, con la aplicación del entorno pedagógico.

7.2 Implementación de metodología a un kit de robótica comercial.

Inicialmente se familiarizó con el sistema robótico LEGO MINDSTORM y con su lenguaje de programación predeterminado de fábrica NXT, este es un lenguaje gráfico de alto nivel. Se efectuó dicho ejercicio con la finalidad de conocer las funcionalidades que ofrece este kit robótico y de esta manera aprovechar al máximo los recursos del mismo.

Una vez finalizado el ejercicio de reconocimiento donde fueron evidenciados los límites del kit robótico, se procede a plantear diferentes estrategias con dichas característica y sin haber olvidado la temática elegida bajo criterios expuesto en el área inmediatamente anterior, una de ellas fue hacer un circuito donde el LEGO tuviese un recorrido que por medio de preguntas aplicadas en una interfaz gráfica con el usuario lograra moverse según el estado de la respuesta, siendo correcto el significado de avanzar y el caso opuesto el de no accionar el movimiento del robot.

Para ello se plantean tres etapas de desarrollo donde se involucran las ideas del diseño estéticos y funcional del prototipo, la segunda de las etapas abarca los sistemas lógicos del LEGO MINDSTORM, es decir la programación del mismo y una última etapa de interacción humano maquina la cual será implementado en un aplicativo móvil.

7.2.1 Ensamblaje del prototipo

En la fase de construcción y modelamiento del robot se presentaron diferentes propuestas, como parte del proceso se armaron varias formas del seguir de línea. Con el argumento de lograr una figura llamativa pero que a su vez fuera funcional, se opta por seguir el plano sugerido por la nxtprograms [42], donde se ilustra la imagen de un perro, como se puede apreciar en la figura 10.

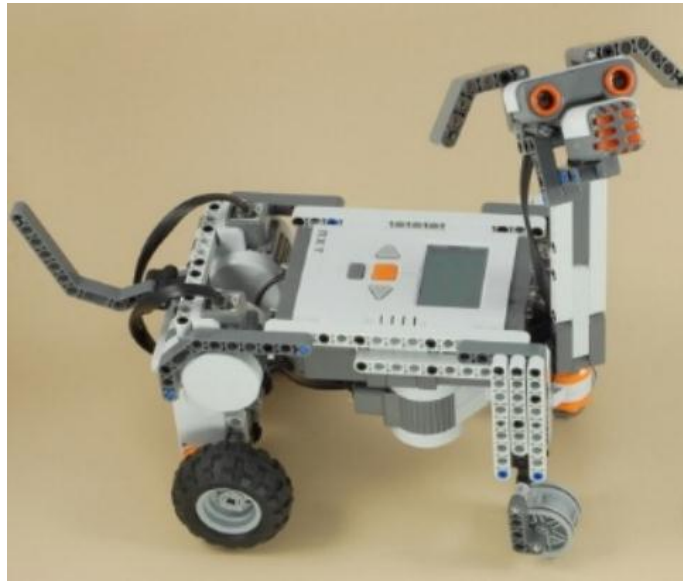


Figura 12: Modelo robótico LEGO MINDSTORM.

Luego de haber armado el modelo se dispone a colocar los sensores que permitan realizar el seguidor de line y lograr efectuar su detención en cada una de las estaciones. Para ello se utiliza un sensor de luz como se puede ver en la figura 13 y otro más de color fabricado por la empresa hit tecnicolor.

El primero cuenta con dos modos de operación, en el primer estado es capaz de medir la luz ambiente y para el segundo enciende un led el cual mide la intensidad de luz que se refleja desde una superficie al sensor en cuestión, de este modo el sensor arroja dato al bloque de control principal que es convertido en porcentaje, donde el valor más oscuro tendera a 0 y el dato que denote más claridad tendera a 100, cabe mencionar que este sensor cuenta con un distancia optima de lectura de 15cm y una taza de refrescó por muestra de 2,5 milisegundos [43], arquitectura a nivel de circuito se denota en la figura 14 .



Figura 13.sensor de luz LEGO MINDSTORM

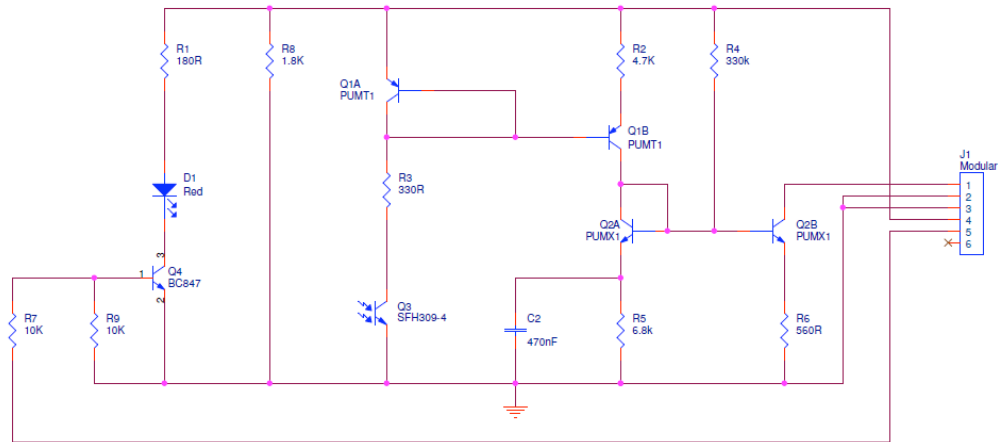


Figura 14. Esquemático sensor de luz LEGO MINDSTROM.

Durante la fase de desarrollo del proyecto no se contaba con el sensor de luz en una primera instancia, por ello se procedió a usar dos sensores de color los cuales deberían cumplir con las funciones de hacer que el robot siguiera la línea y se detuviera en cada estación, al momento de ser implementado en el modelo físico se pudo apreciar que la lectura de colores era muy variable con diferentes factores como la variación de luz, movimiento, resaltos en la pista entre otros debido a su tiempo de refresco y su óptimo alcance de visión como se explicara más adelante en este documento durante el análisis del sensor de color.

Lo que llevo a tomar la decisión de adquirir un sensor de luz para la tarea del seguidor de línea, como se puede apreciar en la figura 15(a) el prototipo tendrá que estar dispuesto en uno de los laterales de la línea, esto se hace con el fin de encontrar un diferencial de tonos el cual se denota en la figura 15(b), donde se ve que los extremos tienen una variación porcentual de 5 puntos al centro.

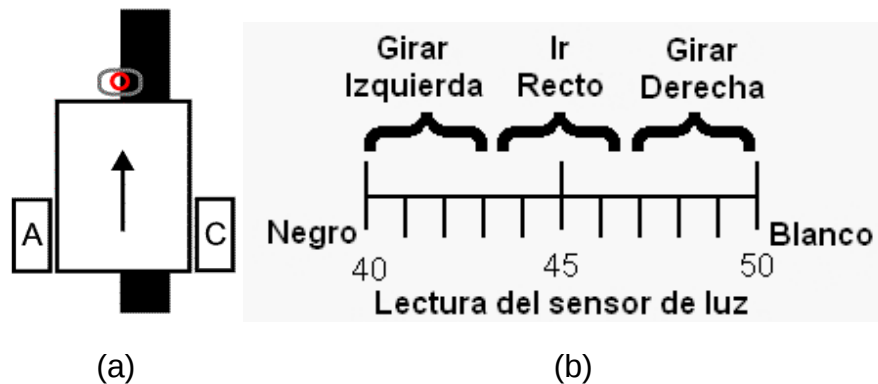


Figura 15 (a) y (b). Modelo de seguir de línea y lectura de intensidad de luz reflejada por el sensor

En el caso del sensor de color se tiene un LED blanco y un chip especializado sensible al color. Este chip tiene tres áreas sensibles cubiertas por filtros rojo, verde y azul. Este a su vez posee un tiempo de muestreo de 17 milisegundo y una distancia de 2cm a la superficie del objeto para leer el color de forma precisa.

Una vez se conocen las características del sensor es necesario abarcar la teoría del color con la finalidad de explicar el funcionamiento del mismo. En dicha teoría se explica que los cuerpos opacos absorben la mayoría de luz que los impacta y por lo tanto reflejan una mínima cantidad de ella, en contraste con un cuerpo que refleja todos los colores del espectro haciendo así que el objeto parecerá blanco. De este mismo modo funciona el sensor, ilumina una superficie y verifica que colores fueron reflejados para entregar un dato correcto con se puede apreciar en la figura 16.

Con base a lo anterior se procede a seleccionar un color, el cual será colocado en cada estación de parada. El sensor cuenta con unos valores predeterminados por el fabricante, los valores cambian dependiendo el color que el sensor perciba, los valores están entre el 0 y el 17 como se puede ver en la figura 17. En los valores medios de la tabla se encuentran el color verde, amarillo y rojo siendo este último seleccionado por ser uno de los colores que no se acerca al color negro que rodea la pista y con muy baja probabilidad de ser confundido con el color blanco de la línea de pista para el robot seguidor de línea.

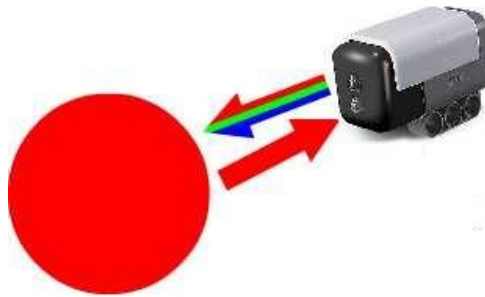


Figura 16. Funcionamiento sensor de color LEGO MINDSTORM. [43]

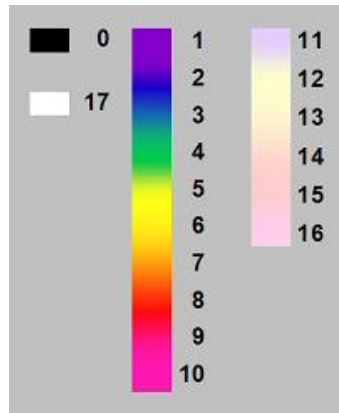


Figura 17. Tabla de colores para el sensor de parada

7.2.2 Aplicación de programación al diseño robótico

Durante el diseño de la programación para el prototipo primero se efectuó una caracterización de los componentes de LEGO MINDSTORM con el fin de conocer las capacidades y limitación a nivel de hardware del robot. Empezando con el bloque de control del nxt 2.0 el cual cuenta con las siguientes especificaciones:

- El procesador principal posee un microprocesador Atmel de 32 bits ARM de 256 KB de Flash, 64 KB de RAM y un reloj de 48 MHz.
- El procesador secundario posee un microcontrolador Atmel de 8 bits AVR de 256 Kb de Flash, 64 Kb de RAM y un reloj de 48 MHz.
- Posee mayores capacidades de ejecución de programas, evitando que los procesos inherentes de varios paquetes de datos colisionen y produzcan errores y un posible error en la ejecución del software.
- Comunicación vía Bluetooth, de la clase II V2.0
- Comunicación mediante el puerto USB con una velocidad de 12 Mbit/s.
- Posee 4 puertos de entrada y 3 puertos de salida, mediante cable de 6 líneas.
- Tiene una LCD monocromática con resolución de 100 x 64 pixel.
- Un altavoz de 8 KHz, con una resolución de 8-bit y una resolución de 2-16 KHz de muestreo.
- Posee 4 botones para la interfaz de usuario.
- Alimentación es de 6 pilas AA.

Como se puede ver en la característica del bloque maestro es posible realizar tareas en paralelo, a su vez posee diferentes entradas y salidas para el control de dispositivos externos que para este caso será servo motores y sensores de luz y color. También se cuenta con el protocolo de comunicación Bluetooth y un altavoz.

En el apartado del software se pudo apreciar que en lenguaje de programación a usar tuvo que ser descargado debido a que el lenguaje predeterminado nxt era muy limitado en las acciones que podía efectuar, para ello se eligió un programa que tuviera compatibilidad con el LEGO MINDSTORM y al mismo tiempo se pudiera programar en un lenguaje parecido al lenguaje C, para ello fue necesaria la implementación del lenguaje *Brinck Comman Center*.

Una vez son identificadas las limitaciones y características a nivel de hardware y software se procede al diseño de código, como se puede ver en el (anexo 1), son inicializadas las variables necesarias para este programa, así como a su vez son incluidas las librerías para el correcto funcionamiento del código, para efectos de lograr una legibilidad y comprensión adecuada son definidas las variables que pertenecen al control PID usado para el seguidor de línea, el archivo donde se guarda el sonido del ladrido y un tiempo de muestreo.

Para el desarrollo del código se manejaron tareas de subrutinas y paralelismo, como se muestra en la figura 18 se aplica una subrutina la cual se encarga de verificar la conexión con la aplicación de control creada en App Inventor, en la figura 19 se muestra como al no encontrar la conexión con el dispositivo es generado un mensaje de error y es detenida la ejecución del programa.

Además de las multitareas son iniciados los sensores de luz y de color que serán los encargados de guiar al prototipo a lo largo de la pista, como es visible se antepone el puerto de entrada donde será conectado dicho dispositivo y seguido a esto son agregados el tipo de sensor de color.

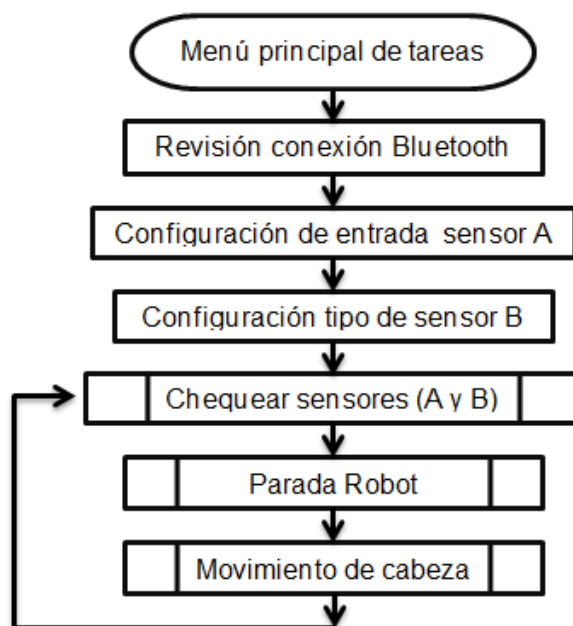


Figura 18. Main principal del sistema y activación de sensores.

```

sub BTCheck(int conn){
    if (!BluetoothStatus(conn)==NO_ERR){
        TextOut(5,LCD_LINE6,"Error");
        Wait(1000);
        Stop(true);
    }
}

```

Figura 19. Subrutina de control de conexión a la aplicación móvil.

En la figura 20 se puede apreciar el control pid aplicado al prototipo donde el sensor(IN_1) “sensor de luz” es encargado de realimentar el sistema, cabe aclarar que el setpoint fue predefinido previamente teniendo en cuenta las condiciones de luz y posibles defectos en la pista.

Al no contar con una función de transferencia para el modelo robótico fue necesario obtener los valores para las constantes de proporcionalidad de manera experimental.

```

task chequear_sensores()
{
    TextOut(1,LCD_LINE1,"Setpoint");
    NumOut(60,LCD_LINE1,setpoint);
    |
    while (true)
    {
        actual_position= Sensor(IN_1);
        error = setpoint - actual_position;
        proportional = Kproportional * error;
        integral = integral + error;
        derivative = (error - previous_error) / dt;
        output = proportional + Kintegral * dt * integral + Kderivative * derivative;
        previous_error = error;

        left = speed - output;

        right = speed + output;
    }
}

```

Figura 20. Tarea control pid en prototipo robótico.

En la tarea de parada fue utilizado el sensor de color, el cual cuenta con formato R G B (Red, Green, Blue). Este se encuentra conectado a el puerto de entrada número tres del bloque maestro, su función es como se mencionó previamente de devolver un valor numérico en función del color percibido por el mismo.

Al observar la figura 21 se puede deducir que hay un condicional que se encuentra en un rango de 7 a 8, de cumplir esta condición avanzará en línea recta por 200 milisegundos, luego se detendrá y posteriormente finalizará el programa.

```

task parada()
{
    while (true)
    {
        ReadSensorHTColor(IN_3, para, r, g, b);
        NumOut(58,LCD_LINE6,para);
        Wait(100);

        if ( (para == 7) || ( para == 8 ) )
        {
            OnFwd(OUT_AB,30);
            Wait(200);
            Off(OUT_AB);
            Stop(true);
        }
        para=0;
        ClearScreen();
    }
}

```

Figura 21. Tarea detencion en paradas por estacion.

En la figura 22 se encuentra el moviento por grados de un servomotor, este es el encargado de mover la cabeza del robot 15 grados en sentido de las manecillas del reloj para posteriormente devolverla a su posicion original, ademas cuenta con el comando de llamar al archivo de sonido donde se encuentra guardo el ladrido canino elegido para posteriormente reproducirlo mediante el altovoz incluido en el bloque maestro.

```

task cabeza()
{
    while (true)
    {
        RotateMotor(OUT_C,30,45);
        RotateMotor(OUT_C,30,-45);
        Bark;
        Wait(500);
    }
}

```

Figura 22. Tarea de movimiento de cabeza y ladrido del prototipo.

7.2.3 Desarrollo de la aplicación móvil LEGO MINSTORM

Con el prototipo robótico ya implementado, se busca la manera de interactuar con una interfaz muy dinámica y de fácil comprensión que para un alumno sea llamativa, para ello se crea una aplicación móvil por medio de un lenguaje de programación de alto nivel llamado App Inventor 2, en la cual se desarrolla la aplicación previamente mencionada.

En el contexto del desarrollo de la aplicación vale la pena aclarar que en la plataforma web App Inventor 2 dispone de dos modos de programación, el primero de ellos es diseñador donde se dispone la posición de los objetos que se mostraran en las diferentes pantallas de la aplicación incluyendo la principal y la posibilidad de agregar diferentes herramientas las cuales se podrán administrar en el segundo modo, para este se opera el código de cada uno de objetos puesto previamente, se denomina bloques debido a que la programación es de alto nivel con conjuntos de recuadros los cuales tiene acciones preestablecidas, las cuales pueden ser modificadas con el fin de lograr realizar las acciones requeridas por el programador.

Para este proyecto se utilizaron las herramientas especificadas en la figura 23. En donde fue necesario el uso de temporizadores, notificaciones, protocolo de Bluetooth, registros de memorias que pudieran almacenar datos en el intercambio de una pantalla a otra y por último comandos directos hacia el LEGO MINDSTORM.

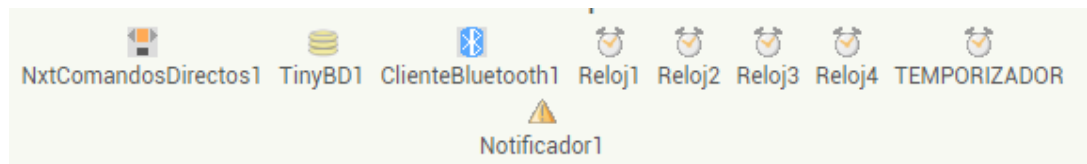


Figura 23 . Herramientas App Inventor 2

Como se puede ver en la figura 24. La pantalla principal muestra un sistema de selección de equipos el cual es parte de la estrategia implementada en el uso del prototipo, de este modo se estimula la competitividad entre los alumnos con el fin de lograr un mejor resultado en las pruebas a realizar. A su vez estimula el trabajo en grupo, ya que el sistema esta pensado para que un equipo pueda apoyarse en los miembros que lo componen para lograr una respuesta correcta.



Figura 24 . Pantalla principal de aplicación.

Para este segmento se generan dos campos de texto como se puede observar en la figura 25, en los cuales se introducen los nombres de los equipos, una vez se llenen los campos de texto se le pide a usuario validar los nombres colocados previamente por medio de casillas que se rellenan al presionar para final poder empezar la actividad.

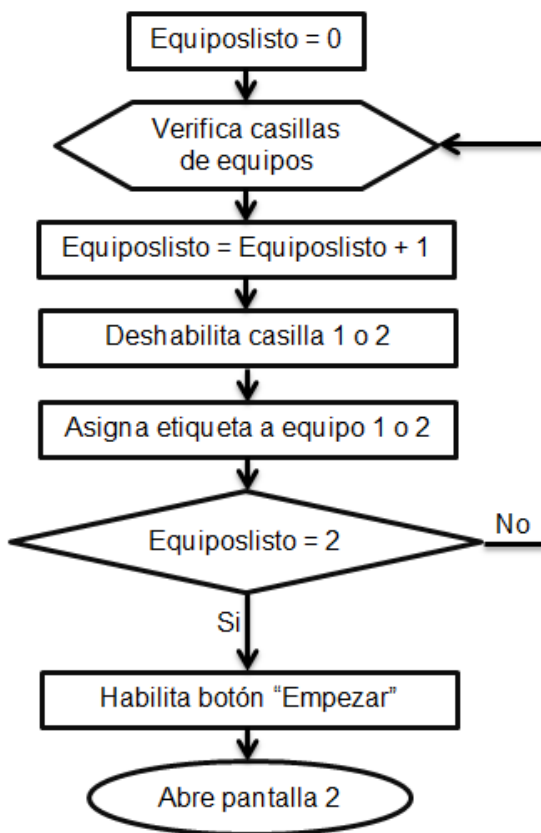
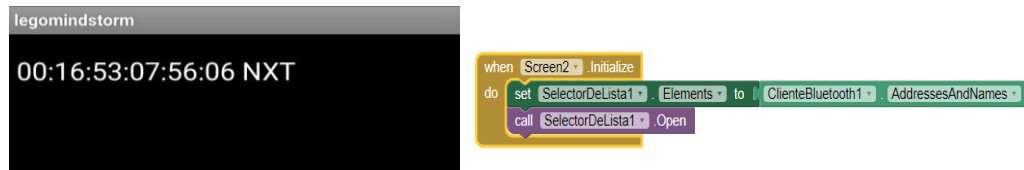


Figura 25 . Código de aplicación pantalla principal.

En la figura 26(a) es elegida la conexión del dispositivo móvil con el LEGO MINDSTORM, mediante un menú desplegable, el cual es representado en la sección de código de la figura 26(b), donde se habilita la conexión Bluetooth y a su vez es desplegada una lista para la selección del prototipo robótico.

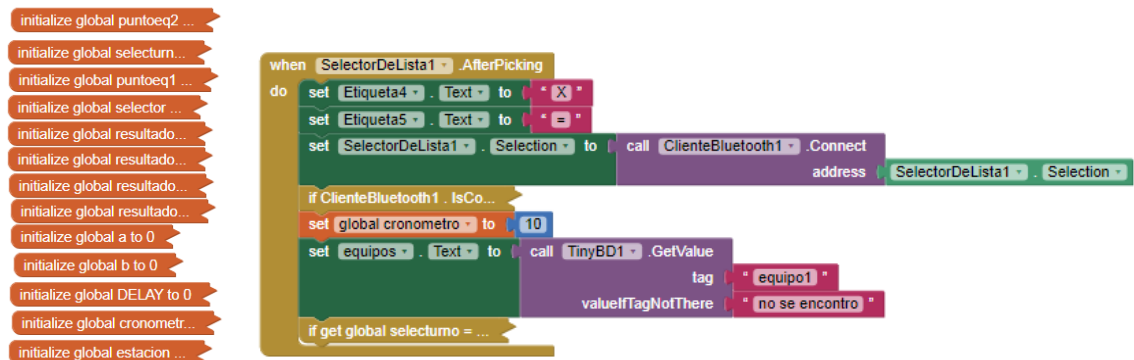


(a)

(b)

Figura 26 (a) y (b). Menú de selección desplegable y habilitación y selección de Bluetooth App Inventor.

Una vez se establece la conexión con el robot se procede a iniciar las variables para el control de turnos por equipo y registro de respuestas correctas entre otras. Además, son Inicializadas de variables para la implementación del generador de números aleatorios e inicialización de temporizadores para control de tiempos de respuesta como se puede apreciar en la figura 27(a) y (b) respectivamente.



(a)

(b)

Figura 27(a) y (b). Inicialización de variables, arranque del generar de números aleatorios y selector de turnos.

Después de haber preconfigurado los elementos a usar en la pantalla de diseño, para posteriormente explicar cómo se iniciaba y establecía la conexión Bluetooth, además de haber iniciado las variables necesaria se procede a ejecutar la asignación de graficas en la pantalla secundaria , estas indicaran los signos de (=) y (X), los comando nombrados estarán presente a lo largo de toda la ejecución del programa, junto con la asignación de turnos y la generación de dos números aleatorios que oscilan entre 0 y 10, los cuales son operados por un multiplicador para generar un resultado el cual es guardado en una variable con el nombre

respuesta correcta, la cual será asignada a una de las casillas en la segunda pantalla después de haber completado el proceso de sorteo.

Como se puede apreciar en la figura 28, seguido a la generación de una multiplicación se crean tres variables las cuales son llenadas con números aleatorios del 0 al 100, esto con el fin de ocupar las casillas con posibles soluciones diferentes a la respuesta correcta, una vez efectuado este proceso es realizado el sorteo de la casilla a la cual será asignada la respuesta correcta y de este modo es creado el sistema educativo para los alumnos.

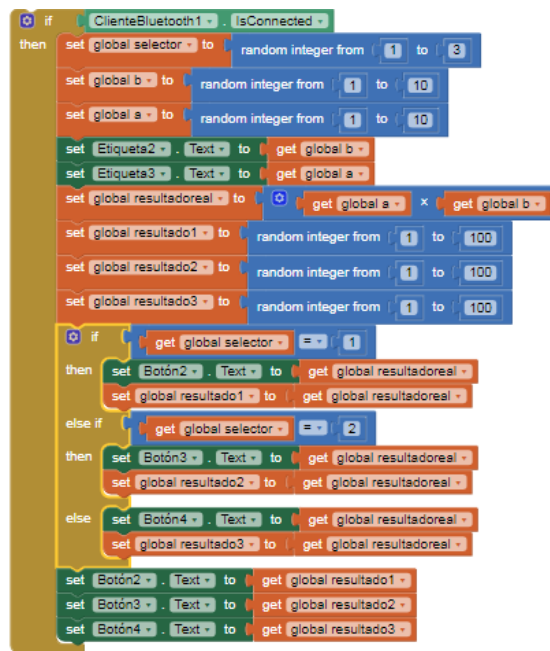


Figura 28. Generación de numero aleatorios, proceso de multiplicación y asignación de casillas

En contexto con el programa y con se puede ver en la figura 29, se procede a diseñar el selector de turno el cual tendrá la función de mantener los puntos ganados por cada uno de los equipos, además debe notificar el cambio de turno mediante ayudas visuales como, por ejemplo:

- cambios de color en el fondo de campo de texto.
- variación en el campo de texto que cumple la función de mostrar el nombre del equipo que previamente haya si escrito en la primera pantalla.

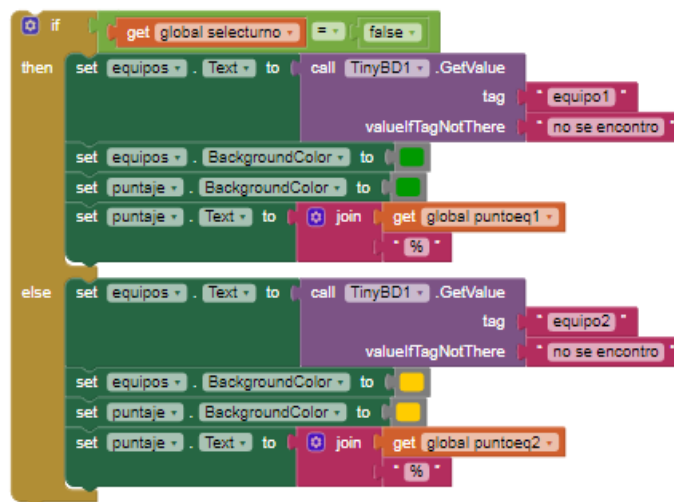


Figura 29. Selector de turnos por equipos

Usando botones en el área de diseño se pueden hacer variables interactivas en la interfaz con el usuario, con se explicó previamente los botones “casillas” son ocupado con el valor de la multiplicación y además con otros datos numéricos de tipo aleatorio. Para la figura 30 se muestra como es aplicado el código de bloques para la herramienta botón, esta funciona como una programación orientada a objetos, donde al accionar dicho botón se tiene diferentes funciones para el requerimiento de cada usuario según precise.

En el caso del proyecto se hace un llamado cada vez que el botón sea presionando, donde son comparadas las opciones de respuesta real y valor elegido por el estudiante, de ser afirmativo el fondo del botón cambiara a un color verde, también en dicho proceso se efectúa la acción de comando directo. Este es capaz de enviar dato de tipo string al bloque de comando del LEGO MINDSTORM, especificando cual archivo ha de ser abierto para su inmediata ejecución, para este caso “finalseguidor”.

Además de realizar el comando son sumados 10 puntos al equipo de turno para llevar un conteo de respuestas correctas por equipo y fomentar la competitividad con se mencionó anteriormente. Después de dicho proceso se realiza el cambio de turno y la activación de un temporizador de 10 segundos los cuales son coordinados con el movimiento entre estaciones del prototipo, el tiempo de espera se aplica para que los estudiantes puedan ver al robot, es decir que la aplicación hace de puente entre el robot y los niños.

Así mismo de ser el caso contrario donde la opción elegida sea errónea el fondo del botón se tornará rojo en señal de que la respuesta no es la correcta. Se ejecutará el proceso de cambio de turno y activación de temporizador para poder pasar la interfaz al otro equipo con la diferencia de que hay un tiempo menor de

espera y no habrá suma de puntos al equipo, para ambos casos es necesario hacer uso de un temporizador que fue agregado en la herramienta de diseño ya que en este aplicativo web todo se realiza bajo llamado a otras funciones.

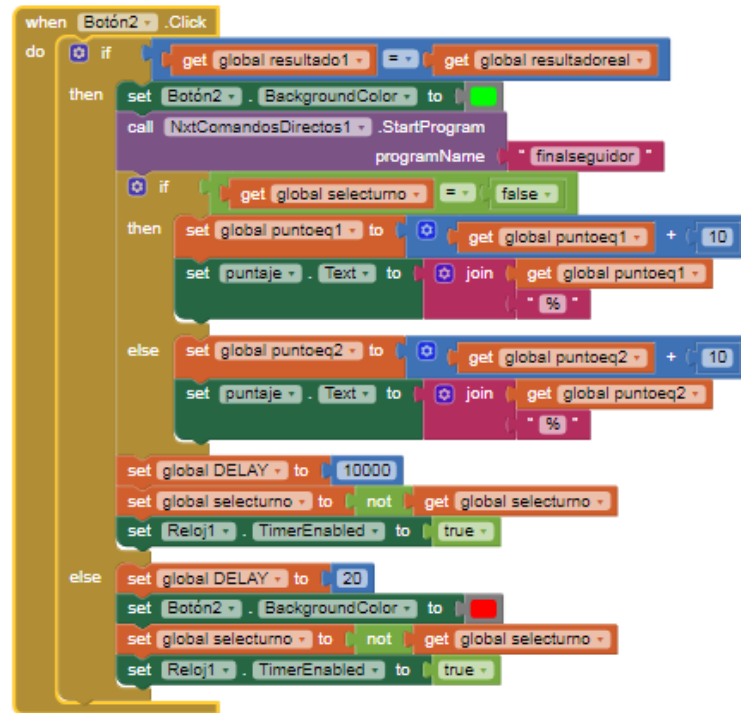


Figura 30. Verificación de respuesta al elegir opción y cambio de turnos.

Por ultimo en el area de programacion de bloques se ejecuta un temporizador cada vez que no sea pulsado ningun boton con lo indica la figura 31, es decir en ausencia de usuario siempre habra un bucle que hara el proceso de asignacion de turnos automatico y a su vez la multiplicacion de las variables aleatorias, incluyendo nuevos datos a los casillas de selección.

Todo lo anterior ocurre de forma autonoma cada diez segundos hasta que sea genera una interrupcion de ciclo por parte de el usuario.

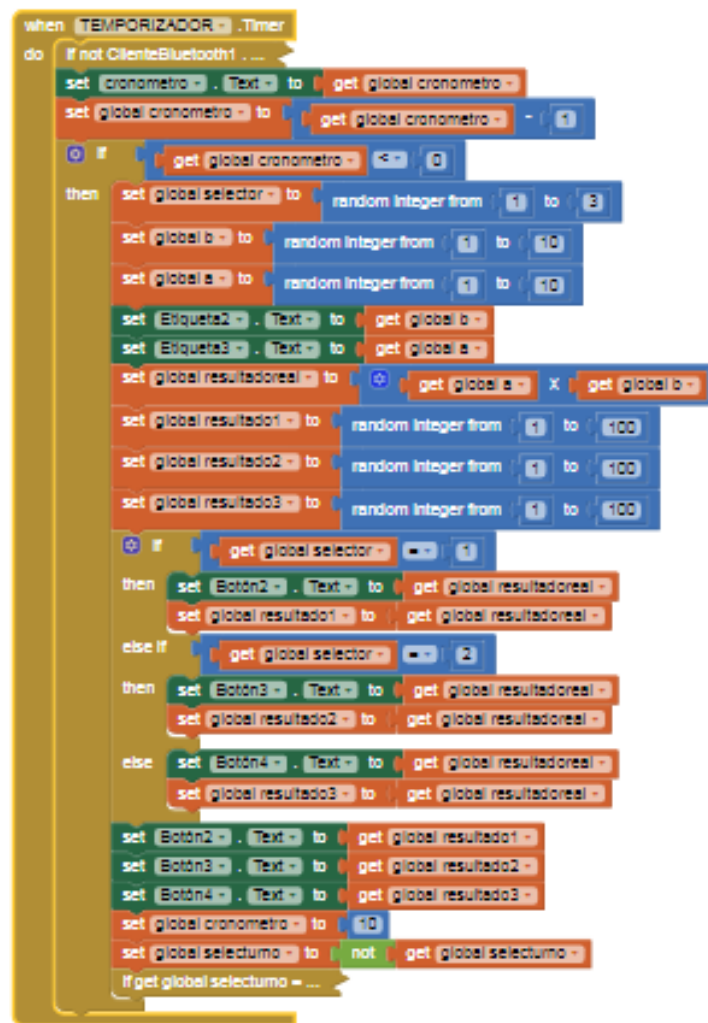


Figura 31. Temporizador principal

Como resultado final del desarrollo para el aplicativo, se detalla en la figura 32 la segunda pantalla en funcionamiento donde se agregaron imágenes alusivas al LEGO MINDSTORM con el fin de que fuese más llamativa, se pueden apreciar los tres botones con posibles soluciones y con un fondo gris la cual denota neutralidad.

También se pueden observar en los campos de texto inferiores a cuál equipo pertenece el turno y la puntual que lleva respectivamente, en el último espacio de la pantalla se encuentra ubicado el temporizador que indica cuanto tiempo le queda al grupo para elegir la respuesta, este se restea cada vez que pasa a 0 o cuando un botón el pulsado.



Figura 32. segunda pantalla modo diseñador completo.

7.3 Diseño de guía para aplicación y seguimiento de kit robótica.

Teniendo en cuenta que la guía aplicará en personal con conocimiento muy bajo o nulo en aspectos relacionados con robótica o sistemas electrónico, se tiene pensado en minimizar lo más posible la cantidad de pasos a seguir que son indispensables en la implementación y seguimiento del prototipo de entorno pedagógico.

Por medio de guías didácticas encontradas en medio virtuales se plantea una base la cual es a adaptada al contexto del proyecto en curso.

Se diseñó un folleto guía para la actividad (anexo 2), el cual se le entregaría al docente para que este desarrollara la actividad, en el folleto se describen pasos como: encender el LEGO y conectarlo vía Bluetooth con el dispositivo móvil, de igual manera se pedía dividir el grupo de estudiantes en dos equipos, pues esto genera el sentido de competencia entre estudiantes, los concursos no podían exceder el numero de 20 estudiantes. En el folleto guía también se explicaba el seguimiento que se le debía hacer al estudiante en el caso que tuviera una falla al contestar la operación matemática asignada

7.4 Diseño de encuestas y evaluación para el análisis de resultado en el entorno robótico aplicado.

En base a los procedimientos previamente nombrados, se diseñan unas encuestas para alumnos y docente. Con la finalidad de lograr captar su percepción frente a la implementación del prototipo robótico y poder obtener una conclusión del sistema aplicado. Para que sea agradable con el estudiante, a la encuesta se le agregan 5 caras las cuales expresan sentimientos que van desde felicidad hasta tristeza, estas caras representan la calificación de las pregunta, la idea es que los estudiantes puedan determinar el agrado de la actividad por emoticonos, ver (anexo 4).

En la encuesta que será aplicada a los alumnos se incluyen preguntas de ¿Cómo calificas la actividad?, con el objetivo observar el agrado que los estudiantes tuvieron frente a la actividad, así mismo se preguntó ¿Cómo calificas la aplicación en el celular?, para así poder determinar el gusto por la inclusión de dispositivos móviles en la actividad, de igual manera se examinó la pregunta ¿Cómo consideras la presencia del robot en la actividad?, para así determinar la importancia de la participación del robot en la actividad, así mismo se preguntó ¿Sientes que aprendiste con Tony? Para así determinar el aprendizaje que adquieren los estudiantes con la presencia del robot y finalmente se preguntó ¿Cómo te sentiste jugando con tus compañeros de equipo? Con el fin de establecer el agrado que se tiene al participar en grupo, a la encuesta se le agrega una sección de Comentarios para que los estudiantes puedan agregar una nota de cómo se sintieron o que cosa no le agrado al estudiante, ver (anexo 4).

En la sección siguiente de la encuesta a estudiantes, se agregaron preguntas como ¿Que método te gusta más con el robot o sin el robot?, para así fijar la técnica más agradable frente a los estudiantes, así mismo se incluyeron preguntas como ¿Te gustaría realizar la actividad otra vez?, para determinar el agrado por la repetición de realizar una actividad igual, ver (anexo 4).

Se diseñó una encuesta al docente donde se le realizaban preguntas como ¿Considera que el uso de la robótica en la enseñanza para niños es excelente?, así mismo preguntas como ¿Cree que actividades como estas pueden mejorar los resultados académicos de los estudiantes? Y ¿cómo califica la atención prestada por los estudiantes durante la actividad? Etc. Con el fin de obtener un punto de vista con experiencia, para calificar la actividad y el agrado que los estudiantes mostraron en el desarrollo del entorno ver (anexo 5).

Además, se realiza una tabla de seguimiento donde el docente podrá anotar cada uno de los resultados individuales del estudiante para su posterior análisis, donde

podrá centrar su esfuerzo en los estudiantes que puedan llegar a tener mayores falencias en el tema aplicado.

Con colaboración de los docentes, Edgar Camilo Camacho y Armando Mateus Rojas, los cuales hacen parte de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomas de Bogotá, se contactó a la coordinadora del centro de proyección social de la Universidad Santo Tomas Sandra Montoya, la cual ayudó a obtener un encuentro en la Institución Educativa Luis Carlos Galán. En el encuentro se tomó 40 estudiantes entre el grado tercero y el grado quinto de primaria. Para hacer que de la actividad ordenada se tomaron 8 estudiantes por cada concurso, se realizó un total de 5 concursos en la institución.

Durante la actividad se le entregaría un formato de reporte (anexo 3) al docente, donde podía poner en nombre del estudiante de cada equipo y la operación matemática con la que este tuvo dificultad para desarrollar con el fin de llevar un seguimiento apropiado a los estudiantes y ver cual estudiante tiene debilidad en dicho tema.

Al finalizar cada concurso se le entrego a cada uno de los estudiantes un cuestionario de satisfacción (anexo 4) bajo la supervisión constante del docente encargado, en este formato totalmente anónimo en donde se calificaba el desarrollo la actividad, la aplicación en el celular, la presencia del robot, el aprendizaje etc. Con estas preguntas se busca conocer la aceptación del prototipo por parte de los alumnos, además se incluye un espacio de texto donde los alumnos pueden agregar comentarios y o reclamos para lograr un mejora en próximos desarrollos de este tipo

De igual manera se le entregó una encuesta al docente (anexo 5), evaluando parámetros tales como la experiencia en el entorno educativo, el nivel lúdico que tuvo la actividad, la conducta de los estudiantes en la actividad, etc. Al igual que en el formato para los niños se busca conocer la opinión del docente, si le parece un herramienta eficiente en el aprendizaje educativo, si estaría dispuesto a utilizarlo en su metodología de enseñanza y se le pide una opinión abierta con la finalidad de lograr mejor en versiones futuras de este tipo de sistemas.

8 IMPLEMENTACION Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se implementó una pista la cual consta de nueve estaciones y una meta. El objetivo era que los estudiantes hicieran mover el robot por medio de la aplicación móvil, la cual desplegaba una operación matemática en la pantalla del dispositivo. En el caso de que los estudiantes contestaran correctamente, el robot se desplazaría a la siguiente estación. En la figura 33 se muestra una foto con la pista, el robot y la aplicación en el dispositivo móvil.

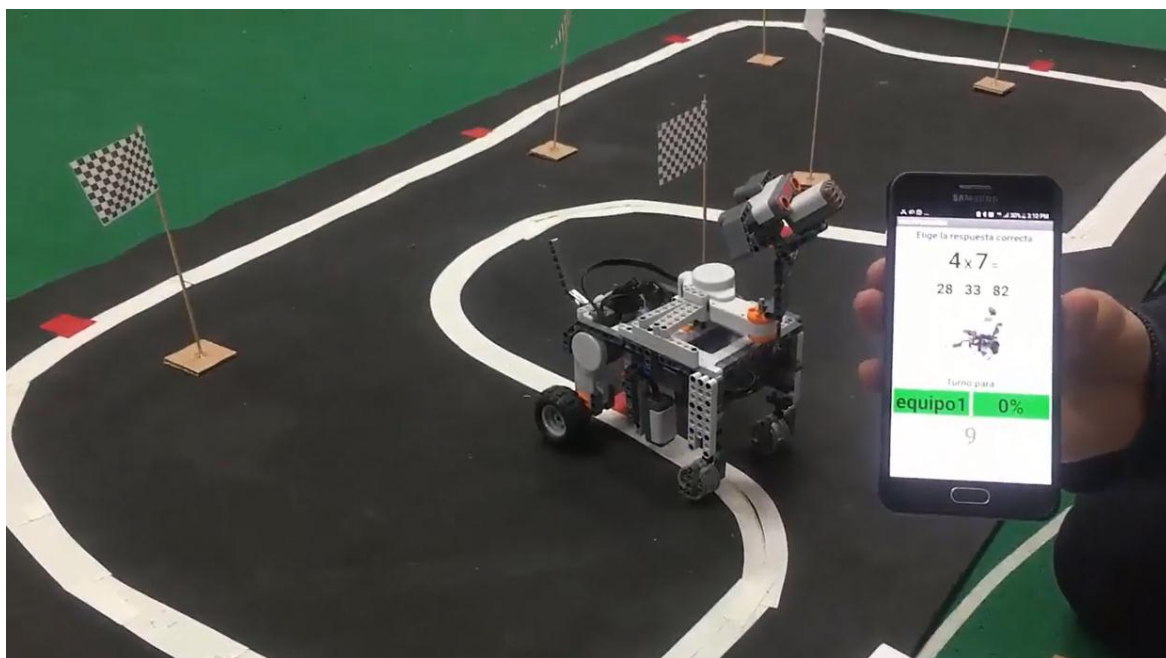


Figura 33 foto del robot, la pista y la aplicación en el dispositivo móvil.

La actividad se desarrolló en dos equipos de ocho estudiantes por cada concurso, un total de 40 estudiantes participaron en la actividad, estudiantes entre tercero y quinto de primaria de la Institución Educativa Luis Carlos Galán, a los estudiantes se les explico la lúdica de la actividad, se les presentó al robot con el nombre de Tony, se les dio la instrucción de que para que Tony pudiera llegar a la meta ellos tendrían que contestar acertadamente la pregunta matemática, si algún estudiante acertaba en la respuesta Tony se movía a la siguiente estación con un ladrido y moviendo la cabeza. Se expresó que seguidamente de contestar la pregunta debían pasar el dispositivo móvil a un integrante del otro equipo, así hasta que cada estudiante de los dos equipos resolviera por lo menos dos operaciones matemáticas. El equipo ganador era el que más preguntas matemáticas hubiera acertado. En la figura 34 se muestra la pista proporcionada en el aula de clase.

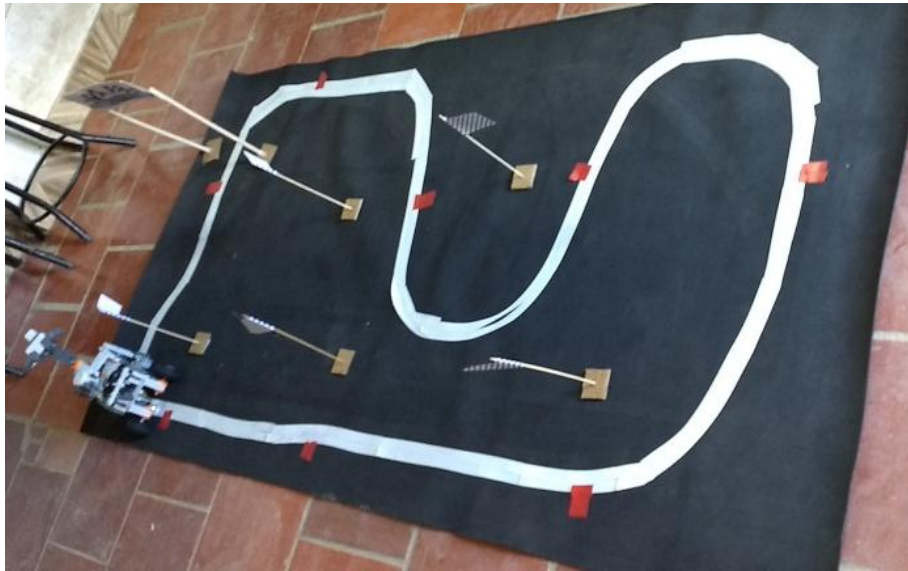


Figura 34. Pista de estaciones con el Robot Tony,

Se realizaron cinco concursos en los cuales se evidenciaba la alegría de los estudiantes al interactuar con una metodología tecnológica. Como lo establece el artículo “A Game-Based Learning System for theory of Computation Using Lego NXT Robot” el objetivo del juego es motivar a los estudiantes a aprender mientras están jugando [31]. En la figura 35 se muestra la distribución del grupo y el desarrollo de la actividad.



Figura 35. Tal como se explicó en la sección 7.4, se seleccionaba grupos de 8 estudiantes, estos se ordenaron como se muestra esta figura, con el objetivo de ceder el dispositivo móvil con mayor comodidad.

Los cuestionarios se calificaban de la siguiente forma: La cara feliz (😄) expresaba una calificación excelente, la cara alegre (😊) expresaba que la actividad fue buena, la cara neutral (😐) expresaba la calificación regular, la cara de preocupación (😬) expresaba una calificación insuficiente, la cara triste (😞) expresaba la calificación fue deficiente. En total se encuestó a 40 estudiantes, Cabe aclarar que algunos estudiantes no contestaron todas las preguntas en el cuestionario.

En la siguiente Figura 36 se muestra el gráfico de barras de la pregunta ¿Cómo calificas la actividad?, y la calificación que los estudiantes le proporcionan a la actividad.

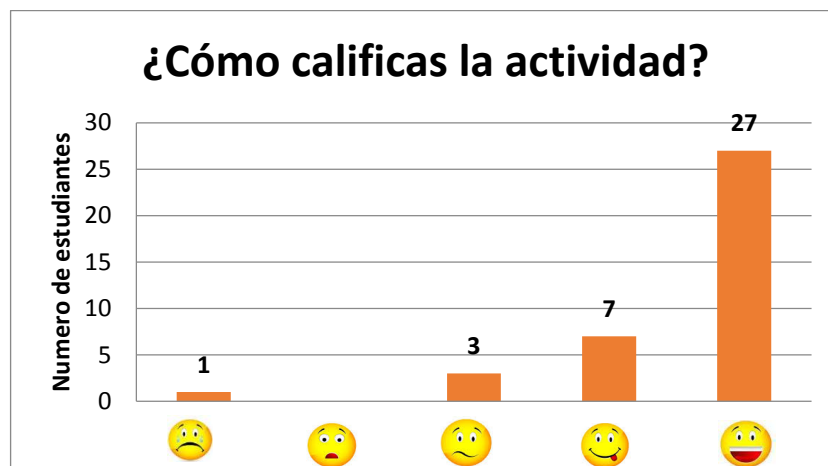


Figura 36. Gráfico de barras de pregunta ¿Cómo calificas la actividad? Resuelta por los estudiantes.

Como se evidencia en la Figura 36, la actividad realizada tiene una gran simpatía con la mayoría de estudiantes. Ya que 27 de los estudiantes aprecian la actividad con la máxima calificación (cara feliz), 7 consideraron la actividad buena (cara alegre), 3 estudiantes calificaron la actividad como regular (cara neutral) y 1 estudiante considero la actividad deficiente (cara triste), un total de 38 estudiantes respondieron esta pregunta.

En la siguiente Figura 37 se muestra el gráfico de barras de la pregunta ¿Cómo calificas la aplicación en el celular? y la respectiva calificación que los estudiantes le proporcionan a la inclusión del dispositivo móvil en la actividad.

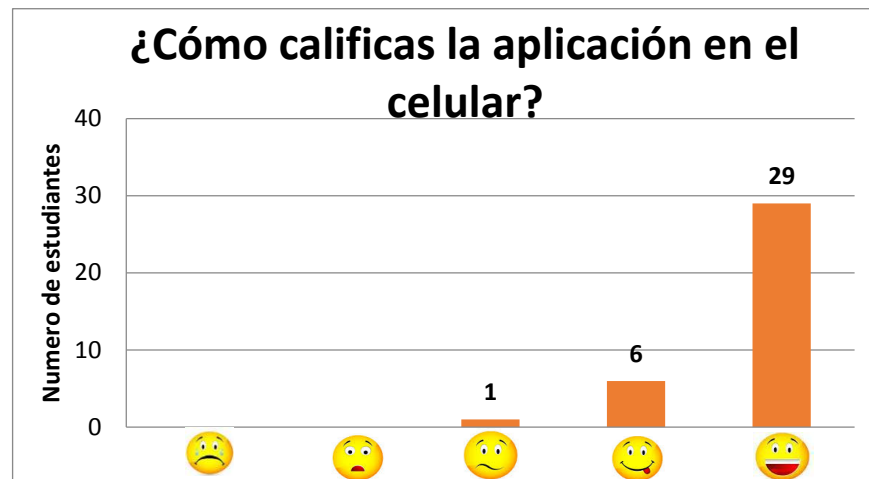


Figura 37 Gráfico de barras de la pregunta: ¿Cómo calificas la aplicación en el celular? Resuelta por los estudiantes.

Como se muestra en la Figura 37, inclusión de aplicaciones móviles en actividades lúdicas genera un gran agrado, ya que los estudiantes se encuentran familiarizados con este tipo de tecnología, pues 29 de los estudiantes apreciaron la aplicación móvil como excelente (cara feliz), 6 consideraron que la aplicación móvil es buena (cara alegre) y 1 estudiante considero que la aplicación móvil es regular (cara neutral), un total de 36 estudiantes contestaron esta pregunta.

En la siguiente Figura 38 se muestra el grafico de barras de la pregunta ¿Cómo consideras la presencia del robot en la actividad? y la respectiva calificación que los estudiantes le proporcionan a la inclusión del Robot LEGO en la actividad.

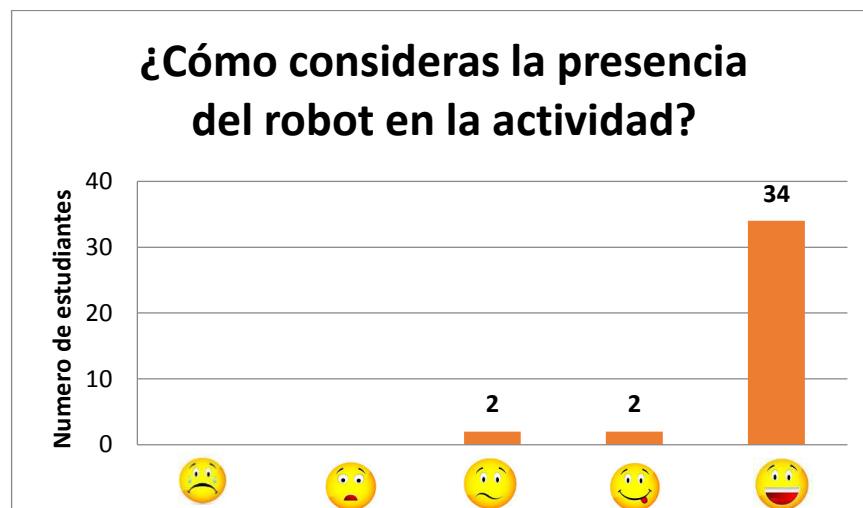


Figura 38. Gráfico de barras de pregunta ¿Cómo consideras la presencia del robot en la actividad? Resuelta por los estudiantes.

Como se muestra en la Figura 38, la presencia del robot en actividades de educación resulta de gran interés, pues 34 de los estudiantes apreciaron la presencia del robot como excelente (cara feliz), 2 estudiantes consideraron que la presencia del robot es buena (cara alegre) y 2 estudiantes consideraron que la que su presencia es regular (cara neutral), un total de 38 estudiantes contestaron esta pregunta.

En la siguiente Figura 39 se muestra el grafico de barras de la pregunta ¿Cómo consideras la presencia del robot en la actividad? y la respectiva calificación que los estudiantes le proporcionan a la inclusión del Robot LEGO en la actividad.

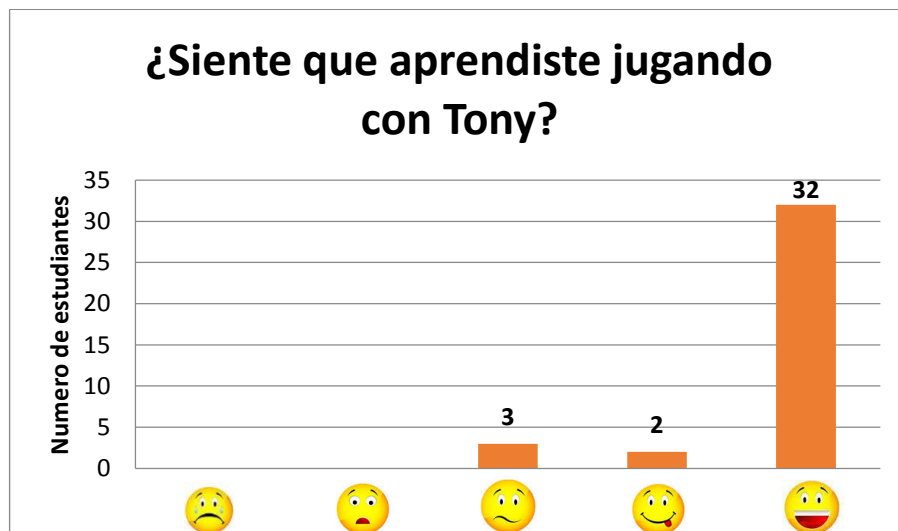


Figura 39. Gráfico de barras de pregunta ¿Siente que aprendiste jugando con Tony? Resuelta por los estudiantes.

Como se muestra en la Figura 39, los estudiantes establecen que adquirieron conocimiento con el Robot (Tony), pues 32 estudiantes consideraron que el aprendizaje fue excelente (cara feliz), 2 estudiantes calificaron el aprendizaje en la actividad como buena (cara alegre) y 3 estudiantes consideraron que el aprendizaje fue regular (cara neutral), un total de 37 estudiantes contestaron esta pregunta.

En la siguiente Figura 40 se muestra el grafico de barras de la pregunta ¿Cómo te sentiste jugando con tus compañeros de equipo? y la respectiva calificación que los estudiantes le proporcionan a el trabajo en equipo que tuvieron dentro de la actividad.

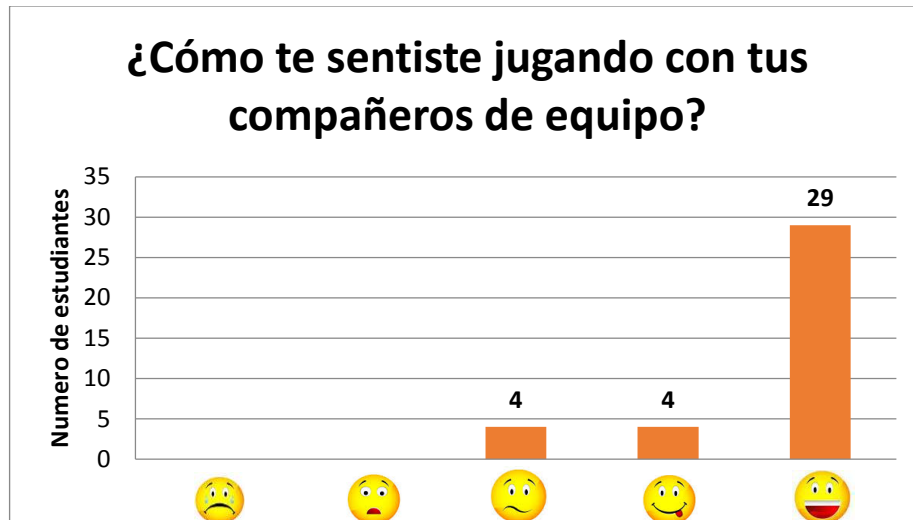


Figura 40. Gráfico de barras de pregunta ¿Cómo te sentiste jugando con tus compañeros de equipo? Resuelta por los estudiantes.

Como se muestra en la Figura 40, la satisfacción que los estudiantes tuvieron con el trabajo de grupo, ya que 29 estudiantes consideraron que el trabajo en equipo fue excelente (cara feliz), 4 estudiantes consideraron bueno (cara alegre) el trabajo en equipo y 4 estudiantes consideraron que fue regular (cara neutral) juego con sus compañeros de equipo, un total de 37 estudiantes contestaron esta pregunta.

En la siguiente Figura 41 se muestra el grafico de barras de la pregunta ¿Qué método te gusta más con el robot o sin el robot? y la respectiva calificación que los estudiantes le proporcionan a la metodología de enseñanza con el uso de robots.

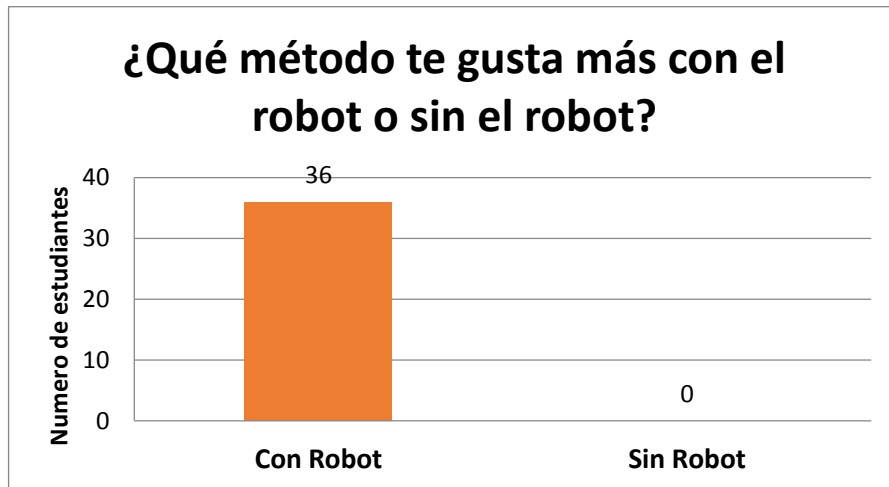


Figura 41. Gráfico de barras de pregunta ¿Qué método te gusta más con el robot o sin el robot?
Resuelta por los estudiantes.

En la Figura 41 se muestra un mayor gran atractivo por la inclusión de robots en actividades de aprendizaje, ya que 36 de los estudiantes calificaron que la metodología de aprendizaje resulta mucho más interesante con la inserción de robots.

En la siguiente Figura 42 se muestra el grafico de barras de la pregunta ¿Te gustaría realizar la actividad otra vez? y la respectiva valoración que los estudiantes le dan a el desarrollo de una actividad igual o similar.

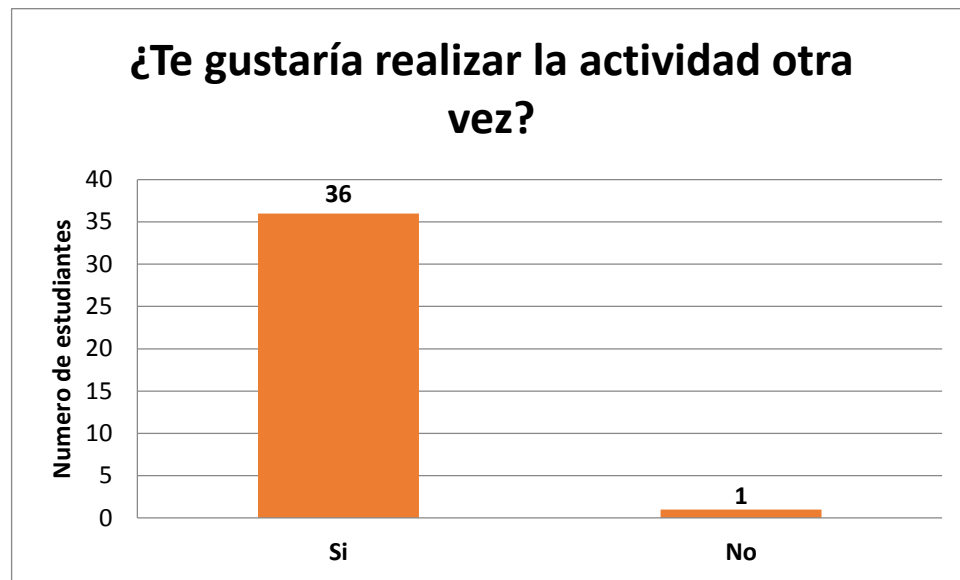


Figura 42. Gráfico de barras de pregunta ¿Te gustaría realizar la actividad otra vez? Resuelta por los estudiantes.

En términos generales, las encuestas sugieren un grado de satisfacción alto por parte de los estudiantes al llenar las encuestas. El menor número de estudiantes que respondió alguna de las preguntas realizadas fue de 36 estudiantes de un total de 40 (90% de los participantes). Los estudiantes que respondieron las preguntas con una calificación excelente o buena estuvieron entre el 89,1% y el 97,2% de los encuestados, siendo significativamente mayor el porcentaje de la calificación excelente frente a la buena. Solamente 1 estudiante en todas las encuestas en algún momento realizó una calificación deficiente para alguna pregunta, lo que podría ser interpretado como un error en la evaluación por parte del menor. A los 36 estudiantes que respondieron la pregunta sobre si le gustó más la actividad con el robot, manifestaron que sí. Ante la pregunta si a los niños les gustaría repetir la actividad 36 manifestaron que sí y solamente un niño dijo no. Es de resaltar que contrario a lo que los directores y estudiantes que realizaban el trabajo de grado pensaban antes de la validación, los niños presentaron un excelente comportamiento ante la realización de la prueba, aunque manifestaron mucha curiosidad al observar el perro robot (Tony).

Para mejorar el enfoque de la actividad, al docente se le presentó la encuesta (anexo 5) donde se califican aspectos como el agrado que se vio en los estudiantes por actividades con robots, la motivación que presentan los estudiantes por la inclusión de tecnologías y aplicaciones móviles en aulas de clase etc. Como se muestra en el anexo 6, en donde el docente considera que el uso de la robótica en aulas es excelente, así mismo califico según su experiencia que la actividad tuvo un contenido educativo, de igual manera el docente estimó que la lúdica de la actividad fue buena pues registro un interés en los estudiantes, en otra pregunta realizada el profesor observo que la atención que los estudiantes presentaron en la actividad fue excelente, de igual manera el docente considera que este tipo de actividades pueden mejorar los resultados académicos.

Como se observa en los anteriores gráficos los niños presentan un gran gusto por actividades lúdicas en entornos pedagógicos usando kits robóticos, así mismo un agrado con la inclusión dispositivos móviles y aplicaciones, además los estudiantes muestran interés por los robots y se manifiestan curiosos por las funciones que estos pueden tener, así mismo el docente manifiesta su satisfacción por los resultados y el interés que ve en los estudiantes en el desarrollo de este tipo de actividades por tanto el entorno de pedagógico con el uso de la robótica presenta una potente estimulación para la enseñanza de temas que no se encuentran agradables ante los estudiantes.

9 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En esta sección se presentan las conclusiones pertinentes frente a los resultados obtenidos en el diseño de un entorno pedagógico para enseñanza de temas básicos en educación primaria con el uso de kits robóticos. Durante el diseño e implementación del sistema, se resaltaron mejoras y trabajos futuros que podrían realizarse a partir de lo desarrollado en este trabajo.

9.1 Conclusiones

- En el desarrollo de este proyecto fue necesario asegurarse que los sensores trabajen ambientes no controlados, ya que muchos colegios e instituciones no cuentan con aulas que dispongan de un ambiente con control de luz.
- Para la programación de robot LEGO (seguidor de línea) fue necesario implantar un control PID, ya que al cambiar de instrucción debido a los colores en la pista, los motores presentaban un cambio muy brusco, lo que hacía que el robot saliera de la línea a seguir.
- Existen una gran variedad de plataformas para el desarrollo de software para dispositivos móviles, entre estas se encuentra App Inventor, Unity, Visual Studio etc. En las cuales se pueden desarrollar aplicaciones con el objetivo de que estudiantes con dificultades de aprendizaje adquieran una herramienta para un mejor entendimiento en temas de difícil agrado.
- Desde el año 2006 hasta la actualidad los métodos de enseñanza basados en herramientas robóticas han sido investigados e incluidos en las aulas de clase, de estos métodos siempre se resalta su capacidad de aprovechamiento para instruir a estudiantes en distintos temas, se pueden incluir una gran diversidad de temas como biología, historia, ortografía, geometría, matemáticas, ingles etc. Este tipo de actividades genera en los estudiantes no solo una motivación por aprender sino un desarrollo en sus habilidades cognitivas.
- Los métodos de enseñanza han demostrado que las actividades didácticas y aquellas que incluyen la robótica, generan una mayor retención de la información en la educación, haciendo que las materias de difícil entendimiento tengan un método de aprendizaje más amigable, ya que los estudiantes no solo interactúan con la tecnología sino con sus compañeros de aula. Esto también genera que los estudiantes se sientan atraídos por campos de ingeniería, tecnología etc.

- Se puede considerar que el entorno pedagógico con el uso de la robótica, no solo es una gran herramienta para el aprendizaje, sino también es un instrumento que ayuda a los docentes a transmitir conocimientos a sus estudiantes pues se muestra un gran interés por los estudiantes ya que estimula su aprendizaje.
- Actualmente el mercado ofrece una variedad de herramientas robóticas para el aprendizaje y la estimulación. Entre los kits más conocidos en el mercado se pueden comentar: Los Bee-Bot, Parallax Scribbler, VEX Robotics, Fishertechnik PROFI y Computing, LEGO MINDSTORMS education, LEGO WeDo, LEGO NXT, sistema BIOLOID, DYNAMIXEL y DARwIn-OP. De igual forma puede hacer uso del material reciclado de diferentes dispositivos electrónicos para la construcción de los prototipos robóticos.
- Como se muestra en los resultados de las encuestas el entorno pedagógico con robótica es de gran simpatía no solo por parte de los estudiantes, sino por parte de los docentes, ya que esto ayuda a que tengan una labor más efectiva, pues estimula a los estudiantes a tener un mejor desempeño matemático, este tipo de proyectos se puede resolver algunas problemáticas de educación escolar que se presenta en Colombia.

9.2 Trabajos futuros

Así mismo en futuros desarrollos se espera poder integrarlo dentro de un aula académica con niños de bachillerato empleando el robot como apoyo docente.

Se recomienda que el robot se incluya en el desarrollo de experimentos de laboratorio tales como física, química, etc. De igual forma se recomienda que los sensores tengan una gran precisión tanto en ambientes controlados como en ambientes no controlados.

Se recomienda inclusión de un psicólogo en infancia para el desarrollo de las encuestas, la actividad y para el diseño de la aplicación móvil pues esta debe ser atractiva a la primera impresión de los estudiantes.

De igual manera se recomienda que se amplié una investigación de temas de menor interés en las aulas de clase, para así incluirlos en la aplicación móvil con el objetivo de aumentar el interés de materias reprobadas.

10 BIBLIOGRAFIA

- [1] M. L. Cacheiro González, C. Sánchez Romero y J. M. González Lorenzo, «Recursos tecnológicos en contextos educativos,» Madrid, UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2016, pp. 14-18.
- [2] J. A. Gossaín Abdallah, «¿Por qué es tan mala la educación en Colombia?,» 27 febrero 2014. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13570938>.
- [3] V. Autores, «EDUCACIÓN, PEDGOGÍA E INNOVACIÓN SOCIAL EDUCATIVA,» Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia, REDIPE, 2016, pp. 217-225.
- [4] R. V. Sánchez, «Ciencia y tecnologia a través de la robótica cognoscitiva,» Mexico, D.F, Red Perfiles Educativos, 2006, pp. 3-7.
- [5] V. Ramnarain-Seetohul y D. B. a. T. Ramdhony, «Case Study of A mobile based application for kindergarten schools in Mauritius.,» IEEE International Conference on Emerging Technologies and Innovative Business Practices for the Transformation of, 2016. [En línea]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org.bdatos.usantotomas.edu.co:2048/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7737315>.
- [6] M. d. T. d. I. I. y. I. Comunicaciones, «Sitio Web oficial del ministerio de Tecnologías de la Informacion y las Comunicaciondes de Colombia,» 11 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://www.mintic.gov.co/ninos/613/w3-propertyvalue-1241.html>. [Último acceso: 5 Agosto 2018].
- [7] E. I. Franco de Umaña y H. Grandos Alonso, Psicología y problemas del desarrollo, Bogotá(Colombia): Universidad Santo Tomás, 1985.
- [8] E. R. Velasco Sánchez, «ROBÓTICA PEDAGÓGICA: DESARROLLO DE ENTORNOS DE APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍA,» virtualeduca, Bilbao, 2006.
- [9] L. L. P Nonnon, «L' appareteur-robot et la pédagogie informatique des experimentales,» Spectre, 1984, pp. 16-20.

- [10] E. Ruiz, «Un robot pédagogique pour l' apprentissage de concepts informatiques,» Canada, 1989.
- [11] E. Peña, «Construcción de un robot móvil didáctico, para trabajo con niños de básica primaria,» Medellin, 2002.
- [12] A. Wanhab, M. Azahari y R. Tajuddin, «An evaluation of robotic education scale in enhancing science achievement,» *2015 International Symposium on Agents, Multi-Agent Systems and Robotics (ISAMSR)*, pp. 30-40, 2015.
- [13] D. Corrales, G. Piedrahita, M. Franco y T. Pérez, «Didactic Material Development for robotics in Non-formal technology education,» Bogota, 2002.
- [14] M. Pinto Salamanca, N. Barrera Lombana y W. Perez Holguín, «Uso De La Robótica Educativa Como Herramienta En Los Procesos De Enseñanza,» *I2+D*, vol. 10, nº 1, pp. 15-30, 2010.
- [15] J. Alvarez, J. Jimenez y J. Ramirez, «Design Cycle Of A Robot For Learning And The development Of Creativity In Engineering (tesis de pre-grado),» Medellín, 2011.
- [16] F. Bravo Sanchez y A. Forero Guzmán , «La Robótica Como Un Recurso Para Facilitar El Aprendizaje Y Desarrollo De Competencias Generales Teoría de la Educación,» *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. 13, nº 2, pp. 120-136, 2012.
- [17] E. Garnica Estrada, «Robots Herramientas Para Las Aulas De Clase,» *Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, vol. 1, nº 1, pp. 31-43, 2013.
- [18] N. Barrera Lombana, «Uso De La Robótica Educativa Como Estrategia Didáctica En El Aula,» *Praxis & Saber* , vol. 6, nº 11, pp. 215-243, 2015.
- [19] P. Plaza , E. Sancristobal , G. Carro y M. Castro, «Home-made robotic education, a new way to explore,» *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 132-136, 2017.
- [20] M. Pinto, N. Barrera y W. Perez, «Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza,» *Revista UPTC Sogamoso*, vol. 10, nº 1, pp. 15-23, 2010.
- [21] M. Mahecha, «Implementación de línea robótica escolar Colegio Técnico Jaime Pardo Leal Primera parte,» Bogotá, 2015.

- [22] S. Zabala , J. Perez y H. Rodriguez, «Aprendizajes en ingeniería basado en robótica educativa y competitiva,» *Revista Ingeniería solidaria*, vol. 9, nº 16, p. 154, 2013.
- [23] J. Pastor y F. Rodriguez , «LA ROBÓTICA COMO ELEMENTO DE MOTIVACIÓN DEL APRENDIZAJE EN LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA Y POTENCIACIÓN DE HABILIDADES PROFESIONALES,» Madrid, 2007.
- [24] Y. Campos, «ESTRATEGIAS DIDACTICAS APOYADAS EN LA TECNOLOGIA LA ROBÓTICA COMO ELEMENTO DE MOTIVACIÓN DEL APRENDIZAJE EN LOS ALUMNOS DE INGENIERÍA Y POTENCIACIÓN DE HABILIDADES PROFESIONALES,» Ciudad de Mexico, 2003.
- [25] D. Barrera , «APLICACIÓN PARA RECONOCIMIENTO DE PATRONES NUMÉRICOS EN CONTEXTO EDUCATIVO, EMPLEANDO ROBOT DARWIN-OP,» Bogotá, 2016.
- [26] S. FILIPPOV, N. TEN y I. SHIROKOLOBOV, «TEACHING ROBOTICS IN SECONDARY SCHOOL,» St. Petersburg, 2017.
- [27] H. FOSPENNIKOVA, M. ERSHOV y I. ILJIN, «EDUCATIONAL ROBOTIC AS AN INOVATIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGY,» St. Petersburg, 2017.
- [28] D. Scaradozzi, L. Sorb, M. Valzano y C. Vergine, «Teaching Robotic At Primary School An Innovate Approach,» Roma, 2015.
- [29] A. Valera, M. Valles, A. Soriano y L. Martin, «pplication and evaluation of lego NXT tool for Movile Robot Control,» Valencia, 2011.
- [30] S. Blankchard, V. Freiman y N. Lirrete-Pitre, «Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex task: innovate potential of technology,» Moncton New Brunswick, 2009.
- [31] M. Hamada y S. Sato, «Game-Based Learning System for theory of Computation Using Lego NXT Robot,» de *International Conference on computational Science*, Tokyo, 2011.
- [32] R. Ramil, M. Yunus y N. Ishak, «Robotic teaching for Malaysian gifted enrichment program,» Kuala Lumpur, 2011.
- [33] S. Serholt, «Breakdowns in shildren`s interactions with a robotic tutor: A longitudinal study,» University of Gothenburg, Gothenburg, 2017.
- [34] C.-W. Chang, J.-H. Lee, C.-Y. Wang y G.-D. Chen, «Improving the authentic

Learning Experience by Integrations Robots into the Mixed-Reality Environment,» National Central University, Jhongli City, 2009.

- [35] A. FIDALGO, «Metodologías Educativas,» 8 octubre 2008. [En línea]. Available:
<https://innovacioneducativa.wordpress.com/2007/10/08/metodologias-educativas/>. [Último acceso: 29 noviembre 2017].
- [36] E. Rodríguez Albarracín y P. J. Díaz Camacho, «modelo educativo-pedagogico,» de *Modelo Educativo pedagógico*, bogota, Universidad Santo Tomas, 2010, pp. 20-49.
- [37] Á. A. Pérez, B. B. Africano Gelves, M. . A. Cordero Colmenárez y T. E. Carrillo Ramírez, «Una aproximación a las pedogias alternaticas,» 01 05 2016. [En línea]. Available:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/42806/articulo4.pdf;jsessionid=92F6287BD1DE1C95A9979860C8D5FF1A?sequence=1>.
- [38] «wikipedia,» 17 08 2015. [En línea]. Available:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Robot>.
- [39] F. Gutierrez Martinez, «teorias del desarrollo cognitivo,» España, McGraw-Hill , pp. 35-39.
- [40] R. M. P. d. Vera, Psicología evolutiva (El niño de cero a siete años), colombia: Universidad Santo Tomás, 1994.
- [41] m. d. educacion, «icfes,» ministerio de educacion, [En línea]. Available:
<http://www.icfes.gov.co/en/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/evaluaciones-internacionales-investigadores/pisa/pisa-2015/2934-informe-nacional-pisa-2015/file?force-download=1>.
- [42] nxtprograms, «nxtprograms,» [En línea]. Available:
<http://www.nxtprograms.com/puppy/steps.html>.
- [43] P. Torneo Sala, PROGRAMACIÓN Y ANÁLISIS DE DISPOSITIVOS DE SENSORIZACIÓN Y COMUNICACIONES PARA ROBOTS MÓVILES, Universidad Politecnica de Valencia.

11 ANEXOS

11.1 Anexo 1

Código Fuente Bricx Command Center

```
#include "NXCDefs.h"
#define Kproportional 2
#define Kintegral 0.000150
#define Kderivative 100
#define dt 25
#define BT_CONN 0
#define Bark \
PlayFileEx("dog2.rso",7,FALSE)

mutex moveMutex;
int error = 0;
float previous_error = 0;
float setpoint = 39;
int actual_position = 0;
float proportional = 0;
int integral = 0;
float derivative = 0;
float output = 0;
float left = 0;
float right = 0;
int para=0;
int r,g,b;
// Set the motor speed.
float speed=40;

int i = 3;
// Set the motor speed.

sub BTCheck(int conn){
    if (!BluetoothStatus(conn)==NO_ERR){
        TextOut(5,LCD_LINE6,"Error");
    }
}
```

```

    Wait(1000);
    Stop(true);
}
}

task chequear_sensores()
{

    TextOut(1,LCD_LINE1,"Setpoint");
    NumOut(60,LCD_LINE1,setpoint);
    while (true)
    {
        actual_position= Sensor(IN_1);
        //TextOut(1,LCD_LINE3,"Actual");
        //NumOut(50,LCD_LINE3,actual_position);
        error = setpoint - actual_position;
        proportional = Kproportional * error;
        integral = integral + error;
        derivative = (error - previous_error) / dt;
        output = proportional + Kintegral * dt * integral + Kderivative *
derivative;
        previous_error = error;

        left = speed - output;

        right = speed + output;
        //salida de control a motores
        if (left < 0 )
        {
            OnFwd(OUT_A,left);
            //TextOut(1,LCD_LINE5,"Left Rev");
            //NumOut(58,LCD_LINE5,left);
        }
        else
        {
            OnRev(OUT_A,-left);

```

```

        //TextOut(1,LCD_LINE5,"Left Fwd");
        //NumOut(58,LCD_LINE5,abs(left));
    }
    if (right < 0 )
    {
        OnFwd(OUT_B,right);
        //TextOut(1,LCD_LINE6,"Right Rev");
        //NumOut(58,LCD_LINE6,right);
    }
    else
    {
        OnRev(OUT_B,-right);
        //TextOut(1,LCD_LINE6,"Right Fwd");
        //NumOut(58,LCD_LINE6,abs(right));
    }
    Wait(dt);
}
}
task parada()
{
    while (true)
    {
        ReadSensorHTColor(IN_3, para, r, g, b);
        NumOut(58,LCD_LINE6,para);
        Wait(100);

        if ( (para == 7) || ( para == 8 ) )
        {
            OnFwd(OUT_AB,30);
            Wait(200);
            Off(OUT_AB);
            Stop(true);
        }
        para=0;
        ClearScreen();
    }
}
task cabeza()

```

```

{
    while (true)
    {
        RotateMotor(OUT_C,30,45);
        RotateMotor(OUT_C,30,-45);
        Bark;
        Wait(500);
    }
}

task main()
{
    BTCheck(BT_CONN);
    SetSensorType(IN_3, SENSOR_TYPE_LOWSPEED_9V);
    SetSensorLight(IN_1);
    Precedes(chaquear_sensores, parada,cabeza);
}

```

11.2 Anexo 2

Diseño de un entorno pedagógico para la enseñanza de temas básicos en educación primaria con el uso de kits de robótica comercial

Glen Camilo Ortega Díaz
glen.ortega@usantotomas.edu.co

Andrés Felipe Téllez Rodríguez
andrestellez@usantotomas.edu.co

Director:

Ing. José Guillermo Guarnizo Marín
jose.guarnizo@usantotomas.edu.co

Facultad de Ingeniería Electrónica
Universidad Santo Tomás
Bogotá, D.C.
2018



GUÍA PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Entorno pedagógico para la enseñanza de temas básicos en primaria con Kits de robótica



BOGOTÁ - PBK: 0570 587 83 57 Línea gratuita nacional 01 8000 111 080
Carrera 5, n° 73-11, Fase Universitaria, Fontibona, Bogotá, D.C.
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA - TEL: 01 8000 111 080
Carrera 15, n° 72-50, Fase Universitaria, Fontibona, Bogotá, D.C.
NIT: 800017351-6



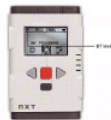
Institución de Educación Superior sujeta a la inspección y vigilancia del Ministerio de Educación Nacional - SNIES 1704

Regístrese por sus datos

- a. Presione el botón naranja del Lego hasta que éste se encienda.



- b. Asegúrese que el icono de Bluetooth esté activo.



- c. Seguidamente seleccione la opción de "My Files" en el menú principal.
- d. Seleccione la opción seguidor de línea y de en "Run".
- e. Ahora divida el grupo de estudiantes en 2 equipos.
- f. Pida a los estudiantes que escojan el nombre del equipo.



- g. Digite los nombres de cada equipo en la aplicación móvil en la siguiente sección.

- h. Después de pulsar el botón

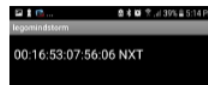
LEGO MINDSTORMS

Nombre del equipo

Equipo 1 ☐

Equipo 2 ☐

"Comenzar" la aplicación solicitará la conexión Bluetooth con el dispositivo Lego. En esta parte usted debe darle en la siguiente opción.



- i. Solicite a cada uno de los equipos que seleccionen un representante en cada turno y reúnalos.

- j. Antes de comenzar los equipos tendrán dos ayudas por cada representante, estas serán:

1. Preguntar al equipo en caso de no saber la respuesta.
2. Tiempo extra para el desarrollo de la operación (10 segundos más).

- k. El docente contará con un formato de reporte en el cual anotará el nombre del estudiante y la operación matemática con la que el representante actual tenga dificultad para contestar. (Ver archivo Formato de reporte)

- l. Después de que cada representante conteste la pregunta, el equipo debe reasignar otro representante para que este conteste la siguiente pregunta, así hasta que el Lego se encuentre en la meta.

- m. Al finalizar del circuito, el docente le mostrará a cada uno de los equipos las operaciones matemáticas con las que los representantes tuvieron dificultades. El equipo deberá enseñar al estudiante la forma correcta de desarrollar la operación que se le dificultó.

- n. Haga una reevaluación a cada estudiante que esté anotado en el formato de reporte para reforzar su conocimiento en las operaciones matemáticas.



¡30 años!

11.3 Anexo 3

Formato de reporte donde se anotaban los estudiantes con falencia en matemáticas


UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
 PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Formato Reporte

Equipo 1		Equipo 2	
Nombre del equipo:		Nombre del equipo:	
Nombre y apellido del estudiante	Operación matemática que se le dificultó al estudiante	Nombre y apellido del estudiante	Operación matemática que se le dificultó al estudiante
	X =		X =
	X =		X =
	X =		X =
	X =		X =
	X =		X =
	X =		X =
	X =		X =
	X =		X =




BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 97 / *Línea gratuita nacional:* 01 8000 111 180

Cócher: 5 147 25 11 / *www.usta.edu.co / contacto@ustadistancia.edu.co*

VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ARISTY A DISTANCIA - Tel: 0713595 0000

Carrera 10, n.º 72-50 / www.ustadistancia.edu.co / admisiones@ustadistancia.edu.co

NIT: 800012357-6

ACREDITACIÓN
INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTI-CAMPUS
Ministerio de Educación Nacional - MEN
Vigencia por seis años

Institución de Educación Superior sujeta a la inspección y vigilancia del Ministerio de Educación Nacional - S005 1704

11.4 Anexo 4

Formatos de encuestas a profesores y alumnos

CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD

Marca con una X la puntuación que considere más acorde con la actividad (1 muy deficiente, 5 excelente)

Preguntas					
					
¿Cómo calificas la actividad?					
¿Cómo calificas la aplicación en el celular?					
¿Cómo consideras la presencia del robot en la actividad?					
¿Siente que aprendiste jugando con tony?					
¿Cómo te sentiste jugando con tus compañeros de equipo?					
Comentarios:					

¿Qué método te gusta más con el robot o sin el robot?

☐ Con Robot ☐ Sin Robot

¿Te gustaría realizar la actividad otra vez?

☐ Si ☐ No



BOGOTÁ • PBX: (571) 587 87 97 • Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
 Carrera 9, n.º 51-11 / www.usatoma.edu.co / contactenos@usantotomas.edu.co
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA • Tel. (571) 595 00 00
 Carrera 10, n.º 72-00 / www.usatadistancia.edu.co / admisiones@usatadistancia.edu.co
 NIT: 860012357-6

Institución de Educación Superior sujeta a la inspección y vigilancia del Ministerio de Educación Nacional - SNIES 1704



Vigencia por seis años

11.5 Anexo 5

Formato de calificación de actividad para el docente.



CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD

Nombre y apellidos:

Marque con una X la puntuación que considere más acorde con la actividad realizada (1 muy deficiente, 5 excelente)

Preguntas	1	2	3	4	5
Considera que el uso de robótica en la enseñanza para los niños es...					
En su experiencia como docente considera que La actividad del entorno pedagógico tuvo contenido educativo.					
Califique que tan lúdica es la actividad con respecto a la conducta de los estudiantes.					
En su conocimiento de docente, como califica la atención que los estudiantes tuvieron frente al prototipo.					
¿Cree usted que actividades como estas pueden lograr mejores resultados académicos en los alumnos?					
En su experiencia personal califique la actividad.					
Comentarios, Sugerencias:					

¿Qué método le gusta más, con el robot o sin el robot?

☐ Con Robot ☐ Sin Robot

¿Te gustaría realizar la actividad otra vez?

☐ Sí ☐ No



BOGOTÁ - PBO: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 311 180
Carrera 9, n.º 51-11 / www.usta.edu.co / contactenos@usantotomas.edu.co
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA - Tel. (571) 595 00 00
Carrera 10, n.º 72-50 / www.ustadistancia.edu.co / admisiones@ustadistancia.edu.co
NIT: 860012357-6



Institución de Educación Superior sujeta a la inspección y vigilancia del Ministerio de Educación Nacional - SINIES 1704

Vigencia por seis años

11.6 Anexo 5

Formato de calificación de actividad resuelto por el docente.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD

Nombre y apellidos:

Jorge Enrique Ruiz

Marque con una X la puntuación que considere más acorde con la actividad realizada (1 muy deficiente, 5 excelente)

Preguntas	1	2	3	4	5
Considera que el uso de robótica en la enseñanza para los niños es...					X
En su experiencia como docente considera que la actividad del entorno pedagógico tuvo contenido educativo.					X
Califique que tan lúdica es la actividad con respecto a la conducta de los estudiantes.				X	
En su conocimiento de docente, como califica la atención que los estudiantes tuvieron frente al prototipo.					X
¿Cree usted que actividades como estas pueden lograr mejores resultados académicos en los alumnos?					X
En su experiencia personal califique la actividad.					X

Comentarios, Sugerencias:

¿Qué método le gusta más, con el robot o sin el robot?

☒ Con Robot ☐ Sin Robot

¿Te gustaría realizar la actividad otra vez?

☒ Sí ☐ No



BOGOTÁ • PBX: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9. n.º 51-11 / www.usta.edu.co / contactenos@usantotomas.edu.co
VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA • Tel. (571) 595 00 00
Carrera 10. n.º 72-50 / www.ustadistancia.edu.co / admisiones@ustadistancia.edu.co
NIT: 860012357-6



Institución de Educación Superior sujeta a la inspección y vigilancia del Ministerio de Educación Nacional - SNIES 1704

Vigencia por seis años