

Lego Mindstorms EV3 en el proceso de enseñanza aprendizaje de programación básica

Carlos Ruiz¹; Byron Machay²; Natalia Contero³; Daysi Ainoca⁴

¹Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, Ecuador, carlos.ruiz@istvidanueva.edu.ec

²Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, Ecuador, byron.machay@istvidanueva.edu.ec

^{3,4}Carrera de Tecnología en Docencia, Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito, Ecuador, natalia.contero@istvidanueva.edu.ec; daysi.ainoca@istvidanueva.edu.ec

Resumen: Actualmente el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de programación en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica no incluye la aplicación de herramientas tecnológicas, lo que provoca que el estudiante no pueda poner en práctica los contenidos teóricos dictados por el docente en el aula de clases, obteniendo así en la mayoría de los casos un bajo rendimiento en la asignatura. Por esto, la presente investigación se basó en un diseño cuasi experimental con un grupo de control y un grupo experimental, en la que se utilizó el kit de robótica educativa Lego Mindstorms EV3 como una herramienta tecnológica de aplicación de contenidos teóricos, posteriormente se determinó como la misma incide en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica comparando los resultados obtenidos en las evaluaciones tanto en un pretest como en un postest.

Palabras clave: Robótica educativa, Lego Mindstorms EV3, Programación, Proceso de enseñanza aprendizaje.

Lego Mindstorms EV3 in the process of teaching learning basic programming

Abstract: Currently the teaching process learning programming content in the Higher Technology career in Electromechanics does not include the application of technological tools, which causes the student to be unable to put into practice the theoretical contents dictated by the teacher in the classroom, thus obtaining in most cases a low performance in the subject. Therefore, the present research was based on a quasi-experimental design with a control group and an experimental group, in which the educational robotics kit was used Lego Mindstorms EV3 as a technology tool for applying theoretical content, Later, it was determined how the same affects the learning teaching process of students of the degree of Superior Technology in Electromechanics by comparing the results obtained in the evaluations both in a pretest and in a postest.

Keywords: Educational Robotics, Lego Mindstorms EV3, Programming, Learning Teaching Process.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología hace que nuestra forma de vivir sea cada vez más sencilla, sin embargo, de la mano de estos avances tecnológicos se han originado grandes impactos sociales y culturales, por ejemplo, la mayoría de los países del mundo de mayor progreso enfocan su inversión hacia un capital intelectual, por otro lado, se

1. carlos.ruiz@istvidanueva.edu.ec
2. byron.machay@istvidanueva.edu.ec
3. natalia.contero@istvidanueva.edu.ec
4. luis.toca@istvidanueva.edu.ec

encuentran los países principalmente latinoamericanos quienes están atados a un pasado en donde la educación se ha estancado por varios factores, si estos países no comienzan a dar pasos agigantados en los procesos educativos, las instituciones, los directivos y principalmente los docentes no comienzan a innovar dentro del aula de clases no se podrán desarrollar en los estudiantes las capacidades para afrontar esta vida tecnológica que actualmente el mundo atraviesa.

En la presente investigación se considera como punto de partida la introducción de la robótica en el proceso de aprendizaje del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, específicamente en la asignatura de Programación y Simulación perteneciente a la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, la razón principal, es que actualmente la robótica abarca varios aspectos en el mundo, desde procesos industriales orientados a la obtención, transformación o transporte de la materia prima, los cuales son estudiados dentro de la carrera, hasta prótesis robóticas para cubrir las necesidades de las personas que sufren discapacidades.

Es importante desarrollar propuestas para los niños y los jóvenes con el objetivo de que se pongan en contacto con nuevas tecnologías, en donde el docente utilice herramientas como prototipos de robótica o software desarrollados pero con fines pedagógicos, estas herramientas deben permitir que el aula de clase o los laboratorios se conviertan espacios de exploración y experimentación en donde cada uno de los estudiantes entiendan como se desarrollan las cosas y por qué se las construye, esto con el simple objetivo de prepararlo de forma adecuada para que se enfrente al contexto diverso y complejo que la sociedad actualmente requiere. (Bravo, Ángela, and Guzmán, 2012).

Los robots educativos le permiten al estudiante introducirse en el mundo tecnológico pero en el ámbito educativo son consideradas como las mejores herramientas didácticas para la enseñanza de las disciplinas académicas STEM, considerando como ejemplo el caso Bee Bot en los contextos

educativos, el cual permite que los estudiantes adquieran conceptos matemáticos y geométricos de manera significativa, además de desarrollar las capacidades elementales de la programación y el pensamiento computacional (González, Morales, Muñoz, Nielsen, and Villarreal, 2019).

El gobierno ecuatoriano durante los últimos años ha buscado consolidar una economía la cual se encuentre basada en la generación y construcción del conocimiento, esto ha provocado que el estado debe invertir en talento humano y en la formación de especialistas que fortalezcan técnica y tecnológica vinculada con los procesos de desarrollo que se plantean en el Plan de Desarrollo Nacional para concretar, así, la innovación y el emprendimiento de los estudiantes de las diferentes instituciones del Sistema de Educación Superior. Es por esto que, la implementación de la robótica en las aulas de clase ha tenido un largo proceso de aceptación tanto para los estudiantes como para los docentes, es por esto que las prácticas pedagógicas así como el proceso de enseñanza en las aulas de clase deben ser replanteadas, con el objetivo de que sean fortalecidas por medio de tecnologías así como por kits de robótica educativa, de esta manera, lo que se busca es integrar con mayor fuerza la tecnología en las aulas de clases con el objetivo de que los estudiantes adquieran mayores habilidades y destrezas en las actividades que desarrollan principalmente en las Instituciones de Educación Superior. (Luis, Ramírez, and Landín, 2017).

Actualmente el Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva busca impulsar a los estudiantes para que desarrollen sus propias investigaciones e innovaciones en los diferentes campos, es así que en el 2017 se crea el Club de Robótica con el objetivo de que los estudiantes apliquen sus conocimientos en diferentes proyectos de innovación para que sean presentados a la sociedad e incluso para poder participar en los diferentes concursos a nivel nacional, a partir de este punto, se vio la necesidad de incluir la robótica en el proceso de enseñanza y aprendizaje con el objetivo de que los estudiantes principalmente de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica,

relacionen esta área con el campo ocupacional en el cual se están formando.

II. ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN

Durante los últimos años, la robótica ha ido introduciéndose cada vez con más fuerza en la educación; proporcionando a los alumnos de herramientas netamente tecnológicas que hacen frente a las necesidades del siglo XXI. En las aulas de clase por medio de la robótica, los alumnos pueden experimentar con robots educativos y sus plataformas de programación, con la finalidad de construirlos, resolver problemas, generar secuencias, incluso hasta resolver problemas por medio del trabajo colaborativo entre diversos grupos de estudiantes (Sánchez & Landín, 2018). Por esta razón, el estudiante se encuentra en la capacidad de asimilar diferentes conceptos y conocimientos, tomando en cuenta los diferentes criterios de las respuestas obtenidas y métodos distintos propuestos para dar solución a los problemas planteados por el docente en el aula de clases.

Las instituciones de educación deben siempre buscar proveer y promover recursos didácticos e innovadores en el proceso de enseñanza aprendizaje, es importante considerar que el estudiante entre en contacto con nuevas tecnologías y esto es posible solamente a través del manejo de herramientas de software y hardware en las aulas de clases, los prototipos robóticos con fines pedagógicos proporcionan todas estas herramientas al docente para que sean utilizadas. (Bravo, Ángela, and Guzmán, 2012).

Se debe tomar en cuenta que las instituciones de educación deben contar con la iniciativa de invertir en estas herramientas y al mismo tiempo capacitar a los docentes para el manejo de las mismas. En la actualidad las metodologías conocidas como Problem Based Learning y Project Based Learning, han ganado aceptación en los procesos curriculares especialmente en la educación superior. Estas metodologías requieren que se formule siempre un problema, basado en los contenidos que se están

analizando en las aulas de clases, pero siempre cercano a los alumnos de forma que, al resolverlo adquieran competencias propias y puedan alcanzar el aprendizaje significativo. Los equipamientos que aportan el desarrollo de estas metodologías resultan extremadamente costosos, sin embargo, se ha considerado la robótica educativa como una herramienta que facilita al docente a trabajar con estas metodologías en el aula de clase (Calvo, 2014).

A partir de esta sección, se desarrollan los contenidos del tema, de una forma ordenada y secuencial. Nótese que la sección debe ir organizada usando títulos como el anterior para cada tema nuevo incluido. Aparte, se incluyen subtítulos como el siguiente.

A. TIC

Las tecnologías de la Información y la Comunicación por sus siglas TIC, han evolucionado de una manera extremadamente amplia en los últimos años, este desarrollo ha impactado en las áreas de actividad humana, incidiendo en todos los órdenes de la vida de las personas, como individuos y principalmente como una sociedad, es por esto que las tecnologías enfocadas en innovar el sistema educativo han crecido de una forma exponencial acelerada, buscando que sus avances no estén enfocados solamente en la tecnología, actualizaciones y aplicaciones, sino más bien en los propósitos educativos que se buscan dentro del aula de clases con grupos específicos de estudiantes y docentes. Sin embargo, el crecimiento y aplicación de las TIC en las aulas de clases no se ha llevado de una manera equilibrada o igual en todos los países e incluso dentro de los sectores económicos y sociales propios de cada país, esta inequidad se le denominado como una brecha digital, entre aquellas personas que poseen un acceso adecuado y habilidades en el uso de las TIC con aquellos que simplemente no lo tienen, determinando así que no porque exista en el mundo más y mejor tecnología, todas o más personas tienen acceso a esta (Mart, s/f).

B. Robótica educativa

Países como Corea e India empezaron a incluir la robótica en actividades que son desarrolladas fuera de las aulas de clases y una vez que se identificaron cambios sustanciales, estos países reformularon sus esquemas educativos para que la robótica sea ya considerada oficialmente como una herramienta tecnológica dentro del aula de clases. Entonces, es aquí en donde se comenzó a resaltar a la robótica como una herramienta que apoya a los procesos de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva educativa, por lo cual vista desde un enfoque de la teoría cultural de las funciones psíquicas de Vigotsky, la robótica se puede convertir en un medio de acción disponible en los procesos de educación a nivel básico como a nivel superior, en donde los estudiantes juegan un papel de carácter activo, participativo y colaborativo, favoreciendo la evolución desde el punto de vista cognitivo real a un punto de desarrollo cognitivo potencial (Pinto, Barrera and Pérez, 2010).

Una de las características especiales es que la robótica educativa es que se aumente en los estudiantes la capacidad de mantener la atención dentro de las aulas de clase, debido a que pueden manipular, experimentar y trabajar con las herramientas que le proporcionan los kits de robótica, esto hace que en el proceso de aprendizaje el estudiante se centre mucho más en las actividades que realiza y además que ponga mucha más atención en los conocimientos que está poniendo en práctica para resolver los problemas planteados. Sin embargo, es importante considerar que para que se pueda aplicar la robótica educativa dentro de las aulas de clases las instituciones de educación cuenten con un software y hardware especializado y con fines específicos, en el mercado actualmente existen muchos kits robóticos que son una gran opción para comenzar a trabajar en las áreas de electrónica, programación y mecánica dentro del aula de clases (Bravo, Forero 2012).

C. Kit Lego Mindstorms EV3

Las herramientas de Lego Education son una gran oportunidad para que el docente pueda generar métodos innovadores y ayudar a los estudiantes en el aula de clases, se consideraron como herramientas muy versátil y polivalente, que permiten que se pueda trabajar en diferentes áreas del conocimiento, proporcionando al docente técnicas para trabajar en aspectos de la robótica, solución de problemas, proactividad y trabajo en equipo. El Kit Lego Mindstorms EV3 es una herramienta que permite generar y crear metodologías que hacen efectivo el aprendizaje mediante la consigna “Hands-On” la cual tiene como consigna “si me involucras aprendo” permitiendo así que los estudiantes sean quienes desarrollan los prototipos para resolver los problemas propuestos por los docentes (Almeida and Teórico, 2017).

Inicialmente la plataforma LEGO MINDSTORMS fue creada por la compañía LEGO en colaboración con Massachusetts Institute of Technology, apareció inicialmente como un juego de robótica, pero en los últimos años se adquirió un interés en los procesos educativos. Este kit de robótica educativa proporciona los elementos básicos utilizados en cualquier proceso industrial como los sensores, servomotores y sistemas de transmisión mecánica que permiten el movimiento, y principalmente con un controlador en el que se almacena el programa generado por el estudiante. (Jara, Candelas, and Torres, 2007).

D. Sensores

Los sensores son dispositivos que permiten extraer magnitudes físicas del mundo exterior para convertirlas en señales de voltaje o corriente, estas señales son procesadas posteriormente y se toman las acciones a ejecutar sobre los actuadores de acuerdo a la programación establecida (Ruiz, 1999).

El Kit de Lego Mindstorms EV3 contiene tres sensores diferentes que pueden ser conectados a las entradas del brick. El sensor de color, es un sensor de tipo analógico que está diseñado para que pueda operar en distintos modos, el primero es el modo color en donde puede detectar entre siete colores diferentes, los cuales son el amarillo, azul, negro,

verde, marrón, rojo y blanco, el segundo es el modo intensidad de luz reflejada, en donde el sensor utiliza escalas entre muy oscuro (0) y muy luminoso (100) con el objetivo de que el robot se mueva en una superficie de color blanca siguiendo una línea de color negra, siempre y cuando el sensor no toque el área de movimiento, el tercero es el modo intensidad de la luz ambiental con el objetivo de que se mida la intensidad de luz en la que trabaja el robot, al igual que el anterior modo, el sensor trabaja en una escala de muy oscuro (0) o muy luminoso (100) para que el robot pueda ser programado para emitir alarmas o desarrollar movimientos de acuerdo a la cantidad de luminosidad ambiental. El sensor infrarrojo, es un sensor de tipo analógico que se encuentra diseñado para detectar la luz infrarroja reflejada por objetos sólidos o la emitida por una baliza propia del kit, este sensor al igual que el anterior puede operar en tres modos distintos, el primero es el modo proximidad en donde se utiliza para medir la distancia que existe entre el robot y un objeto que refleja la luz infrarroja, los valores utilizados para informar sobre la distancia se encuentran en una escala que va desde muy cerca (0) o muy lejos (100), es importante mencionar que estos valores solamente representan una escala y no una magnitud directa como centímetros o pulgadas, el segundo es el modo baliza para lo cual en la programación se debe seleccionar uno de los cuatro canales de la baliza infrarroja remota, posteriormente el sensor detectará la señal que emite la baliza infrarroja cotejándola con el canal que se seleccionó previamente, una vez que se recibió la señal se puede calcular la orientación de la baliza así como la distancia a la que la misma se encuentra, y el tercero es el modo remoto en donde el sensor infrarrojo está en la capacidad de detectar el botón o la combinación de botones que ha sido presionado en la baliza infrarroja remota, es importante mencionar que dicha baliza se encuentra incluida en el kit. El tercer sensor incluido en el kit es el sensor táctil el cual es un sensor de tipo digital, el cual permite detectar el momento en el que el switch interior del mismo se encuentra abierto o cerrado producto de un ejercicio mecánico producido en este, al igual que los sensores anteriores este sensor puede ser utilizado en tres modos distintos, pero de una forma mucho más sencilla ya que lo único que

importa en este sensor es cuando el switch se encuentra abierto y cuando cerrado, por lo tanto, puede tener tres condiciones las cuales son presionado, liberado o en contacto, cada una de estas permitirá desarrollar programaciones distintas para las acciones a desarrollar en los actuadores (Tello-leal, Guerrero-Melendez, and Saldivar-Alonso, 2013).

E. Aprendizaje

Para poder definir el aprendizaje se debe comprender previamente la etimología, la cual hace referencia a coger, adquirir o apoderarse de algo, si bien la enseñanza era la actividad que le pertenece al docente esta actividad va ligada obligatoriamente al estudiante y se lo puede interpretar como el éxito o el resultado del tipo de enseñanza impartida por el docente, es por esta razón que se la puede definir como el proceso mediante el cual se modifica o se origina un comportamiento e incluso se adquiere un conocimiento de forma permanente o parcialmente permanente. Sin embargo, a la Didáctica se la puede conocer como la técnica o el arte de orientar en el proceso de aprendizaje, pero esta tarea no debe estar enfocada solamente en la acción de enseñar, sino que también es importante que se analicen cuáles son las condiciones necesarias para que en este proceso de enseñanza los estudiantes puedan aprender adecuadamente, el contenido necesario y sobre todo conocimientos útiles aplicados a la sociedad. Dentro del aprendizaje se puede definir además un término proceso dentro del proceso, la formación, que no es nada más que un proceso desarrollado por el ser humano, en este caso el estudiante, hasta alcanzar un estado de plenitud personas, estado alcanzado de forma interior por medio de la cultura; entre los diferentes tipos de formaciones se puede hablar de la general que incluye los aprendizajes básicos como el de escribir, contar y leer, por otro lado se tiene a la formación humanística que contiene la literatura, las ciencias sociales, las lenguas, la filosofía, entre otras, y por último una formación específica que no es nada más que incluir una preparación, formación o capacitación en técnicas propias necesarias para la vida, como la formación profesional. En la siguiente figura se presenta los elementos componentes del acto didáctico, en donde se

detallan los principales problemas a los que se enfrenta que debe resolver la Didáctica (Mallart, Sepúlveda, Rajadell, 2001).

III. METODOLOGÍA

En la presente investigación se utilizó un diseño cuasi – experimental con enfoque cuantitativo debido a que fue necesario evaluar la eficacia de la intervención que se desarrolló con los diferentes grupos de estudiantes, se utilizó un grupo de control no equivalente, debido a que al tratarse de grupos de clase que se encuentran establecidos y conformados por Coordinación Académica del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica desde el inicio del periodo académico no se pudo respetar la aleatorización, es por esto que se debe recalcar que el grupo de control así como el grupo experimental son grupos no equivalentes, por lo tanto, los estudiantes que forman parte de ambos cursos se diferencian en muchos aspectos. El grupo de estudiantes considerado como grupo de control pertenece a la modalidad presencial de la jornada matutina, mientras que el grupo de estudiantes que forman parte del grupo experimental pertenece a la modalidad presencial de la jornada nocturna. Este tipo de diseño aplicado involucra la manipulación de una variable independiente con el objetivo de que se puedan analizar las consecuencias provocadas sobre la variable dependiente. De acuerdo a lo establecido, el grupo experimental recibió la intervención de la variable independiente para poder identificar el efecto sobre la variable dependiente, por otro lado, el grupo de control permitió adjudicar la respectiva validez a la variable independiente, dicho de otra manera, no es nada más que el grado de confianza que se necesitó en los resultados luego de la implementación, para que estos sean interpretados adecuadamente y de esta manera poder asegurar que son válidos. Por otro lado, es importante mencionar que, en la presente investigación se aplicó el mismo instrumento de evaluación antes (Pretest) y después (Postest) de la implementación de la

variable independiente (Hernandez, Fernandez, and Baptista, 2010).

Se utilizó una modalidad de investigación de tipo aplicada debido al tipo de variables que se tuvieron y porque se esperó la solución al problema planteado inicialmente, considerando a la solución del problema como una prioridad esencial por medio de la aplicación de conocimientos. Además, el tipo de investigación de acuerdo a su finalidad es de tipo descriptivo ya que se estableció el comportamiento de las variables en el proceso de la investigación, posteriormente las mismas fueron medidas por medio de procesos metodológicos ya que están regidos por una validez (Hernandez, Fernandez, and Baptista, 2010).

Población y muestra, considerando los dos cursos de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica en donde el grupo de control cuenta con un total de 17 estudiantes y el grupo experimental por otro lado cuenta 21 estudiantes, no fue necesario el cálculo de la muestra, de esta manera se trabajó con los 38 estudiantes que conforman el total de la población, además, fue necesario mencionar que las clases fueron dictadas a los dos cursos por el mismo docente.

Diseño experimental, para llevar a cabo el proceso inicial de investigación se implementó un total de ocho clases prácticas apoyadas por el kit de robótica educativa Lego Mindstorms EV3 en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Programación y Simulación, para estas clases se desarrolló guías de prácticas propuestas bajo el modelo institucional con el objetivo de que los estudiantes y el docente conozcan el proceso que se llevó a cabo en cada clase y cuáles fueron los alcances que se esperaron en la misma (Hernandez, Fernandez, and Baptista, 2010).

En el procedimiento de recolección de la información se utilizó una evaluación de carácter formativo la cual fue aplicada a ambos grupos que participan en la investigación, tanto en el grupo de control como en el grupo experimental, en primera instancia la evaluación fue pilotada en un tercer

grupo que reunía los requerimientos y conocimientos mínimos con el objetivo de identificar fallas de redacción, complejidad de las preguntas, complejidad del lenguaje utilizado, entre otros factores, una vez desarrollada las correcciones respectivas se procedió a considerarla como evaluación inicial (Postest) tanto para el grupo de control como para el grupo experimental, una vez recogidos los datos de interés se procedió a la intervención en el grupo experimental, mientras que en el grupo de control se mantuvo una metodología de clases tradicional, transcurrida la intervención y los ocho días de prácticas en el grupo experimental se desarrolló nuevamente la evaluación (Postest) a los dos grupos, con el objetivo de verificar como la herramienta impactó en el proceso de aprendizaje en el grupo experimental (Moreno, Muñoz, Serracín, Quintero, Pittí, Quiel, “ 2012). La evaluación que fue considerada en el Pretest y en el Postest fue la misma, y fue fiabilizada utilizando el estadístico alfa de Cronbach, obteniendo un valor superior al nivel mínimo aceptado, con lo que se puede afirmar que la evaluación presenta un nivel aceptable de fiabilidad y consistencia interna.

A. Intervención en el grupo de control

Para desarrollar la intervención en el grupo experimental se diseñó guías de prácticas que respetan el formato establecido por el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, para esto, se consideraron los contenidos establecidos en el syllabus institucional, de esta manera se plantearon temas para cada una de las prácticas, considerando que se desarrollan un total de cinco:

- Estructura de Selección IF
- Estructura de Repetición FOR
- Control con estructuras de Repetición y Selección
- Robot Seguidor de línea
- Robot Sumo

Una vez que se establecieron los temas para las guías de prácticas se procedió con la intervención en el grupo experimental, para lo cual fue necesario que se levanten los datos del Pretest

tanto al grupo experimental como al grupo de control y posteriormente se puso en marcha las planificaciones correspondientes para que se lleve a cabo la intervención en el grupo experimental. Es importante que los estudiantes reconozcan las piezas constituyentes del Lego Mindstorms Ev3 así como su interfaz de programación, es por esto que fue necesario que se planifiquen clases en donde el estudiante pudo llevar a cabo estas acciones.

B. Pretest al grupo de control y grupo experimental

Como se mencionó anteriormente a la evaluación se le desarrolló un pilotaje con el objetivo de identificar problemas de redacción, complejidad de preguntas, entre otras, este pilotaje fue desarrollado a un grupo de estudiantes que tengan el conocimiento necesario, así como las características similares para entender y comprender el objetivo de la evaluación pero totalmente ajeno a los estudiantes que intervienen en el estudio desarrollado con el objetivo de que no incida ninguna otra variable ajena a las propuestas en la presente investigación, el mismo fue desarrollado antes de ser utilizada en el grupo de control y el grupo experimental.

TABLA I
VALORES DEL PRETEST DEL GRUPO DE CONTROL

Estudiante	Nota del Pretest
1	1,11
2	1,89
3	3
4	4,44
5	2,01
6	2,7
7	1,04
8	3,18
9	1,67
10	2,96
11	2,67
12	3,56
13	3,18
14	2,37
15	4,41
16	4,67
17	4

TABLA 2
VALORES DEL PRETEST DEL GRUPO DE
EXPERIMENTAL

Estudiante	Nota del Pretest
1	1,5
2	2,55
3	3,25
4	1,05
5	5,6
6	2,55
7	3,8
8	3,37
9	7,5
10	5,25
11	6,2
12	0
13	1,55
14	7,4
15	5,25
16	3,75
17	4,5
18	6,4
19	8,2
20	8,5
21	5

Se desarrollaron un total de diecisiete evaluaciones al grupo de control y veintiún evaluaciones al grupo experimental, es importante considerar que las evaluaciones fueron las mismas para los dos grupos y también desarrolladas el mismo día en cada una de las jornadas de los grupos. Fue necesario prevenir a los estudiantes la importancia de su asistencia a esta clase para que se puedan levantar adecuadamente todos los datos requeridos.

C. Identificación de las piezas constituyentes del Kit Lego Mindstorms EV

Al ser una herramienta que no se había utilizado anteriormente con el grupo de estudiantes, es necesario que los mismos reconozcan de forma física cada una de las partes que constituye el kit de robótica educativa, el objetivo primordial en esta fase es que los estudiantes se familiaricen con las características de cada una de las piezas, reconozcan y diferencien cuales son los sensores y los actuadores del sistema y al mismo tiempo comprendan la funcionalidad de cada uno de ellos.

Fue necesario que una vez culminada la identificación de las partes que constituyen el kit, los grupos de estudiantes conformados comiencen a ensamblar los prototipos robóticos con cada una de las piezas, esto va a permitir que se desarrollen destrezas en el proceso de ensamblado del robot y la ubicación adecuada de los sensores y actuadores para que puedan identificar claramente la funcionalidad de cada una de las piezas cuando el robot se encuentre ya ensamblado. Por esta razón, a cada grupo de estudiantes se le entregó el kit conjuntamente con un manual y lista de piezas que lo comprenden, además, en la misma se pudo identificar los actuadores y sensores que pueden ser conectados al brick.



Fig. 1 Proceso de identificación de piezas del Kit Lego Mindstorms EV3

En este proceso fue necesario que el estudiante compare las piezas existentes en el kit con un listado anteriormente mencionado, el mismo fue cargado en un apartado de la plataforma institucional, además, para el armado de los primeros robots los estudiantes siguieron una guía de ensamblaje de robots con el Mindstorms EV3, debido a que no es una competencia de la asignatura que los estudiantes adquieran las destrezas necesarias en este proceso, sin embargo, una vez que se fueron desarrollados los primeros robots, los estudiantes podrán realizar los cambios necesarios sobre cada prototipo de acuerdo a la experiencia adquirida y a las acciones que debán desarrollar cada uno de los robots.



Fig. 2 Construcción final de un robot de cuatro ruedas con sensor infrarrojo, de color y motores.

D. Identificación de la interfaz de programación de Lego Mindstorms EV3

La interfaz que se utilizó para la programación del Brick se encuentra basada en la plataforma de LabVIEW ya que es desarrollada y actualizada constantemente en colaboración con National Instruments, sin embargo, al ser una interfaz completamente nueva fue necesario que el estudiante reconozca la ubicación de cada uno de los objetos que permitan desarrollar las diferentes acciones en el robot.

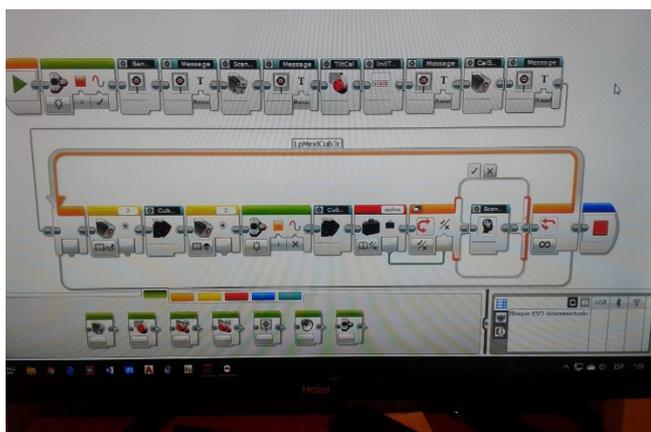


Fig. 3 Interfaz de programación de Lego Mindstorms EV3

La interfaz gráfica de programación es amigable y presenta una clasificación por ventanas de cada uno de sus objetos de programación, además, sobre cada uno de los objetos el estudiante pudo

reconocer una gama completa de etiquetas explicativas de las partes y los valores que se pueden introducir o generar en los objetos de programación, así como en los instrumentos virtuales que se utilizan.

E. Práctica uno: Estructura de Selección IF

Una vez que se desarrollaron las primeras intervenciones en donde el estudiante identificó las partes constitutivas del Kit Lego Mindstorms EV3 y la interfaz de programación, se procedió con la primera intervención práctica y de aplicación de los contenidos teóricos. En esta clase práctica, el estudiante debía construir un robot con el kit para la simulación de procesos industriales, determinar las comparaciones lógicas desarrolladas en la estructura if y por último, establecer las diferencias entre una estructura if simple y una estructura if – else. En esta práctica fue utilizado el sensor infrarrojo y la estructura de selección if para el control de los motores.



Fig. 4 Comprobación del funcionamiento de los robots en la primera práctica

F. Práctica dos: Estructura de Repetición For

En la segunda intervención el estudiante debía identificar las diferencias que existen en una estructura For simple y una estructura For anidada, aplicar la estructura For en la ejecución de movimiento programados y la simulación de procesos industriales en cadena. En esta práctica no entra en funcionamiento ninguno de los sensores, solamente la programación desarrollada en el brick

para el control de los motores mediante secuencias de repetición.



Fig. 5 Comprobación del funcionamiento de los robots en la segunda práctica

G. Práctica tres: Control con estructuras de repetición y selección

En la tercera intervención el estudiante debía desarrollar programas con estructuras de repetición y selección que le permitan la simulación de un proceso industrial y diferenciar los tipos de señales emitidas por los sensores para la toma de decisiones. Es importante considerar que para esta práctica los estudiantes utilizaron el sensor infrarrojo conectado al brick y la estructura de repetición For para el control de los motores de acuerdo a los requerimientos establecidos.



Fig. 6 Comprobación del funcionamiento de los robots en la tercera práctica

H. Práctica cuatro: Robot Seguidor de línea

En la cuarta intervención el estudiante debía desarrollar un programa para el movimiento de un

robot en una ruta establecida y aplicar el sensor de color en la identificación del color blanco y negro para el control de los motores de acuerdo a la programación establecida. Para el desarrollo de esta práctica el estudiante utilizó el sensor de color calibrado dentro de un rango establecido para la identificación de la cantidad de iluminación y de esta manera ejecutar los movimientos de los motores que son controlados desde el brick.

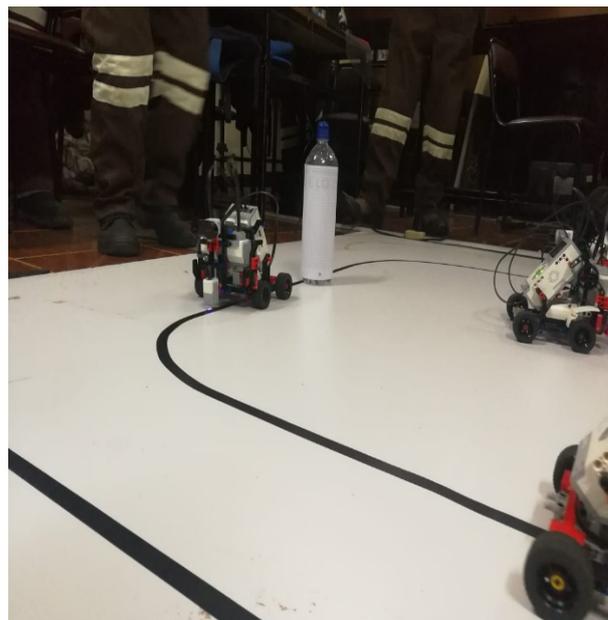


Fig. 7 Comprobación del funcionamiento de los robots en la cuarta práctica

I. Práctica cinco: Robot Sumo

En la última intervención se estableció el hecho de poner en práctica todos los conocimientos que han intervenido hasta ese momento, es por esto que el estudiante deberá desarrollar un programa para el control de los motores dependiendo de las señales emitidas por dos tipos de sensores distintos. En primera instancia el robot debería detectar obstáculos que se ubiquen frente a él con el objetivo de empujarlo fuera del dojo de pelea, sin embargo, el robot deberá moverse libremente dentro de esta arena de pelea y cuando detecte la línea negra debía retroceder para no salir. En el desarrollo de esta práctica el estudiante debe utilizar el sensor infrarrojo y el sensor de color, los dos calibrados en los valores necesarios para que el robot ejecute los movimientos requeridos en la práctica.



Fig. 8 Comprobación del funcionamiento de los robots en la quinta práctica

H. Postest al grupo de control y grupo experimental

Una vez desarrollada la intervención que tomó un total de ocho días en el grupo experimental fue importante evaluar nuevamente a los dos grupos con el objetivo de cotejar al antes y el después del aprendizaje, considerando como punto intermedio la intervención desarrollada con el kit de robótica educativa. Se debe considerar que la evaluación que se implementó en el postest es la misma que se llevó a cabo en el pretest, es por esto que la evaluación es considerada como una evaluación formativa en el proceso de enseñanza del estudiante.

Fue importante considerar los siguientes puntos al momento de desarrollar la evaluación tanto en el pretest como en el postest, con el objetivo de que todos los estudiantes sean evaluados:

- Cada una de las intervenciones debían estar planificadas, registradas y aprobadas desde la coordinación de carrera y coordinación académica, con el objetivo de que se conozca lo que se desarrolló con los estudiantes en las aulas de clases y los conocimientos que fueron impartidos en las mismas.
- Fue importante prevenir al estudiante sobre su participación en la investigación con el objetivo de que su asistencia y su desempeño fuera el adecuado en las aulas

de clases, debido a que si los estudiantes comenzaban a faltar continuamente a las intervenciones no se podía identificar si la herramienta que se propone es adecuada o no para el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de la asignatura.

- Fue importante que advertir a los estudiantes sobre las evaluaciones desarrolladas como pretest y postest, para que se tengan los datos y registros de todos los estudiantes pertenecientes a los grupos participantes.

TABLA III
 VALORES DEL POSTEST DEL GRUPO DE CONTROL

Estudiante	Nota del Pretest
1	5,8
2	5,8
3	5,9
4	5,7
5	5,7
6	6,7
7	5,1
8	5,7
9	6
10	5,9
11	5,7
12	5,9
13	5,8
14	5,7
15	5,8
16	6
17	6,1

TABLA IV
 VALORES DEL POSTEST DEL GRUPO DE EXPERIMENTAL

Estudiante	Nota del Pretest
1	8
2	5,5
3	8
4	5,5
5	8
6	8,5
7	8
8	8,5
9	8,5
10	8,5
11	8,5
12	0

13	8
14	8,5
15	7
16	6,5
17	7,5
18	8
19	9
20	9
21	8

Como se mencionó anteriormente se analizó la fiabilidad de los resultados en el postes y pretest por medio del Alfa de Cronbach en el software SPSS IBM, en donde el resultado obtenido con los datos presentados es un valor de 0,783 del coeficiente de Cronbach, considerando que el mínimo valor del coeficiente es de 0,70, por esto es que se pudo determinar que existió una consistencia interna del test presentado, así como, la estabilidad de las medidas realizadas (Celina and Campo, 2016).

TABLA V
 ESTADÍSTICAS DE FIABILIDA

Alfa de Cronbach	N de elementos
,783	2

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos en el pretest y postest, tanto del grupo de control como del grupo experimental se desarrolló el proceso correspondiente para verificar si el Kit Lego Mindstorms EV3 aporta en el aprendizaje de conceptos y aplicación de la programación básica enseñada en el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica.

La hipótesis fue demostrada por medio de la prueba de Wilcoxon, con la cual se desarrolló el análisis de los resultados obtenidos en el pretest y el postest del grupo de estudiantes de control y el grupo experimental.

TABLA VI
 PRUEBA DE WILCOXON

	POSTEST - PRETEST
Z	-5,303 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Como se puede verificar el valor de sigma asintótica bilateral es de 0,000 y al ser menor a 0,05 se prueba la veracidad de la hipótesis alterna del proyecto de investigación propuesto (Silvente and Hurtado, 2012).

TABLA VII
 PRUEBA DE WHITNEY-MAN

	GRUPO	N	Rango promedio	Suma de rangos
PRETEST	Control	17	15,12	257,00
	Experimental	21	23,05	484,00
	Total	38		
POSTEST	Control	17	11,94	203,00
	Experimental	21	25,62	538,00
	Total	38		

De acuerdo con los datos obtenidos se desarrolló la prueba estadística de Mann—Whitney y se puedo verificar claramente que en el grupo experimental la evaluación del pretest se tiene un valor de 23,05 mientras que en la evaluación postest se tiene un valor de 25,63 que es mayor, por ende, esto quiere decir que el kit de robótica educativa que se plantea utilizar como herramienta tiene efectos positivos en el aprendizaje de los contenidos de programación básica (Silvente and Hurtado, 2012).

No obstante, fue necesario que se desarrolle el diagrama de cajas de los valores del pretest y el postest para analizar el valor de la mediana.

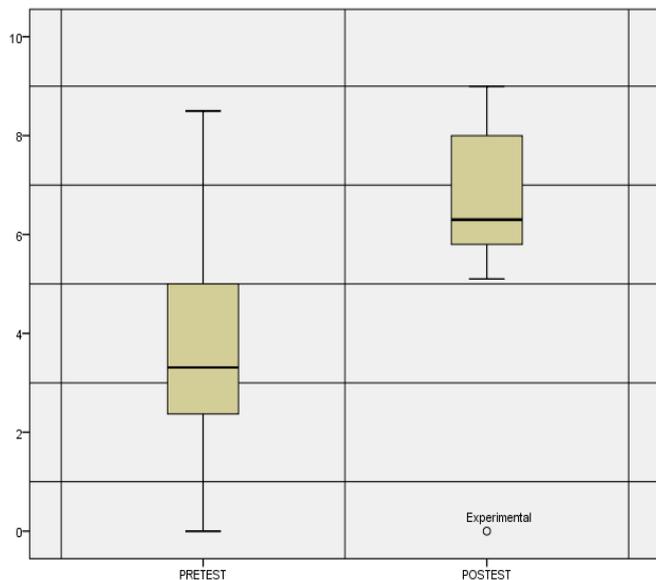


Fig. 9 Diagrama de cajas del pretest y postest.

Como se puede observar el valor de la mediana del postest es mucho mayor que la del pretest, esto significa que si existe un efecto positivo en el uso de el kit Lego Mindstorms EV3 en el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de programación básica (Alberto, Turcios, 2015).

IV. CONCLUSIONES

Si bien es cierto y la robótica educativa ha sido implementada y utilizada en otros países desde hace ya varios años, no se ha logrado comprobar cual es su incidencia en los programas de educación en los diferentes niveles de nuestro país, ya sea en la educación inicial o en la educación superior como es el caso de esta investigación.

Es importante que antes de implementar alguna tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje los docentes se encuentren totalmente capacitados en el manejo de estas teorías y herramientas para que los conocimientos sean transmitidos adecuadamente a los estudiantes, ya que si el docente no aplica la metodología de enseñanza adecuada en el estudiante puede ser perjudicial la inclusión de la robótica en el aula de clases.

Para que la robótica sea introducida en las aulas de clases de la carrera de tecnología Superior en

Electromecánica del Instituto Superior tecnológico Vida Nueva, se debe realizar un análisis de los contenidos de las diferentes asignaturas, ya que esta tecnología no puede ser introducida sin ningún oriente o solo como relleno para las diferentes prácticas.

En el desarrollo de las intervenciones es necesario que se aplique una metodología de enseñanza del Aprendizaje Basado en Problemas o el Aprendizaje Basado en Proyectos con el objetivo de que las guías de prácticas desarrolladas sean consideradas como “retos” de robótica al momento del desarrollo de la intervención, de esta manera el estudiante podrá participar de manera activa en la solución de los problemas planteados elevando además su porcentaje de interés en el aprendizaje de los contenidos como lo explican en el 2019 Ruiz, Zapatera, Montes, et al (Ruiz, Zapatera, Montes, and Rosillo, 2019).

La participación del estudiante y su predisposición al cambio y el uso de tecnologías distintas es esencial ya que si los estudiantes rechazan la herramienta desde un inicio no se podrá dar cabida a que se desarrollen las prácticas con la herramienta de forma adecuada y no se pueden levantar los datos correctamente, por lo cual la robótica educativa puede ser considerada también como una herramienta lúdica que motiva a los estudiantes para la adquisición de los conocimientos impartidos por el docente, como lo establecen García y Caballero en el 2019 (Muñoz-Repiso and Caballero-González, 2019).

De acuerdo a los datos analizados se pudo evidenciar claramente que el uso de la robótica educativa provocó un efecto positivo en el aprendizaje de los contenidos de programación básica en los estudiantes de tercer nivel de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica del Instituto Superior Tecnológico Vida nueva, de esta manera se debería considerar a la misma como una herramienta de apoyo para el docente y el estudiante en el proceso de enseñanza aprendizaje corroborando lo propuesto por Quiroga en el 2018 (Quiroga, 2018).

REFERENCIAS

- E. Bravo Sánchez, F. Ángela, and F. Guzmán, “(No Title),” vol. 13, no. 2, pp. 120–136, 2012.
- J. González, I. Morales, L. Muñoz, M. Nielsen, and V. Villarreal, “Mejorando la enseñanza de la matemática a través de la robótica Improving the teaching of mathematics through robotics,” no. August, 2019.
- J. Luis, S. Ramírez, and C. J. Landín, “Modelo de Robótica Educativa con el Robot Darwin Mini para Desarrollar Competencias en Estudiantes de Licenciatura An approach to educational robotics using the Darwin Mini Robot as a tool for undergraduate skill development Model Robotics Educacional com o Darwin Mini Robot para Desenvolver Competências em Estudantes de Bacharelado,” *Núm*, vol. 8, 2017.
- I. Calvo, “MINDSTORMS NXT y metodologías PBL en Informática Industrial,” *Control*, no. June 2010, pp. 1–18, 2014.
- N. Mart, “Aprendizaje y evaluación con TIC : un estado del arte,” pp. 57–67.
- M. Pinto Salamanca, N. Barrera Lombana, and W. Pérez Holguín, “Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza,” *Ing. Investig. y Desarro. I2+D*, vol. 10, no. 1, pp. 15–23, 2010.
- A. Bravo Sánchez, Flor Ángela; Forero Guzmán, “La Robótica como recurso.,” 2012, vol. 13, 2012.
- P. M. Almeida and M. Teórico, “La robótica educativa: una oportunidad para la cooperación en las aulas,” pp. 1–8, 2017.
- C. Jara, F. Candelas, and F. Torres, “Laboratorios Virtuales y Remotos Basados en EJS para la Enseñanza de Robótica Industrial,” *XXVIII Jornadas de Automática*, 2007.
- Á. C. Ruiz, “Sensores inteligentes: una historia con futuro,” *Buran*, no. 14, pp. 13–18, 1999.
- E. Tello-leal, T. Y. Guerrero-Melendez, and V. P. Saldivar-Alonso, “Revisión De La Plataforma Robotica Para Las Aplicaciones Educativas Y De Investigacion,” *Rev. S&T*, vol. 11, no. 26, pp. 9–27, 2013.
- N. C. Mallart, Juan. Sepúlveda, F., Rajadell, “Didáctica: Concepto, Objeto y Finalidades,” *Didáctica Gen. para Psicopedag.*, no. May, pp. 23–57, 2001.
- R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. 2010.
- J. Moreno, Iveth; Muñoz, Lilia; Serracín, José Rolando; Quintero, Jacqueline; Pittí Patiño, Kathia; Quiel, “La robotica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprend....,” *Teoría la Educ. Educ. y Cult. en la Soc. la Inf.*, vol. 13, pp. 74–90, 2012.
- H. Celina and A. Campo, “Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach,” *Rev. Colomb. Psiquiatr.*, vol. 45, no. 1, pp. 19–25, 2016.
- V. B. Silvente and R. Hurtado, “Classificació de proves no paramètriques. Com aplicar-les en SPSS,” *Rev. d’Innovació i Recer. en Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 101–113, 2012.
- R. Alberto, S. Turcios, and D. Para Correspondencia:, “Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney: mitos y realidades,” *Rev Mex Endocrinol Metab Nutr*, vol. 2, pp. 18–21, 2015.
- F. Ruiz Vicente, A. Zapatera, N. Montes, and N. Rosillo, “Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación primaria en España,” no. November, pp. 711–720, 2019.
- A. G. V. Muñoz-Repiso and Y. A. Caballero-González, “Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education,” *Comunicar*, vol. 27, no. 59, pp. 63–72, 2019.
- L. P. Q. S, “LA ROBÓTICA : OTRA FORMA DE APRENDER Robotics: another way of learning why can we bring robotics closer to early childhood education? Liliana Patricia Quiroga S,” pp. 51–64, 2018.