



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática
Maestría en Innovación en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje

Robótica educativa con LEGO para la enseñanza de los fundamentos de programación en alumnos de primaria.

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestría en Innovación en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje

Presenta:

Lic. Andrea Guillén Cuevas

Dirigida por:

Mtro. Juan Riquelme Odi

Mtro. Juan Riquelme Odi
Presidente

Mtro. Carlos Alberto Olmos Trejo
Secretario

Mtro. Juan Salvador Hernández Valerio
Vocal

Dra. Rocío Edith López Martínez
Suplente

Mtra. Sofía Amadis Rivera López
Suplente

Centro Universitario
Querétaro, Qro.

Fecha (será el mes y año de aprobación del Consejo Universitario)

RESUMEN

La enseñanza de la programación puede resultar compleja, ya que se necesita comprender diferentes conceptos y elementos de las Ciencias de la Computación, así como diversos lenguajes de programación y su sintaxis. Si se piensa en la educación básica a nivel primaria en México y en la enseñanza de la programación al mismo nivel, ésta no se ha visto desarrollada y/o inculcada como debería ser debido a que existen diferentes creencias sobre lo difícil que puede resultar enseñarla desde temprana edad a los niños. En ciencias, un área que se está dando como parte del desarrollo académico de los estudiantes es la robótica educativa, la cual a través de diversos materiales permite a los estudiantes construir y programar un prototipo de robot y de ésta manera aprender los fundamentos básicos de programación y robótica. Esta investigación pretende compartir la experiencia del uso del material LEGO Mindstorms EV3, así como el software de Scratch 2.0 como herramienta didáctica para aprender los fundamentos de programación en alumnos de 5° año de primaria. Se aplica la robótica educativa a través de los materiales de LEGO basados en el modelo constructorista propuesto hace algunos años por Seymour Papert y permite observar cómo a través de diferentes sesiones con diversas actividades propuestas en un diseño didáctico los estudiantes aprenden los fundamentos de programación. Se ofrece una comparación de los diferentes instrumentos aplicados durante el proceso de intervención de la investigación, así como los resultados de los mismos, demostrando así si existió un verdadero aprendizaje en los estudiantes. Es un proyecto de investigación que se realizó como parte de los requerimientos de la Maestría en Innovación en Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje, la cual pertenece a la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro.

(Palabras clave: LEGO Mindstorms EV3, fundamentos de programación, Robótica Educativa).

SUMMARY

Teaching programming can be complex, since you need to understand different concepts and elements of Computer Science, as well as various programming languages and their syntax. If you think about the basic education at the elementary level in Mexico and in the teaching of programming at the same level, it has not been developed and / or instilled as it should be because there are different beliefs about how difficult it can be to teach it from an early age to children. In science, an area that is giving as part of student academic development is robotics, which through various materials allows students to build and program a robot prototype and in this way learn the basic programming and robotics fundamentals. This research aims share the experience of using the LEGO Mindstorms EV3 material, as well as the Scratch 2.0 software as a teaching tool to learn the Programming fundamentals in 5th grade primary students. The educational robotics through model-based LEGO materials constructionist proposed a few years ago by Seymour Papert and allows observe how through different sessions with different activities proposals in a didactic design students learn the fundamentals of programming. A comparison of the different instruments is provided applied during the research intervention process, as well as the results thereof, thus demonstrating whether there was real learning in the students. It is a research project that was carried out as part of the requirements of the Master in Innovation in Virtual Environments of Teaching - Learning, which belongs to the Faculty of Informatics of the University Autonomous of Querétaro.

(**Key words:** LEGO Mindstorms EV3, programming fundamentals, educational robotics).

Dirección General de Bibliotecas UAQ

DEDICATORIAS

A Irving, Mateo y Luci por su paciencia y amor.

A Yuri y Gaby por el apoyo.

Mamá y Papá por enseñarme a nunca desistir. Con todo mi amor y esfuerzo.

A mi maestro, amigo y asesor Juan Riquelme, en tu memoria, el trabajo está
terminado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) para la realización de mis estudios, ya que fue parte fundamental para poder concluir satisfactoriamente los mismos.

Mi más sincero agradecimiento a los profesores, asesores, coordinadores y directores de la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro así como al personal administrativo de la misma universidad que amablemente prestan sus servicios a la comunidad educativa.

A la Dirección de Servicios Escolares y la Dirección de Investigación y Posgrado de la misma universidad.

Un agradecimiento especial al Maestro Juan Riquelme Odi (QEPD) por toda la paciencia, enseñanza, compromiso y confianza brindada para esta investigación. Gracias por todo.

A mis niños de 5° grado por su participación incansable, por sus ganas de aprender y por el empeño que pusieron para realizar su proyecto de robótica.

Al Colegio Marcelina por todo el apoyo brindado, por el material proporcionado para poder llevar a cabo esta investigación y sobre todo, por confiar en mí. Gracias.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
SUMMARY	3
DEDICATORIAS	4
AGRADECIMIENTOS	5
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1: ELEMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2 JUSTIFICACIÓN	18
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.5 HIPÓTESIS.....	21
1.6 METODOLOGÍA	23
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	25
2.1 ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN?.....	25
2.2 ENSEÑANZA CON LAS NTIC Y EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	
31	
2.3. SCRATCH COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL	
APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN	33
2.4. ROBÓTICA	38
2.4.1 DEFINICIÓN DE ROBÓTICA.....	39
2.4.2 ROBÓTICA EDUCATIVA	39
2.4.3 ROBÓTICA EDUCATIVA CON LEGO MINDSTORMS EV3	41
CAPITULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.1 ANÁLISIS.....	49
3.2 DISEÑO DEL INSTRUMENTO DIDÁCTICO	52
3.3 OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL DISEÑO DIDÁCTICO.....	62
3.4 EJES, VARIABLES E INDICADORES A EVALUAR	63

3.5 CARACTERIZACIÓN DE SUJETOS, POBLACIÓN, MUESTRA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	64
CAPITULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	66
4.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	66
4.1.1 CUESTIONARIO PRE TEST	67
4.1.2 CUESTIONARIO POST TEST	68
4.1.3 CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT	69
4.1.4 REGISTRO DESCRIPTIVO.....	71
4.2 RESULTADOS DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN.....	73
4.2.1 RESULTADOS CUESTIONARIO PRE TEST	73
4.2.2 RESULTADOS CUESTIONARIO POST TEST.....	77
4.2.3 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT 82	
4.2.4 RESULTADOS DEL REGISTRO DESCRIPTIVO.....	93
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	94
5.1 RESULTADOS PRE TEST Y POST TEST	95
5.2 ANALISIS DE RESULTADOS DEL CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT.....	100
5.3 ANÁLISIS DEL REGISTRO DESCRIPTIVO.....	101
5.4 OTRAS CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	103
6. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN:.....	105
7. REFERENCIAS	108
8. ANEXOS.....	112
8.1 ANEXO 1: PRE TEST Y POST TEST APLICADO A LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	113
8.2 ANEXO 2: CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT APLICADO A LOS PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN:	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.4.3. 1 Contenido del kit de LEGO Mindstorms EV3.....	45
Tabla 3.1.1 Requerimientos para la implementación del diseño didáctico	52
Tabla 3.2.1 Planeación de sesiones en Scratch	55
Tabla 3.2. 2 Planeación de sesiones con LEGO Mindstorms EV3	61
Tabla 3.4. 1 Tabla de ejes, variables e indicadores	64
Tabla 3.5.1 Tabla con sujetos, población, técnica e instrumento	65
Tabla 5.1.1 Diferencia de puntaje obtenida en el pre test y post test	96
Tabla 5.1.2 Datos obtenidos de la diferencia del pretest y el postest	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1 Ejemplo de código máquina	26
Figura 2.1. 2 Ejemplo de diagrama de flujo	27
Figura 2.1. 3 Ejemplo de diagrama de flujo	28
Figura 2.1.4 Bloques de un programa	29
Figura 2.3. 2 Ejemplo de ejecución de bloques en Scratch.....	36
Figura 2.3. 3 Ejemplo de <i>objetos</i> y fondo de Scratch	36
Figura 2.4.3. 1 Ejemplo de bloques en LEGO Mindstorms EV3.....	42
Figura 2.4.3. 2 Ejemplo de pantalla principal de LEGO Mindstorms EV3	42
Figura 2.4.3. 3 Ejemplo del menú de descarga y ejecución del programa en LEGO Mindstorms EV3.....	43
Figura 2.4.3. 4 Ejemplo de bloques de acción de LEGO Mindstorms EV3	43
Figura 2.4.3. 5 Ejemplo de bloques de control de flujo en LEGO Mindstorms EV3	43
Figura 2.4.3. 6 Ejemplo de bloques de sensores en LEGO Mindstorms EV3	44
Figura 2.4.3. 7 Ejemplo de bloques con operaciones con datos en LEGO Mindstorms EV3.....	44
Figura 2.4.3. 8 Ejemplo de bloques avanzados en LEGO Mindstorms EV3	44
Figura 2.4.3. 9 Kit de LEGO Mindstorms EV3.....	46
Figura 3.2.1 Ejemplo de programación en Scratch de niño de 5° grado..	55
Figura 3.2.2 Estudiante programando en Scratch	56
Figura 3.2.3 Estudiantes probando LEGO Mindstorms EV3.	61
Figura 3.2.4 Estudiantes haciendo movimiento en línea recta secuencial con LEGO Mindstorms EV	62
Figura 4.1.1 Registro descriptivo en Microsoft Access.....	72

Figura 4.2.1. 1 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “1.1. Bloques Básicos”	74
Figura 4.2.1.2 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “1.2. Bloques de decisión”	74
Figura 4.2.1.3 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “1.3. Bloques de Iteración”	75
Figura 4.2.1. 4 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “2.1. Motores”	75
Figura 4.2.1.5 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “2.2. Sensores”	76
Figura 4.2.1.6 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “2.3. Elementos Básicos de EV3”	76
Figura 4.2.1.7 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría “2.4. Robótica”	76
Figura 4.2.1.8 Promedios del pre test por categoría.	77
Figura 4.2.2.1 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “1.1. Bloques Básicos”.	78
Figura 4.2.2.2 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “1.2. Bloques de Decisión”	78
Figura 4.2.2.3 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “1.3. Bloques de Iteración”	79
Figura 4.2.2.4 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “2.1. Motores”	79
Figura 4.2.2.5 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “2.2. Sensores”	80
Figura 4.2.2.6 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “2.3. Elementos Básicos EV3”	80
Figura 4.2.2.7 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “2.4. Robótica”	81
Figura 4.2.2.8 Promedio por categorías Post test	81

Figura 4.2.3.1 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “1.1. Bloques Básicos”	82
Figura 4.2.3.2 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “1.1. Bloques Básicos”	83
Figura 4.2.3.3 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “1.2. Variables”	83
Figura 4.2.3.4 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “1.2. Variables”	84
Figura 4.2.3.5 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “1.3. Bloques de Decisión”	84
Figura 4.2.3.6 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “1.3. Bloques de Decisión”	85
Figura 4.2.3.7 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “1.4. Bloques de Iteración”	85
Figura 4.2.3.8 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “1.4. Bloques de Iteración”	86
Figura 4.2.3.9 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “1.5. Operadores Relacionales”	86
Figura 4.2.3.10 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “1.5. Operadores Relacionales”	87
Figura 4.2.3.11 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “2.1. Motores”	87
Figura 4.2.3.12 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “2.1 Motores”	88
Figura 4.2.3.13 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “2.2. Sensores”	88
Figura 4.2.3.14 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “2.2. Sensores”	89
Figura 4.2.3. 15 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “2.3. Programación”	89

Figura 4.2.3.16 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “2.3. Programación”	90
Figura 4.2.3.17 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “2.4. Robótica con Lego EV3”	90
Figura 4.2.3.18 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “2.4. Robótica con Lego EV3”	91
Figura 4.2.3.19 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “3.1. Personal”	91
Figura 4.2.3.20 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “3.1. Personal”	92
Figura 4.2.3.21 Promedio por categorías del cuestionario con escalamiento Likert	92
Figura 4.2.3.22 Modas por categorías del cuestionario con escalamiento Likert .	93
Figura 4.2.4.1 Incidencia de registros en el registro descriptivo por categoría	94
Figura 5.1.1 Diferencia de promedios generales entre el pre test y el post test	95
Figura 5.1.2 Promedio por categorías del pre test y el post test	97
Figura 5.2.1 Diferencia de promedios generales entre el pre test y el post test .	100

INTRODUCCIÓN

En México se ha buscado la mejor manera de introducir la robótica a la educación básica, como se menciona en el comunicado 83 de la Secretaría de Educación Pública (SEP) el cual propone que con la Reforma Educativa (2018) se busque que tanto niños, niñas y jóvenes aprendan a aprender por sí mismos y tanto matemáticas, física, química y robótica se aprendan de forma divertida.

La siguiente investigación tiene como propósito promover la enseñanza de los principios de programación a nivel primaria, ya que como se menciona en el sitio web hourofcode.com (2015) los estudiantes que aprenden Ciencias de la Computación son capaces de desarrollar habilidades como:

- resolución de problemas
- lógica
- creatividad

Además, se pretende que sean capaces de tener un Pensamiento Computacional (Wing, 2008) y logren resolver problemas del siglo XXI al proponer soluciones de la vida real.

La investigación tratará de dar solución a una necesidad en el Colegio Marcelina para que los niños de 5° grado de primaria tengan un acercamiento a los fundamentos básicos de programación a través del material de LEGO Mindstorms EV3 y obtengan al finalizar logros en su aprendizaje a través del material seleccionado.

Previo al inicio de la investigación se analizaron los conocimientos de los estudiantes en materia de fundamentos de programación para poder realizar las 20 sesiones con las que se contarán para desarrollar el proyecto y al finalizar poder realizar un test final para comprobar si hubo un incremento en el aprendizaje de los estudiantes.

CAPÍTULO 1: ELEMENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentan los elementos fundamentales de la metodología de la investigación, buscando dar respuesta al problema que se presenta, el cual habla sobre la enseñanza de los fundamentos básicos de programación en estudiantes de 5° grado de primaria.

Se presenta la justificación de la investigación, así como los objetivos de la misma, la hipótesis y para terminar la metodología a utilizar para la recolección y el análisis de los datos obtenidos.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día, se hace referencia a los jóvenes como nativos digitales (Presnky, 2011) y se les define como los que han nacido y crecido con la tecnología. Por esta razón no es posible pretender que aprendan de la misma manera en la que generaciones anteriores estábamos acostumbrados a hacerlo, ya que los “estudiantes piensan y procesan la información de modo significativamente distinto a sus predecesores” (Prensky, 2001, p.1). Esto debe motivar a los docentes a dar lo mejor y a estar preparados para poder enfrentar los retos que plantea la educación hoy en día.

Los nativos digitales, cuentan con muchas habilidades para manejar la tecnología, nacieron en la era digital, forman parte de una generación que absorbe rápidamente la información multimedia de imágenes y videos, permanecen conectados y generan sus propios contenidos. Los nativos digitales son multitarea, tal y como lo expresan García, Portillo, Romo y Benito (2007) y por lo tanto hay que brindarles herramientas nuevas que les brinden la capacidad de interactuar con nuevos elementos tecnológicos, tal como lo es la robótica.

Actualmente en el estado de Jalisco se le ha dado mucha importancia a la robótica. Se ha incorporado a los programas de estudio en la entidad para ofrecer una formación acorde a las necesidades y a los retos laborales que plantea el futuro” (El País, 2018).

Por esta razón es que el Colegio Marcelina, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Querétaro, México, y atiende niveles desde preescolar hasta medio superior pretende introducir robótica a nivel primaria. Los estudiantes no han tenido contacto con la robótica y solamente un poco de conocimiento sobre los fundamentos básicos de programación utilizando programas como Scratch, sin embargo, no se les ha dado seguimiento ni continuidad en esta área del conocimiento por diversas razones, tales como:

- Desconocimiento del tema por parte de los docentes anteriores de computación.
- Deserción de los docentes.
- Planes de estudio elaborados con la tecnología que los docentes conocían, como por ejemplo: el uso de paquetes de ofimática como Microsoft Office, y que hoy en día ya no es suficiente.
- Libros de texto elaborados por los docentes para el aprendizaje sobre el uso de la computadora, el cual debía ser completado antes del término de ciclo escolar.
- Poco interés en los directivos en aumentar el nivel tecnológico de los niños. El pensamiento de éstos era que la adquisición de las habilidades tecnológicas no eran tan urgentes y/o necesarias.

Actualmente el colegio tuvo cambio de directivos y están interesados en brindarle a los niños fundamentos de programación y robótica debido a los resultados positivos que se ha visto que éstos producen a futuro. Tanto dirección a nivel primaria como dirección general están buscando cuáles son las mejores herramientas tecnológicas para innovar en el área de tecnología dentro del colegio, para que sean útiles a los estudiantes y las puedan utilizar, y que con esto se vea reforzado su aprendizaje con el uso de estas herramientas. Es por esto que están interesados en que los alumnos adquieran los conocimientos de programación y robótica.

La robótica educativa permite que los alumnos creen, inventen, reinventen, compartan, trabajen colaborativamente tal como lo plantea Resnick (2009) y que de

esta forma logren generar su propio aprendizaje y se vea reflejado en diferentes circunstancias de la vida real como lo es la resolución de problemas, organizar ideas, trabajo colaborativo, desarrollo de la creatividad, etc.

Es importante poder enseñar a los alumnos a programar, ya que es una forma más de comunicarse entre ellos. Sobre la especificación dada por Resnick (2013) respecto a la analogía sobre el aprender a escribir y aprender a programar es conveniente indicar que el aprendizaje de la programación es como el aprendizaje de la escritura. Muy pocos niños aprenden a escribir para convertirse en periodistas o escritores, sin embargo, es su forma de comunicarse y expresar sus ideas, así también pasa con la programación, sirve para desarrollar ideas, juegos, historias, animaciones, etc.

Es necesario que el Colegio Marcelina potencie las habilidades tecnológicas de sus estudiantes y los involucre en el aprendizaje de la robótica, que se les brinden herramientas que en un futuro les sean útiles para la vida.

Parte de esto, y sobre la cual se enfoca esta investigación, es la necesidad de que los estudiantes adquieran conocimientos de programación y que se pudiera demostrar la importancia de aprender estos conocimientos desde pequeños.

En el método de aprendizaje STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics por sus siglas en Inglés), se pretende enseñar a los estudiantes a través de las cuatro disciplinas: ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Como menciona Hom (2014, p.11) “el nivel adquirido en la educación primaria a través del método STEM, provee a los estudiantes de aprendizajes basados en la investigación y en darle solución a los problemas del mundo real”. Se busca con esto, que los estudiantes sean capaces de resolver problemas reales utilizando una herramienta tecnológica como la robótica, lo cual representa un gran para los estudiantes.

Se podría acercar a los estudiantes a tener un Pensamiento Computacional que les permitirá desarrollarse en diversas áreas, como menciona Wing (2008), el

Pensamiento Computacional es un tipo de pensamiento analítico enfocado a la resolución de problemas mediante esta forma de pensar. Se puede compartir con matemáticas, debido a que ambos resuelven problemas, con la ingeniería por que busca resolver problemas complejos y diseños de la vida real y con el pensamiento científico ya que busca comprender la computación, la inteligencia, la mente y el comportamiento humano.

Sobre las aportaciones de Wing (2008) respecto al Pensamiento Computacional, algunos puntos importantes son:

- La abstracción. Al igual que en matemáticas, el Pensamiento Computacional se centra en la abstracción; opera en términos de múltiples capas y de abstracción simultánea. En el caso de la informática, puede transformar un algoritmo en un programa computacional.
- El Pensamiento Computacional está cada vez más involucrado con más áreas, tanto las ciencias como las humanidades.
- El Pensamiento Computacional ayudará a poder analizar una gran cantidad de datos e información de manera más rápida y eficiente.
- El Pensamiento Computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano utilizando los medios informáticos.

Y refiriendo a Wing (2008), este pensamiento se debería comenzar a desarrollar desde la infancia, para que los niños y niñas puedan tener un aprendizaje de las ciencias desde temprana edad.

El Pensamiento Computacional podría ser definido como una “competencia compleja de alto nivel” (Valverde, Fernández y Garrido, 2015, p 5) la cual permite a los estudiantes desarrollar el pensamiento lógico-matemático, resolver problemas de la vida diaria y pensar de una manera organizada y sistémica.

El Pensamiento Computacional no es sinónimo de la capacidad para programar una computadora (Valverde et al., 2015), es una competencia que debería estar

desarrollada en todos los seres humanos, pues nos permite resolver problemas de manera inteligente e imaginativa (p. 5).

1.2 JUSTIFICACIÓN

La importancia de la tecnología educativa hoy en día hace que sea parte fundamental del aprendizaje de los niños, que se involucren en su uso y que conozcan diferentes opciones tanto de software como de hardware para que cuenten con recursos variados con los que puedan trabajar y manipular; que conviertan lo intangible en tangible así, de esta manera puedan ser creadores de su propio aprendizaje y esto es posible con la robótica educativa (Bravo y Forero, 2012).

La robótica educativa va de la mano con la programación, ya que al construir con materiales de LEGO algún prototipo de robot se debe programar para poder ver el efecto directamente con acciones específicas de movimiento o ejecución, y de esta forma la persona que lo construye puede observar lo que se armó, diseñó y construyó, permitiendo con esto el desarrollo de la capacidad de solucionar problemas y construir un pensamiento lógico, ya que como indica Resnick (2013) cuando un estudiante aprende a codificar o programar, lo hace en un contexto significativo, y ésta será la mejor manera que tendrá para aprender.

Con el uso de la robótica educativa, el estudiante podrá desarrollar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas. Como menciona Acuña (2012), “Si esos cambios son visibles en la práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejará en sus acciones y productos” (p.8).

Con esta investigación se pretende innovar en el área de robótica educativa vinculada con fundamentos de programación en el colegio Marcelina en la ciudad de Querétaro, ya que los estudiantes de primaria no cuentan con los conocimientos de programación necesarios ni han tenido acercamiento alguno con la robótica. Al introducirlo el estudiante se verá beneficiado y podrá desarrollar habilidades de

programación, pensamiento lógico matemático y a su vez desarrollar habilidades como creatividad, trabajo colaborativo, resolución de problemas, comunicación, etc. (LEGO Education,2019).

Al pensar en el aprendizaje que lograrán los estudiantes con el uso de robótica programable, sería ideal que como menciona Salinas (2004), “el rol del profesor cambie de la transmisión del conocimiento a los alumnos a ser mediador en la construcción del propio conocimiento” (p.7). De esta manera los estudiantes podrían ir tomando un papel más activo en la creación de su propio aprendizaje.

Los estudiantes del colegio Marcelina necesitan tener un acercamiento con la robótica educativa y comenzar a desarrollar diferentes proyectos con el uso de materiales programables que les permitan desarrollar un pensamiento lógico, utilizar su creatividad y descubrir cómo ellos mismos pueden ser generadores de su propio aprendizaje (LEGO Education, s.f.) y de esta manera podrán compartir lo aprendido con sus compañeros y solucionar problemas a futuro donde intervengan las ciencias.

Con los resultados obtenidos se podría demostrar por qué es importante que los niños aprendan a programar desde temprana edad, en qué les beneficia aprender programación para poderlo relacionar con otras materias y qué impacto tuvo la robótica educativa en los aprendizajes.

Los resultados de la investigación pueden ser compartidos con otras escuelas y mostrar el impacto obtenido. Además de que los alumnos que vayan adquiriendo experiencia con la robótica podrían enseñar a otros estudiantes y/o ayudar a estudiantes más pequeños en el aprendizaje de los fundamentos de programación.

Como se menciona en la página de code.org (2019) “una educación de calidad de ciencias de la computación debe estar disponible a todos los niños, no sólo para unos pocos afortunados” (P.2), por esta razón los estudiantes del colegio Marcelina merecen una oportunidad para aprender a programar y conocer que esto existe y así desarrollar competencias básicas para la vida.

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Los objetivos de la investigación muestran lo que se pretende lograr con la investigación. Con esta investigación se busca “contribuir a resolver un problema en especial” (Hernández, Fernández y Bautista, 2014, P.37) y buscar que los objetivos sean medibles, apropiados y realistas.

Con base en la información previa, el objetivo general se consideraría el siguiente:

- Diseñar e implementar un instrumento didáctico a través de la robótica educativa, el cual permita a los estudiantes comprender los fundamentos de programación utilizando LEGO Mindstorms EV3 como herramienta tecnológica.

A partir del objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Identificar el conocimiento previo de los estudiantes en cuanto a los fundamentos de programación para determinar los contenidos del curso.
- Elaborar la planeación de contenidos de robótica educativa.
- Desarrollar los materiales siguiendo el modelo de LEGO para un reto grupal.
- Aplicar de los materiales desarrollados y los propuestos por LEGO Education como parte del aprendizaje de los fundamentos de programación.
- Verificar la asimilación del aprendizaje de los fundamentos de programación en los estudiantes.

El cumplir con el objetivo permitirá concluir la investigación y comprobar si los aprendizajes de fundamentos de programación utilizando LEGO Mindstorms EV3 como herramienta didáctica fue beneficioso para los estudiantes del Colegio Marcelina.

1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación deberán orientar hacia lo que se busca con la investigación” (Hernández, et al., 2014, p.38). Se pretende que sean claras y que ayuden a obtener una respuesta confiable.

La pregunta de investigación general y principal es la siguiente:

- ¿La aplicación de la robótica educativa mediante contenidos didácticos utilizando LEGO permitirá a los estudiantes adquirir los conocimientos básicos de los fundamentos de programación?

Retomando la pregunta general de investigación es posible deducir las siguientes preguntas específicas derivadas:

- ¿Cuáles son los fundamentos de programación que deben adquirir los estudiantes?
- ¿Cómo diseñar los contenidos didácticos de Scratch y robótica con LEGO Mindstorms EV3 partiendo de los resultados del pre test?
- ¿Qué ejercicios propuestos por LEGO Mindstorms EV3 deberán incluirse en los contenidos didácticos para lograr el aprendizaje de los fundamentos de programación?
- ¿Cómo diseñar el proceso de intervención y los ejercicios con LEGO Mindstorms EV3?
- ¿Cómo diseñar los contenidos didácticos para la sesión grupal?
- ¿Cómo evaluar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes al final de la investigación?

1.5 HIPÓTESIS

La hipótesis es la guía de una investigación o estudio (Hernández, et al., 2014). Nos permite dar respuestas provisionales a la pregunta de investigación.

De acuerdo a las preguntas planteadas anteriormente, se establece la siguiente hipótesis:

- La implementación de la robótica educativa con LEGO Mindstorms EV3 mediante un diseño didáctico permitirá a los estudiantes adquirir los conocimientos básicos de los fundamentos de programación.

Si la respuesta a la hipótesis es positiva, se determinará que el uso del material de LEGO Mindstorms EV3 fue el adecuado para que los estudiantes adquirieran el conocimiento de los principios básicos de programación de acuerdo a los contenidos y diseño didáctico planeados.

Las variables que se estarán trabajando en la investigación son las siguientes:

- **Variable independiente:** LEGO Mindstorms EV3 como herramienta de robótica educativa.
- **Variable dependiente:** Adquisición de conocimientos sobre los fundamentos de la programación.

Los Sujetos con los que se trabajó fueron:

- Niños y niñas de 5° grado de primaria.
- Edad: 10 y 11 años.
- Cursando el ciclo 2018-2019.
- Alumnos inscritos del Colegio Marcelina

Se eligió a este grupo ya que cuentan con habilidades digitales buenas, son un grupo que sabe trabajar en equipo, muestran interés en seguir aprendiendo, son participativos, están interesados en obtener más habilidades tecnológicas, son grupos con igualdad de género y están interesados en adquirir conocimientos de robótica.

Este grupo había tenido un acercamiento previo a los fundamentos de la programación, lo cual beneficiará a esta investigación.

1.6 METODOLOGÍA

Se utilizó un esquema de tipo transeccional descriptivo, el cual tiene como objetivo “indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables” (Hernández, Fernández y Baptista, 2004, p.188), se puede mostrar que las variables se tratarán individualmente ya que no hay opción a manipulación de estas.

El uso de los métodos mixtos está siendo cada vez más utilizado por investigadores por las bondades que éste tiene, permite tener un manejo de los datos tanto cualitativos como cuantitativos.

En este estudio se busca que ambas metodologías (cuantitativa y cualitativa) enriquezcan los resultados y se permita llegar a demostrar la eficacia de la investigación, ya que como mencionan Hernández et al. (2014, P. 567) “los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos”.

En el enfoque mixto se combina la investigación cualitativa, la cual se enfoca en las ciencias sociales y la investigación cuantitativa, la cual permitirá la recolección de datos probabilísticos que permitirán llegar a comprobar la eficacia de la investigación. Como citan Anguera y Delgado (citados por Sánchez, 2015), consideran que es necesaria la mezcla de los diseños cuantitativos y cualitativos, ya que de cada uno de ellos se saca lo mejor de la investigación, es por esto que esta metodología ha sido elegida para realizar la investigación.

Se pretende que un estudio complemente al otro y no exista solapamiento alguno. El resultado final sería un informe con dos partes bien definidas. De esta manera, se puede llegar a integrar el resultado y tener una mejor visión para el fenómeno estudiado. “Ni la investigación cuantitativa ni la cualitativa es superior a su

contraparte y ambas responden a la misma lógica inferencial; ambas son igualmente científicas". (Sánchez, 2015, p.17). Con esto, se pretende tener mayor éxito al presentar los resultados del estudio a la audiencia ya que lo que se pretende es:

- Evaluar el nivel de comprensión de los fundamentos de la programación.
- El nivel de percepción, para identificar la aceptación de los niños hacia los materiales de LEGO con una escala de aptitud.

Conforme avanzó la investigación se pretendió analizar el nivel de trabajo colaborativo que se desarrolló entre los estudiantes.

Para la obtención de datos cuantitativos se realizó la aplicación de un pre test, el cuál permitió obtener datos para identificar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes en cuando a los fundamentos de programación, posterior a la investigación, se aplicó un post test con la finalidad de recabar datos para verificar el aprendizaje de los fundamentos de programación en los estudiantes.

Los datos cuantitativos se obtuvieron a través de la escala de Likert y del registro descriptivo, los cuáles permitieron analizar el sentir de los alumnos en cuanto al aprendizaje de los fundamentos de programación.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se muestran los aspectos teóricos y tecnológicos de la investigación. Temas como fundamentos de programación, Pensamiento Computacional, robótica educativa, la enseñanza de la programación, Scratch y Lego Mindstorms EV3.

2.1 ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN?

La programación es el conjunto de instrucciones que se realizan para generar software o aplicaciones que serán ejecutadas por el hardware de la computadora. De acuerdo a las necesidades de los usuarios se han creado diferentes programas y/o aplicaciones que permiten facilitar acciones de la vida cotidiana, como menciona Norton (2006), se pueden dividir en tres: sistemas operativos, herramientas y aplicaciones.

Dentro de los programas o aplicaciones, existen diferentes tipos de archivos que hacen que los programas funcionen adecuadamente, por ejemplo: .exe, .dll, .app, etc. Generalmente, las personas que compran software o aplicaciones buscan cubrir alguna necesidad personal, profesional, educativa, de entretenimiento o alguna otra sin embargo, buscan que sea funcional. Para tal motivo, los responsables de realizar estos programas son los programadores.

Los programadores son las personas encargadas de crear las instrucciones adecuadas para que el programa opere de manera idónea, se hace a través de código y éste proceso se conoce como codificación. El término código se relaciona con “las declaraciones escritas en cualquier lenguaje de programación” (Norton, 2006, p.520). Estos lenguajes se crearon para facilitar el proceso de escritura del código entre el programador y la computadora, ya que escribirlo en código máquina sería demasiado complejo.

El código máquina es un conjunto de unos y ceros que se ejecutan para que la computadora comprenda qué acciones debe ejecutar ya que no es capaz de

realizarlo con ningún lenguaje de programación. En la figura 2.1.1 se muestra un ejemplo de código máquina.



Figura 2.1.1 Ejemplo de código máquina (Norton, 2006, p. 521).

Los lenguajes de programación facilitan la comunicación entre el programador y la computadora, ya que el primero es el encargado de generar el código que va a ejecutar la computadora, sería sumamente complejo para el programador hacer programas en código máquina, por esto, se necesitan los lenguajes de programación para poder establecer una relación entre programador y computadora.

Las computadoras solamente comprenden el código máquina es “preciso traducir los programas a lenguaje máquina para que puedan ser ejecutados” (Joyanes, 2008, p. 6) de esta manera la computadora podrá llevar a cabo las acciones que le solicita el programa. Los traductores de lenguaje como su nombre lo indica se dedican a traducir los diferentes lenguajes de programación a código máquina. Éstos traductores se dividen en dos:

1. Intérpretes: Un intérprete convierte el código fuente a código máquina. Primero lo traduce y después ejecuta cada línea del programa (Norton, 2006), en un intérprete no se obtiene un archivo ejecutable. Algunos ejemplos de
2. Compiladores: Los compiladores traducen el código fuente a código máquina, la diferencia con los intérpretes es que los compiladores crean un archivo ejecutable.

Previo a la realización de un programa es recomendable realizar el algoritmo. La palabra algoritmo se deriva del latín Alkhô-warîzmi, “nombre de un matemático y astrónomo árabe que escribió un tratado sobre manipulación de números y ecuaciones en el siglo IX” (Joyanes, 2008, p. 76). Un algoritmo consiste en una serie de pasos para resolver un problema y debe ser resuelto de manera precisa, definida y finita. Los algoritmos se pueden representar a través de fórmulas, diagramas de flujo o pseudocódigos, siendo estas dos últimas las más utilizadas.

El diagrama de flujo es una representación gráfica de un algoritmo. Para realizarlo, se utilizan diversos símbolos que han sido acreditados por el Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI por sus siglas en inglés).

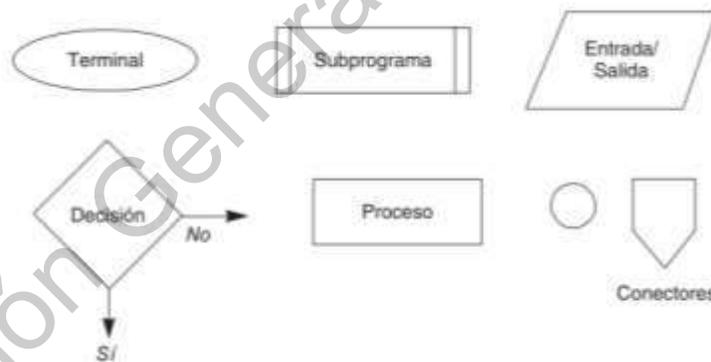


Figura 2.1. 2 Ejemplo de diagrama de flujo (Joyanes, 2008, p.79)

El pseudocódigo es un “lenguaje de especificaciones de algoritmos” (Joyanes, 2008 p. 79), es una herramienta en la que las palabras que se utilizan pueden estar en inglés o español como se muestra en la figura 2.1.3.

```
Previsiones de depreciacion
Introducir coste
    vida util
    valor final de rescate (recuperacion)
imprimir cabeceras
Establecer el valor inicial del año
Calcular depreciacion
```

Figura 2.1. 3 Ejemplo de diagrama de flujo (Joyanes, 2008, p.79)

Una vez que el programador desarrolla el algoritmo del programa debe elegir un lenguaje de programación en el que pueda realizarlo. Generalmente se eligen entre dos paradigmas de programación. Un paradigma de programación es el enfoque que se le da a la solución de problemas el cuál influye en el desarrollo de software. Los paradigmas más comunes son:

- Lenguaje estructurado: surge en los años 70. También se le conoce como lenguaje procedimental. Este tipo de lenguaje permite crear programas de módulos pequeños que son fáciles de leer y entender (Norton, 2006). Cada módulo cuenta solo con una entrada y salida y solamente puede realizar una tarea. Mientras más grande es un programa más trabajo le cuesta al programador leer el código, por lo que el programa debe descomponerse en diversas unidades pequeñas llamadas funciones. Cada una de estas funciones cumple con un propósito y resuelve una tarea concreta.
- Lenguaje Orientado a Objetos: Se relaciona con la programación estructurada buscando la mejora del programa. En este tipo de programación los objetos “están compuestos de fragmentos de programas estructurados y la lógica para manipular los objetos también es estructurada” (Norton, 2006, p. 528). El desarrollo de programas orientados a objetos se basa en el diseño y construcción de objetos que se componen a su vez de datos y operaciones que manipulan esos datos (Joyanes, 2008). La ventaja de la programación orientada a objetos es que se deriva de la estructura modular existente en la vida real. La idea central de este tipo de lenguaje es que busca “combinar en

una única unidad o módulo, tanto los datos como las funciones que operan sobre esos datos (Joyanes, 2008, p.86). A esta unidad se le conoce como objeto.

Una vez que el programador decide el paradigma que desea utilizar para la programación se convierte en un programa. Un programa es un conjunto de instrucciones que realizan una determinada tarea. Las partes esenciales para la realización de un programa son: entrada, algoritmo de resolución y salida, las cuales se muestran a continuación en la figura 2.1.4.

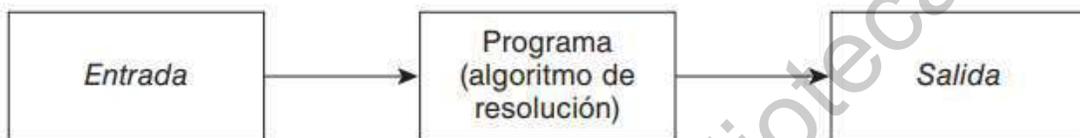


Figura 2.1.4 Bloques de un programa (Joyanes, 2008, p. 115).

Para cualquier de los paradigmas que se elijan para realizar un programa se deben cumplir ciertas reglas, denominadas sintaxis. Esto quiere decir que solamente las instrucciones sintácticamente correctas se pueden ejecutar por la computadora y aquellos programas que tengan errores no pueden ser ejecutados.

Los elementos básicos que debe contener un programa son (Joyanes, 2008, p119):

- Palabras reservadas
- Identificadores
- Caracteres especiales
- Constantes
- Variables
- Expresiones
- Instrucciones

Además de los elementos básicos, existen elementos que ayudan a que el programa se ejecute de manera correcta como:

- Bucles

- Contadores
- Acumuladores
- Interruptores
- Estructuras. Secuenciales, selectivas, repetitivas o iterativas.

El principal objetivo de una computadora es manejar la información a través de los datos. Existen diferentes tipos de datos que deben ser definidos antes de comenzar cualquier programa, de esta manera pueden manejar y procesar la información de acuerdo a la característica de cada dato. Los tipos de datos básicos se pueden clasificar en:

- Numéricos
- Lógicos
- Carácter

Los datos numéricos se dividen en:

- Enteros: Los datos enteros son números completos, no tienen números fraccionarios o decimales.
- Reales: Los datos reales son números que pueden contener punto decimal.

Los datos lógicos o booleanos son aquellos que se utilizan para representar alternativas y solamente se puede obtener un valor de este tipo de datos: verdadero o falso “true or false” en inglés.

Los datos de tipo carácter, reconocen un solo carácter de tipo alfabético, numérico o especial y generalmente van entre comillas “”. Existen cadenas de caracteres, las cuales son una “sucesión de caracteres” (Joyanes, 2008).

Otro tipo de datos que existen en los programas son los datos constantes y los variables. Los constantes son aquellos datos que durante la ejecución del programa no deben cambiar y los variables son aquellos que durante la ejecución del programa puede ir teniendo diferente contenido y dependiendo del tipo de dato que fue definido al inicio del programa no podrá almacenar otro tipo de dato.

El flujo normal de un programa es secuencial, eso quiere decir que se ejecuta una sentencia después de otra. Esto se denomina estructura secuencial de un programa. Cuando un programa puede tener un número de posibles alternativas se utilizan las estructuras de decisión; este tipo de estructuras permite realizar una u otra opción dentro del programa. Estas estructuras se representan con si o en inglés con “if”, entonces o en inglés la palabra “then”, si_no o en inglés “else”. Las estructuras repetitivas o iterativas son aquellas que permiten que una operación se repita varias veces en un programa, dichas acciones repetidas se denominan bucles o lazos. Estas estructuras se representan con repetir o la palabra en inglés “repeat”, mientras o en inglés “while”, hacer mientras o en inglés “do-while” y desde o en inglés la palabra “for”.

Existen diferentes tipos de lenguajes de programación, como el lenguaje máquina, ensamblador y el lenguaje de alto nivel, hace algunos años surgió un lenguaje de programación por bloques, el cual se caracteriza por que en lugar de escribir código se ensamblan piezas para formar el código. Ejemplos de este tipo de programación son Scratch, Logo, El entorno de programación de Lego, App Inventor, entre otros.

La programación incluye diferentes aspectos que son fundamentales para la correcta realización de un programa, si el programador es capaz de comprender los fundamentos básicos de la programación, así como la sintaxis, los diferentes paradigmas de programación, los lenguajes de programación y las estructuras, será capaz de realizar un programa adecuado que sea capaz de ejecutarse en la computadora.

2.2 ENSEÑANZA CON LAS NTIC Y EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Como se mencionó anteriormente, las nuevas generaciones han sido llamadas “nativos digitales” por la facilidad de uso que tienen con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC), sin embargo, estos nativos digitales ¿son capaces de crear su propio contenido? (Resnick, Maloney, Monroy-Hernández, Rusk, Eastmond, Brennan, 2009). Al enseñar a un grupo de estudiantes, el docente

debe ser capaz de ir modificando sus contenidos de acuerdo a los tiempos en que se desarrollan las nuevas generaciones y de esta manera permitir que los estudiantes se conviertan en creadores de su propio aprendizaje.

Menciona Mark Prensky (2009) que los docentes deben aprender a cambiar la metodología que utilizan y sus contenidos. La metodología en cuanto a que el docente necesita aprender a comunicarse en la lengua y estilo de sus alumnos, sin dejar de lado el enseñar lo realmente importante y los contenidos desarrollarlos de dos maneras:

- Contenidos heredados: son aquellos realmente importantes, como matemáticas, lectura, escritura, pensamiento lógico, etc.
- Contenidos futuros: son aquellos que involucran en uso de la tecnología, software, hardware, robótica, nanotecnología, etc.

Una vez que los docentes comiencen a pensar en la manera de involucrarse con el uso de las nuevas tecnologías podrán captar mejor la atención de los estudiantes (Ferrero, Martínez y Otero, 2009) y mejorar la calidad educativa con el uso de las NTIC para fortalecer la educación (Del Cisne, 2016). Los docentes por su parte pueden tener acceso a gran cantidad de recursos y herramientas educativas que fortalezcan el proceso de formación.

La enseñanza de la programación va más allá de solamente escribir el código. Cuando se enseña programación, se pretende que los estudiantes pueden “aportar su creatividad y la capacidad de pensar en colaboración a un problema para resolverlo” (ISTE, 2020, p. 5). De esta manera se podría ver a la programación como una ventaja ya que el estudiante puede desarrollar de esta manera el pensamiento computacional.

La doctora Jeannette Wing, como se mencionó anteriormente, definió el pensamiento computacional como “el proceso de pensamiento envuelto en formular un problema y sus soluciones de manera que las soluciones son representadas de una forma en que pueden ser llevadas a un agente de procesamiento de

información” (Wing, 2006, p. 2). Esto puede hacerlo cualquier persona, no nada más los estudiantes de programación, es una habilidad que servirá para poder resolver problemas del siglo XXI.

La Sociedad Internacional de la Tecnología en Educación (ISTE) a través de los años ha buscado dar sentido a la definición de Pensamiento Computacional y a las características que tiene este tipo de pensamiento, destacando las siguientes:

- Permite formular problemas de manera que se logren resolver con el apoyo de una computadora y otras herramientas.
- Organizar y analizar lógicamente datos.
- Representar los datos a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones a través del pensamiento algoritmo.
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones, con el objetivo de lograr la combinación entre los pasos y recursos que sea más eficaz.
- Generalizar la solución de un problema particular a una extensa variedad de problemas similares.

El pensamiento computacional no solamente se busca desarrollar en estudiantes de informática, ciencias de la computación, ingenierías relacionadas con la tecnología, sino que busca desarrollar habilidades intelectuales en todos los estudiantes para resolver problemas de una manera más eficiente trabajando en conjunto para buscar la mejor solución.

2.3. SCRATCH COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN

Aprender a programar es una tarea difícil, ya que no existe un procedimiento único para hacerlo. Hay que aprender a leer el código, encontrar los errores y buscar la

solución a éstos. Una vez que se encontró la solución se debe escribir el código en el lenguaje de programación, probarlo y verificar que realmente funcione.

Un gran problema que existe en la actualidad es que los estudiantes que quieren aprender a programar tienen muy poca noción de cómo funciona la computadora y el software que hace que la computadora ejecute los programas con los que se desea trabajar (Rodríguez, 2014). Existen diversos programas gratuitos que ayudan a los estudiantes a realizar la programación de una manera más sencilla y que sirven como base antes de escribir un código en algún lenguaje de programación. Un ejemplo de un programa gratuito y sencillo para aprender programación es Scratch.

Scratch surge en 2003 como una alternativa para que niños y jóvenes pudieran ser capaces de crear contenido a través de la programación por bloques. Su nombre se deriva de la acción que hacían los disc jockeys al mezclar su música, de ésta manera Scratch relaciona esa acción mezclando, creado y programando gráficos, música, animaciones, fondos y fotos.

Scratch permite crear, aprender, desarrollar el pensamiento computacional permitiendo la solución de problemas y el diseño de soluciones a través de la programación (Resnick et al. 2009). El científico, matemático, inventor y profesor Seymour Papert, creó la teoría del construccionismo, quien pensaba que lo mejor para que los niños aprendieran era que construyeran un producto significativo, y su teoría fundamentaba el uso de las tecnologías digitales en la educación (Badilla y Chacón, 2004). Papert creó el software LOGO el cual pretendía enseñar a programar de manera sencilla a niños y adultos.

Con el paso de los años en el Media Lab de MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) después de hacer un análisis, pudieron darse cuenta de que Logo ya no era interesante para continuar enseñando a programar y Mitchel Resnick, quien fuera alumno de Seymour Papert, creó Scratch y lo hizo pensando en ayudar a los usuarios a aprender de forma creativa, a razonar sistémicamente y a aprender a

trabajar de forma colaborativa, ya que considera lo anterior habilidades esenciales para el siglo XXI (Scratch, s.f.).

Scratch es una software gratuito que permite a los usuarios crear su propia cuenta y a los docentes crear las cuentas de los estudiantes para poder controlar desde su dispositivo lo que se trabaja en el aula.

La interfaz de Scratch es muy amigable, se trabaja por bloques de colores que embonan unos con otros y cada uno tiene una función específica. Los bloques de programación en Scratch que se muestran en la figura 2.3.1 están divididos en secciones y por colores.



Figura 2.3. 1 Ejemplo de Bloques de programación en Scratch. (Figura capturada por el autor).

En la parte central de la pantalla se cuenta con un espacio donde se colocan los bloques de tal manera que cada uno ejecute una función, de esta manera el programador no necesita conocer la sintaxis de un código fuente y puede realizar la programación sin necesidad de la sintaxis de los lenguajes de programación, solamente necesita “arrastrar bloques”. Una vez que elige los bloques a ejecutar se presiona la bandera verde y se comienza la ejecución del programa.

En Scratch, cuando se ejecuta el programa los bloques van remarcando en color amarillo los bloques para que visualmente se pueda observar en qué bloque está la ejecución, de esta manera en caso de existir un error el programador puede identificar de manera rápida donde está la falla y corregirla, esto permite la resolución de problemas en los usuarios.



Figura 2.3. 1 Ejemplo de ejecución de bloques en Scratch. (Figura generada por el autor).

En la parte derecha de la interfaz se encuentra la sección de diseño, en donde se pueden seleccionar los diferentes objetos (sprites) o personajes para programar, algunos diseños vienen elaborados sin embargo, también permite la creación de nuevos objetos o insertarlos como objetos multimedia. También en esta sección se encuentran los fondos, los cuales cuentan con su propia sección de bloques programables.



Figura 2.3. 2 Ejemplo de *objetos* y fondo de Scratch. (Figura generada por el autor)

Los bloques de Scratch han sido diseñados para que solamente encajen si hacen sentido sintácticamente. Las características de los bloques dependen de su forma, por ejemplo:

Las estructuras de control se representan con bloques en forma de C, esto quiere decir que deben ponerse bloques dentro de éstos para formar una sentencia.



Figura 2.3. 4 Ejemplo de estructuras de control en Scratch. (Figura generada por el autor).

Los bloques que representan valores de salida tienen forma de óvalos para valores numéricos y hexágonos para valores booleanos.



Figura 2.3. 5 ejemplo de bloques con operadores numéricos y Booleanos. (Figura generada por el autor)

Scratch se caracteriza por ser una interfaz amigable y sus creadores han demostrado que con dos objetivos principales han logrado construir una gran comunidad de “Scratchers”. Los objetivos son:

- Diversidad: Permitir que existan proyectos de todo tipo, animaciones, juegos, cuentos, etc. de esta manera, las personas pueden acceder a contenidos que les interesan.

- Personalización: Permitir a los usuarios personalizar sus fondos, sonidos, objetos.

Dos elementos claves en Scratch son el botón de compartir, el cual permite al creador del programa compartirlo con la red de usuarios de Scratch y de esta manera los usuarios pueden hacer comentarios, votar por el programa y revisar el código (Resnick et al. 2009). Además de revisar el código se puede reusar o remezclar (remix) para hacer uso de éste. Resnick (2009) menciona que al ser un software libre cualquiera debe ser capaz de utilizar el código del otro y de esta manera permitir nuevos aprendizajes creando nuevos programas, de esta manera se crea la comunidad de Scratch.

El programa cuenta con una interfaz para conectar diversos elementos físicos (tales como LEGO) que permiten ser programables y ejecutar las acciones a través del software de Scratch.

2.4. ROBÓTICA

Actualmente la sociedad está inmersa en un campo tecnológico impresionante, considerando a la robótica como una pieza clave para los procesos de producción y de automatización de muchas actividades llevadas a cabo en diversos campos y niveles de aplicación. Una de estas actividades es precisamente el uso de este tipo de herramientas para la enseñanza y construcción de productos y proyectos muy útiles para la educación.

Sobre ello, es conveniente mencionar la conceptualización y comprensión del concepto de robótica, en donde tal y como especifica Camarena (2015) el concepto de robótica se da sobre el surgimiento del término empleado por primera vez en 1920 en la obra de teatro Rossum's universal robot (R.U.R.) escrita por el checo Karel Capek quien utilizó la palabra robota que quiere decir servidumbre o trabajador forzado. A partir de esto se comenzó a utilizar dicho término hasta que en Estados Unidos de Norte América se tradujo al inglés como robot.

Desde entonces el término robot se ha utilizado para referirse a una tarea que desempeña un artefacto tecnológico creado y programado por el ser humano para cumplir con ciertas funciones que facilitarán acciones ya sea en el área industrial o de servicios, en la educación y hasta en el hogar.

Al crearse un robot, se vinculan ramas como la física, mecánica, electrónica, matemáticas, informática, etc., de tal manera que estas áreas en conjunto pueden llegar a crear robots que simulen movimientos humanos y faciliten trabajos en diferentes áreas.

2.4.1 DEFINICIÓN DE ROBÓTICA

Isaac Asimov en 1940 en uno de sus cuentos utilizó por primera vez el término robótica, el cual lo definió como “la ciencia que se encarga del estudio de los robots” (Ruiz-Velasco, 20013, p. 90). A pesar de ser un término relativamente nuevo, lleva muchos años utilizándose e investigándose para poder llegar a lo que hoy en día conocemos como robótica.

Antes, los robots estaban programados para realizar una acción como cargar, cortar, limpiar, pegar, etc. Actualmente existen los robots llamados inteligentes (Ruiz-Velasco, 2013, p.80), los cuales pueden ejecutar una serie de funciones muy similares a las del ser humano.

La robótica tiene sus orígenes en la industria. La necesidad de la industria por realizar procesos de manera automatizada, hace que la robótica se convierta en una necesidad para facilitar y eficientar ciertas tareas, la robótica sigue avanzando de acuerdo a las necesidades, aplicaciones y uso para el que se le destine.

La educación es uno de los campos donde la robótica puede ser aprendida, enseñada y desarrollada, existen diferentes materiales físicos para poder aprenderla como lo son los materiales de LEGO Education, los cuales proporcionan a los estudiantes los conceptos básicos de robótica.

2.4.2 ROBÓTICA EDUCATIVA

Para ampliar la definición de robótica, es posible expandir la misma mediante la conceptualización de la robótica educativa, la cual en un sentido convencional surge gracias a Seymour Papert (2015) quien fue creador del primer lenguaje de programación Logo, orientado no solamente a niños, sino también para jóvenes y adultos el cual funcionaba conectado a la computadora y permitía entender los aspectos de la programación con respecto a los lenguajes de programación tradicionales. Es gracias a Papert y a Marvin Minsky que se debe la creación de un robot en forma de tortuga que se conectaba a la computadora y se programaba para seguir ciertas instrucciones (derecha, izquierda, adelante, atrás) al igual que éstas podían ser representadas en papel siguiendo dicha instrucción (Badilla y Chacón, 2004). En la década de 1980 la tortuga fue digitalizada y las operaciones se realizaban a través de la computadora.

La programación se basaba en ensayar, fallar y corregir el error y de esta manera crear y construir el aprendizaje. Como mencionaba Papert (1987) “los errores nos benefician porque nos llevan a estudiar lo que sucedió, a comprender lo que anduvo mal y, a través de comprenderlo, a corregirlo” (p. 135-136).

En el año de 1985 Seymour Papert empieza a colaborar con la empresa LEGO en la creación de materiales programables con el lenguaje Logo, de ahí que el material de Lego Mindstorms lleve este nombre en honor al libro *Mindstorms: children, computers and powerful ideas* (MIT, 2015).

Los primeros términos de robótica educativa surgen en 1975 cuando se pretendía desarrollar un sistema automatizado de administración de experiencias en laboratorio en el área psicológica. Sin embargo, no es hasta 1985-1990 cuando se le da una definición al término quedando de la siguiente manera: la robótica educativa es “una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología” (Ruiz-Velasco, 2013, p. 113). La robótica educativa permite vincular diversas materias como matemáticas, física, electrónica, etc., para trabajar en conjunto y lograr el funcionamiento adecuado del robot.

La robótica permite a los estudiantes desarrollar su creatividad, trabajar colaborativamente y desarrollar el pensamiento crítico para la resolución de problemas.

Algunas de las características principales de la robótica educativa según Ruiz Velasco (2013) son:

- Permite integrar distintas áreas del conocimiento
- Opera con objetos manipulables lo cual facilita el paso de lo concreto a lo abstracto.
- Los estudiantes son capaces de apropiarse de distintos lenguajes (gráfico, matemático, visual, etc.).
- Desarrolla el pensamiento sistémico y sistemático.
- Permite crear estrategias propias para la adquisición de conocimientos mediante una orientación pedagógica.
- Crea entornos de aprendizaje.

La robótica educativa permite al estudiante aprender de manera gradual, ya que puede planificar, organizar las acciones a realizar, cometer errores, recomenzar el proceso de solución de problemas y pensar en cómo los resolverá, esto le permitirá aprender de una manera más natural y sencilla (Ruiz-Velasco, 2013). De esta manera la motivación del estudiante para generar su aprendizaje se verá beneficiada.

2.4.3 ROBÓTICA EDUCATIVA CON LEGO MINDSTORMS EV3

Por más de 40 años la extensión de la empresa LEGO, llamada LEGO Education se ha dedicado a crear modelos para que los estudiantes puedan experimentar situaciones reales en su entorno y de esta manera desarrollar su creatividad, el pensamiento crítico, resolución de problemas y trabajo colaborativo (LEGO Education, 2014). El material de LEGO es una herramienta tecnológica que a través de la construcción de los bloques, proporcionará bases de programación a los estudiantes.

Éste material puede ser utilizado como una solución tecnológica que aplica el método STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), el cual permite a los estudiantes diseñar, construir y programar sus creaciones y con esto ayudarlos a desarrollar habilidades esenciales del siglo XXI como creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación (LEGO Group, 2019).

LEGO Mindstorms EV3 cuenta con su propio software gratuito el cual permite a los estudiantes realizar la programación del robot una vez que éste ha sido armado. La interfaz del programa es amigable ya que se programa uniendo bloques de colores.

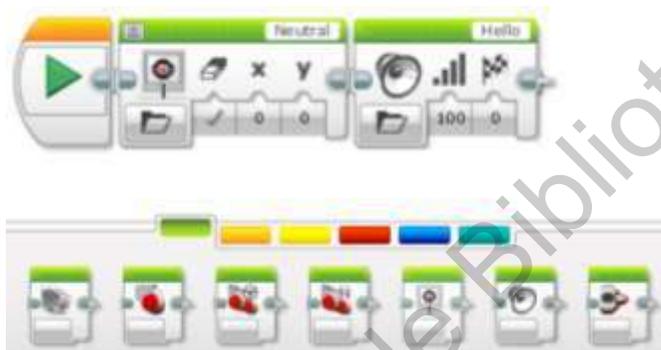


Figura 2.4.3. 1 Ejemplo de bloques en LEGO Mindstorms EV3. (Figura capturada por el autor).

La pantalla principal permite el acomodo de los bloques de acuerdo a las acciones que se programen.



Figura 2.4.3. 2 Ejemplo de pantalla principal de LEGO Mindstorms EV3. (Figura capturada por el autor).

Existe un menú donde se puede visualizar si el ladrillo del robot está conectado por USB, Bluetooth, descargar el programa, sincronizar el ladrillo con la computadora, ejecutar el programa, etc.



Figura 2.4.3. 3 Ejemplo del menú de descarga y ejecución del programa en LEGO Mindstorms EV3. (Figura capturada por el autor).

Los bloques se dividen por colores, cada color realiza una acción, por ejemplo: los bloques verdes pertenecen a las acciones. En estos bloques se encuentran los motores, el motor mediano, la pantalla, el sonido y el de la luz del estado del bloque.

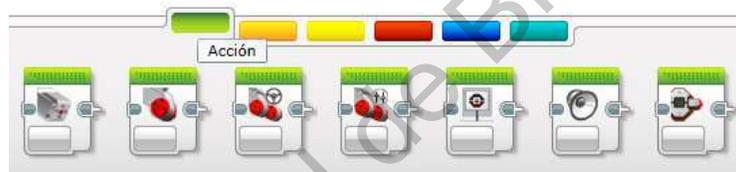


Figura 2.4.3. 4 Ejemplo de bloques de acción de LEGO Mindstorms EV3. (Figura capturada por el autor).

Los bloques naranjas corresponden a las acciones de Control de Flujo. Por ejemplo: Iniciar, esperar, repetir, etc.

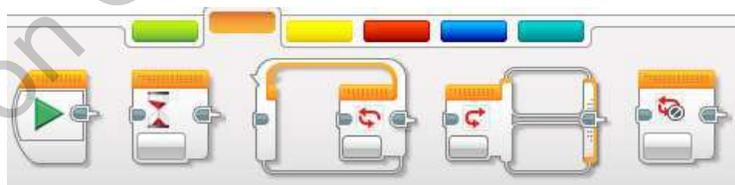


Figura 2.4.3. 5 Ejemplo de bloques de control de flujo en LEGO Mindstorms EV3. (Figura capturada por el autor).

Los bloques amarillos pertenecen a los diferentes tipos de sensores, como son el sensor de color, sensor de movimiento, infrarrojo, de temperatura, ultrasónico, temporizador, táctil, de sonido, etc.

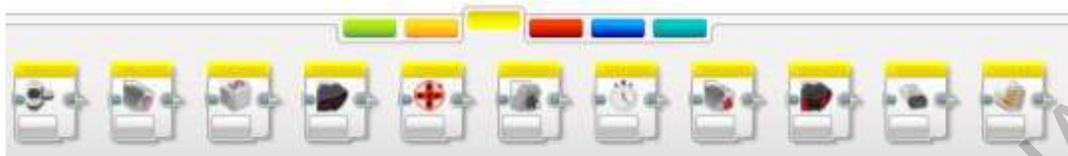


Figura 2.4.3. 6 Ejemplo de bloques de sensores en LEGO Mindstorms EV3.

(Figura capturada por el autor).

Los bloques rojos son de operaciones con datos como: variables, constantes, operadores secuenciales, lógicos, matemáticos, texto, comparativos.



Figura 2.4.3. 7 Ejemplo de bloques con operaciones con datos en LEGO

Mindstorms EV3. (Figura capturada por el autor).

Los bloques azules son llamados avanzados, ya que con estos se puede: mandar mensajes, establecer conexión vía bluetooth, invertir motores, detener programa, etc.



Figura 2.4.3. 8 Ejemplo de bloques avanzados en LEGO Mindstorms EV3. (Figura

capturada por el autor).

Los bloques clor azul claro es un espacio que permite la creación de bloques propios que se pueden utilizar en el momento en el que el programados los requiera.

El material físico de LEGO Mindstorms es muy llamativo, como menciona Del Cisne (2016) es un material que permite “el desarrollo y fortalecimiento del pensamiento lógico y creativo logrando que el estudiante aprenda haciendo” (p.36). El kit de LEGO Mindstorms EV3 contiene:

Cantidad	Contenido
1	Ladrillo inteligente
2	Motores grandes
1	Motor Mediano
1	Sensor de movimiento
2	Sensores táctiles
1	Sensor infrarrojo
1	Sensor de color
1	Cables para conectar
1	Cable USB
1	Pila Recargable
1	Cargador
541	Piezas de LEGO Technic para armado

Tabla 2.4.3. 1 Contenido del kit de LEGO Mindstorms EV3. (Tabla generada por el autor).

El kit de LEGO Mindstorms EV3 se muestra a continuación en la figura 2.4.3.9.



Figura 2.4.3. 9 Kit de LEGO Mindstorms EV3. (Imagen recuperada de: <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400>)

Como se pudo apreciar, el material de LEGO Mindstorms es un excelente material para la enseñanza de la robótica educativa. Permite mejorar la enseñanza de materias como las matemáticas, física, programación, electrónica, entre otras y motivar al alumno a aprender creando, trabajando colaborativamente, resolviendo problemas, y desarrollar el pensamiento computacional.

En la actualidad existen en México diferentes organizaciones que promueven competencias de robótica educativa con el uso de LEGO Mindstorms EV3, entre las principales competencias se encuentran:

- WRO (World Robotic Olympiad por sus siglas en inglés): La olimpiada global de robótica, esta dedicada a ciencia, tecnología y educación. Busca promover la robótica en la educación STEM en todo el mundo. Pretende “reunir a jóvenes de todo el mundo para desarrollar su creatividad y habilidades de resolución de problemas” (WRO, 2019, p.2).

Entre sus principales objetivos se encuentran:

- Ofrecer a los jóvenes la posibilidad de ampliar sus horizontes a través de la exploración de robots y sistemas robóticos.
- Alentar a los jóvenes a ser científicos, ingenieros, creadores e inventores.
- Ayudar a los jóvenes a adquirir habilidades del siglo XXI como pensamiento creativo, cooperación y comunicación.
- Introducir el concepto de ciencias modernas en la educación.
- Promover la robótica en la educación STEM en el mundo.
- First Lego League (FLL): Busca inspirar a los jóvenes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, codificación y diseño a través del aprendizaje práctico STEM y la robótica. En 1998 el fundador de First Lego League Dean Kamen se unió al creador de LEGO Group Kjeld Kirk Kristiansen para involucrar a los niños en un programa de aprendizaje lúdico y significativo, ayudándolos a descubrir el lado divertido de las ciencias y tecnología a través de esta competencia. Esta competencia busca dar soluciones a problemas de la vida cotidiana a través de la robótica. Entre los valores más significativos de la competencia se encuentran:
 - Descubrimiento
 - Innovación
 - Impacto
 - Inclusión
 - Trabajo en equipo
 - Diversión.
- El torneo Mexicano de Robótica (TMR) se organiza cada año con diferentes universidades del país. En esta competencia se realizan las eliminatorias para participar en el Concurso Latinoamericano de Robótica y al Mundial RoboCup (TMR, 2019). El TMR busca poner a prueba el diseño de los participantes aplicando sus conocimientos y destrezas para solucionar problemas y tomar decisiones, se pueden conocer a miembros de otros equipos para intercambiar ideas y crear redes de colaboración en robótica.

- La Federación Mexicana de Robótica (FMR) se crea en el año 2004 buscando tener un espacio donde los jóvenes pudieran competir una vez al año en la categoría de robótica. En 2010 se constituye como asociación civil y es conformada por un grupo de profesores de diferentes universidades del país interesados en la robótica y en poder crear competencias para los estudiantes. Los objetivos de la FMR son (FRM, 2020, p.2):
 - Impulsar el desarrollo de la robótica dentro del territorio mexicano.
 - Organizar competencias de robótica regionales, nacionales e internacionales.
 - Establecer vínculos de colaboración con grupos con intereses similares dentro y fuera de México.
 - Organizar redes de investigación en robótica y campos relacionados.
 - Divulgar resultados de la investigación y desarrollo en el campo de la robótica.

Las diferentes competencias y organizaciones tienen un mismo fin, buscan que los estudiantes participen en equipo, sean capaces de resolver problemas, desarrollen un pensamiento crítico, diseñen y creen sus robots para de esta manera poder acercarlos a las ciencias en conjunto con el aprendizaje STEM y lograr que se involucren en diversas áreas científicas y tecnológicas.

CAPITULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentan los elementos que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la investigación. Se detallan los relacionados con la introducción de los elementos básicos de programación utilizando el modelo de LEGO Mindstorms Ev3, y posteriormente se muestran los objetivos de cada prueba planteada y realizada, durante el proyecto de investigación. Además, se incluye la información relacionada con la muestra considerada en el proceso de intervención de la investigación, así como la hipótesis planteada del proyecto de investigación. Para

finalizar se incluye la información relacionada con la muestra de los sujetos participantes en la investigación, considerada en el proceso de intervención.

3.1 ANÁLISIS

Para el análisis del desarrollo de la investigación, se tomó primeramente la necesidad que existía en el Colegio Marcelina de dar solución al rezago de aprendizaje tecnológico que tenían los alumnos de primaria, aunado a esto, se pretendía incrementar el nivel de conocimiento en los estudiantes en cuanto a los fundamentos de programación, apoyados con la Robótica Educativa, utilizando el material de LEGO Mindstorms EV3.

Debido a que anteriormente no se contaba con ningún material de Robótica Educativa ni conocimientos previos de los estudiantes, se recurrió a los programas propuestos por LEGO Mindstorms EV3 y se complementó con un instrumento didáctico realizado especialmente para el Colegio Marcelina.

Del análisis de los participantes se tomaron de manera general aspectos sobre su formación académica, conocimientos previos de Robótica Educativa y programación, interés en adquirir nuevos conocimientos con el uso de la robótica y fundamentos básicos de programación, habilidad con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Tomando en cuenta las preguntas propuestas por Herrera (2006) para el análisis de los participantes, se tomaron algunas de ellas y se realizaron modificaciones a las mismas de acuerdo a las necesidades de la muestra, respondiendo a cada una de ellas para poder posteriormente realizar el diseño del instrumento didáctico. Quedando de la siguiente manera:

- ¿Quiénes son los participantes de la investigación?
 - Estudiantes de 5° grado de primaria, inscritos al ciclo escolar 2018-2019 en el Colegio Macelina, con habilidad en el uso de las TIC.
- ¿Qué experiencia previa necesita los participantes?

- Ninguna, solamente tener dominio de la computadora en programas básicos.
- ¿Existe alguna necesidad específica por parte de los participantes?
 - Incrementar su nivel de conocimiento en fundamentos de programación y robótica educativa.

En el análisis del instrumento didáctico, como lo mencionan Medina y Mata (2009), se busca que se propicie un aprendizaje formativo, por esta razón, se consideraron los conocimientos deseables que se pretendían alcanzar en los estudiantes, de esta manera se elaboraron las actividades que se realizarían durante las sesiones impartidas para cumplir con el objetivo de la investigación.

Retomando las preguntas anteriores, realizadas por Herrera (2006) para el diseño del instrumento didáctico, se hace una adaptación a las mismas y se da respuesta a éstas para poder realizar el análisis de la planificación del curso. A continuación, se da respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál será la duración del curso?
 - Se impartieron 30 sesiones, las cuales se dividieron en dos módulos: Scratch y Robótica Educativa con LEGO Mindstorms EV3. Se generaron nueve sesiones de Scratch debido a que los temas a tratar fueron más cortos y los estudiantes tenían conocimientos previos de éste. Las sesiones de Robótica fueron 21 ya que el tema era nuevo y se requería de cierto dominio de los materiales para poder construir los prototipos solicitados.
 - Las sesiones fueron de 50 minutos que es el tiempo destinado a una clase regular del Colegio.
- ¿Existirán evaluaciones?
 - Fue necesario realizar una evaluación previa (pre test) para comprobar los conocimientos que tenían los estudiantes y saber de dónde partir, una evaluación final (post test) para comprobar la

adquisición de conocimientos y por último un escalamiento Likert para conocer el grado de satisfacción de los participantes.

Para establecer los contenidos a impartir en las sesiones se consideró la revisión de los materiales de LEGO Mindstorms EV3, así como el material disponible de Scratch y los contenidos teóricos de fundamentos de programación de Norton (2006) y Joyanes (2008). De esta manera se podría saber el alcance que se pretendía tener en los participantes, así como la duración de las sesiones considerando esto como una justificación a este punto.

La siguiente tabla muestra la categoría, los elementos y los temas y/o requerimientos necesarios para la correcta implementación del diseño didáctico, de esta manera se busca cumplir con el objetivo y lograr que los estudiantes puedan comprender los fundamentos de programación utilizando diferentes herramientas didácticas.

Categoría	Elemento	Tema/Requerimiento
Fundamentos de Programación / Scratch	Estructuras de programación	Estructuras secuenciales.
		Estructuras de decisión.
		Estructuras de iteración.
	Operadores	Operadores relacionales Solamente se utilizó el operador igual “=”.
Lego Mindstorms EV3	Variables	Variables.
	Elementos básicos	Crear programa, guardar programa, nombrar programa, nombrar ladrillo.

Motores	Encendido, apagado, adelante, atrás, rotaciones, grados, segundos.
Sensores	Sensor táctil. Sensor de color. Sensor ultrasónico.
Ciclos	Estructura Repetir.

Tabla 3.1.1 Requerimientos para la implementación del diseño didáctico (tabla generada por el autor).

Una vez analizado lo anterior, se consideraron los requerimientos de Software y Hardware así como los espacios requeridos para la realización de la investigación, que se muestran a continuación.

- Software: Scratch 2.0, LEGO Mindstorms EV3, Firmware EV3.
- Hardware: Computadora de escritorio con sistema operativo Windows vista (32/64 bits), procesador Dual-Core a 2,0 GHz o más, 2 GB o más de memoria RAM, 2 GB de espacio disponible en disco duro, pantalla XGA (1024 x 768), 1 puerto USB disponible (Lego Group, 2020, p.8).
- Centro de cómputo con capacidad mínima para 20 estudiantes.
- Conexión a Internet con velocidad mínima de 10Mbps.

Estos elementos técnicos son los que se consideraron en el análisis de las necesidades para poder impartir las sesiones de intervención y poder diseñar e implementar el instrumento didáctico.

3.2 DISEÑO DEL INSTRUMENTO DIDÁCTICO

Después de realizar el análisis de los participantes, el análisis de los instrumentos y el análisis de requerimientos técnicos, se definen ahora los pasos a seguir para diseñar el instrumento didáctico. Para estos pasos se utilizaron las guías de Scratch

para maestros (Lifelong Kindergarten Group, 2013) así como las instrucciones de construcción para educadores de robótica (LEGO Group, 2019).

Al comenzar el instrumento didáctico se realizó la planeación de las sesiones con los temas que se iban a dar en cada sesión, recordando que los alumnos de la muestra ya habían tenido un acercamiento a Scratch el ciclo escolar previo a la investigación, quedando de la siguiente manera:

No. de Sesión	Tema	Objetivo	Actividad	Tiempo destinado
1	Aplicación de Pre Test	Determinar los conocimientos previos de los estudiantes en cuanto al uso de Scratch y Robótica con LEGO Mindstorms EV3	<ul style="list-style-type: none"> • Responder el Pre Test. 	50 min.
2	Elementos básicos de Scratch	Reconocer los elementos básicos de Scratch.	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar sesión. • Crear un nuevo proyecto. • Guardar proyecto. • Elementos de la pantalla (fondos y objetos). Edición de imágenes. • Bloques de Control. 	50 minutos.
3	Bloques de movimiento apariencia, sonido y control.	Que el estudiante recuerde e identifique en qué momento se pueden utilizar los bloques de movimiento,	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una animación con el bloque de inicio que permita a un objeto moverse de un lado a otro y cambiar de disfraz haciendo un sonido al finalizar la 	50 min.

		apariencia, sonido y control.	acción y que lo repita por 5 veces.	
4	Estructuras de decisión y Estructuras de Iteración.	Identificar en qué momento utilizar cada una de las estructuras.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una animación en la cual se utilice el bloque "Repetir" y el bloque "IF-THEN-ELSE" 	50 min.
5-8	Variables y elementos de Scratch	Comprender el concepto de variables a través de un ejercicio práctico.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar un juego en el que el objeto principal acumule puntos al tocar objetos de determinado color y estos se vayan sumando en una variable llamada puntos. Si el objeto principal toca algún elemento "prohibido", éste restará puntos a la variable. Al acumular 10 puntos el objeto principal gana el juego. Si tiene -5 puntos el objeto principal pierde el juego. 	50 min. en cada sesión.
9	Retroalimentación de proyectos	Compartir el proyecto realizado y observar las diferentes animaciones realizadas por sus compañeros.	<ul style="list-style-type: none"> Probar los juegos de sus compañeros y hacer comentarios positivos de cada uno de ellos. Recibir comentarios de retroalimentación por parte del docente a cada uno de los trabajos presentados. 	50 min.

Tabla 3.2.1 Planeación de sesiones en Scratch (Tabla generada por el autor)

Una vez que se terminó este instrumento, se aplicó a los estudiantes, como se muestra a continuación:



Figura 3.2.1 Ejemplo de programación en Scratch de niño de 5° grado. (Figura generada por el autor).

La siguiente imagen muestra a un estudiante programando con Scratch:



Figura 3.2.2 Estudiante programando en Scratch (Figura generada por el autor).

Posterior al diseño del instrumento didáctico para Scratch se realizó el de robótica con LEGO Mindstorms EV3, el cuál consistió en 21 sesiones de 50 minutos cada una, dos veces a la semana, del mes de marzo al mes de junio de 2019. El diseño quedó de la siguiente manera:

No. de Sesión	Tema	Objetivo	Actividad	Tiempo destinado
1-2	Conoce tu kit Software de LEGO Mindstorms EV3	Identificar las piezas que contiene el kit de LEGO y familiarizarse con ellas, así mismo comenzar a identificar los elementos básicos del software de LEGO Mindstorms EV3.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer inventario del kit de LEGO Mindstorms EV3. Crear un archivo nuevo, nombrarlo, guardarlo y familiarizarse con los bloques de programación. 	50 min. cada sesión.

3-4	Armado de robot base	Que el estudiante construya un robot base, se programe y sea funcional.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del robot base propuesto en el software de LEGO Mindstorms EV3 y programarlo para que avance de manera recta. • Se pueden consultar las instrucciones en el siguiente link: https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/lessons/mindstorms-ev3/building-instructions/ev3-rem-driving-base-79bebfc16bd491186ea9c9069842155e.pdf 	50 min.
5	Reto entre equipos y motores	Analizar el comportamiento de los motores.	<ul style="list-style-type: none"> • Se explicó cómo funcionan los motores y las diferentes opciones para programarlos. • Se realiza un reto para ver en cuántas rotaciones del motor el robot recorre 1 cuadro del piso. • Una vez que se da la respuesta correcta los alumnos deben descubrir cuántas rotaciones se necesitan para que el robot recorra 10 cuadros del piso y programarlo para que lo realice. El primero en lograrlo es el equipo ganador. 	50 min.
6	Sensores	Comparar entre los diferentes tipos de sensores y cuál es la función de cada uno.	<ul style="list-style-type: none"> • Al robot base se le debe agregar el sensor ultrasónico. A la vez, deben construir un cubo de colores, de tal manera que cuando el sensor detecte el cubo a 6cm de distancia debe parar. 	50 min.
7	Reto con sensor ultrasónico.	Programar el robot con el uso del sensor ultrasónico.	<ul style="list-style-type: none"> • El robot base avanza, el sensor ultrasónico deberá detectar a 6cm un cubo de colores y girar a la derecha, vuelve a avanzar hacia adelante y 	50 min.

	Evaluación formativa.	Evaluar los conocimientos adquiridos hasta esta sesión.	<p>detecta a 10 cm el cubo de colores y el motor debe detenerse.</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar una evaluación formativa de manera oral para comprobar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto al uso de los motores y sensores. 	
8	<p>Elegir canción para proyecto final.</p> <p>Nombrar al robot.</p> <p>Reto con sensor ultrasónico II.</p>	<p>Elegir una canción que motive a los estudiantes a realizar el proyecto final.</p> <p>Nombrar al robot para que el estudiante se identifique con éste y pueda ser usado por el equipo en cada sesión.</p> <p>Organizar una carrera de robots utilizando el sensor ultrasónico (continuación del reto anterior).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Proponer una canción por grupo que pueda ser utilizada en el proyecto final de los estudiantes. Nombrar al robot con un "apodo", o nombre significativo para cada equipo con el que puedan identificar a su robot y trabajar cada clase con éste. Siguiendo con el sensor ultrasónico de la sesión anterior, el robot deberá ser el primero en lograr llegar al cubo de colores. El equipo ganador obtendrá 1 punto extra. 	50 min.
9	<p>Definir canción.</p> <p>Lluvia de ideas sobre movimientos del robot.</p>	<p>Decidir por votación qué canción será la elegida para la presentación.</p> <p>Elegir los movimientos ideales que debe realizar el robot que combinen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los dos grupos deben estar juntos y se realiza una votación de las dos canciones seleccionadas anteriormente, por mayoría de votos se elige la canción que se utilizará en la presentación final. Los estudiantes deben tomar el turno para expresar cuáles creen que son los movimientos que puede realizar el robot y que mejor se adecuan a la canción elegida. 	50 min.

		con la canción elegida.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer una lluvia de ideas por escrito, en la cuál se llegará a un acuerdo para que los estudiantes identifiquen cuáles son los movimientos que debe realizar el robot. 	
10	Secuencia de Programación del robot.	Elegir la programación adecuada para los movimientos del robot.	<ul style="list-style-type: none"> Cada grupo por separado, deberá elegir qué programación realizará para cumplir con los movimientos que se planearon para que el robot simule un baile al ritmo de la música. Por grupo, deberán comenzar la programación y sincronizar los movimientos del robot para que todos vayan de la misma manera. El robot deberá utilizar el sensor ultrasónico para detectar el cubo de colores y poder detener los motores para cambiar de movimiento. 	50 min.
11-12	Programación de los motores.	Identificar cuáles son los elementos de programación aplicables al robot.	<ul style="list-style-type: none"> Programar los motores del robot por rotaciones para que realice las secuencias adecuadas en conjunto con la música. 	50 min.
13	Primer prueba grupal.	Decidir si los movimientos que ambos grupos han realizado son los correctos y funcionan en conjunto con la música.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la primer prueba con los dos grupos para ver cómo se ven los movimientos que han programado y decidir si son correctos o deben realizar cambios. Llegar a acuerdos de los movimientos que deberá realizar el robot a continuación con la música. 	50 min.
14	Repaso de programación y elementos básicos de	Medir el aprendizaje de los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> Dar un repaso de los elementos básicos del software de EV3 como guardar en un solo archivo la programación, ejecutar la programación en 1 solo archivo con el 	50 min.

	LEGO Mindstorms EV3. Evaluación Formativa.		robot, crear diferentes archivos y localizarlos en el cerebro del robot.	
			<ul style="list-style-type: none"> Realizar una evaluación formativa verbal con preguntas sobre los elementos básicos de programación con el uso de LEGO EV3 para medir el aprendizaje de los estudiantes. Las preguntas deberán estar relacionadas a las diferentes opciones de programación de los motores (rotaciones, grados y tiempo), bloques de tiempo, acción de repetir. 	
15	Programación de robot.	Continuar con la programación de los robots para la presentación final.	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia de ideas por grupo para definir los siguientes movimientos del robot. Programar la segunda parte de la secuencia de movimientos del robot. 	50 min.
16	Practica con los robots.	Practicar con los robots para realizar cambios.	<ul style="list-style-type: none"> Observar los movimientos del robot con música para detectar errores que se tienen tanto en programación como en secuencia de la música y poder corregirlos. 	50 min.
17	Segunda prueba grupal.	Observar cómo se realizan los movimientos del robot con la música.	<ul style="list-style-type: none"> En el espacio adecuado para la presentación de los robots realizar una segunda prueba general en la que todos los estudiantes observen cómo va quedando su trabajo y puedan realizar ajustes en caso de ser necesario (esta actividad se realiza en el gimnasio). 	50 min.
18	Programación libre por equipos.	Elegir la programación final del robot.	<ul style="list-style-type: none"> Por equipo, decidir qué movimientos quieren que realice el robot para la última parte de la canción. Comenzar la programación libre. 	50 min.

19	Última prueba.	Observar cómo quedaría la presentación final.	<ul style="list-style-type: none"> Ambos grupos deben probar los movimientos de los robots en conjunto con la música (esta actividad se realiza en el gimnasio). Hacer ajustes en caso de necesitarlos. 	50 min.
20	Presentación Final.	Presentar a padres de familia el proyecto realizado a lo largo de las sesiones de robótica.	<ul style="list-style-type: none"> En el gimnasio los estudiantes deberán presentar a los padres de familia lo que estuvieron realizando con los robots. 	30 min.
21	Post test y Cuestionario con escalamiento Likert.	Evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes y el sentir hacia las sesiones de robótica.	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de post test y una vez terminado, aplicar el escalamiento Likert a cada uno de los participantes. 	50 min.

Tabla 3.2. 2 Planeación de sesiones con LEGO Mindstorms EV3 (tabla generada por el autor).

Una vez terminado el instrumento, se aplicó a los estudiantes como se muestra en la figura 3.2.3 a continuación:



Figura 3.2.3 Estudiantes probando LEGO Mindstorms EV3 (Figura generada por el autor).



Figura 3.2.4 Estudiantes haciendo movimiento en línea recta secuencial con LEGO Mindstorms EV3 (Figura generada por el autor).

Una vez terminado el diseño didáctico, se pudieron obtener diferentes productos realizados por los estudiantes, los cuales permitieron que las sesiones fueran de manera presencial y la implementación del diseño de manera digital y física con el material de LEGO Mindstorms EV3.

3.3 OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL DISEÑO DIDÁCTICO

A partir de la creación del diseño didáctico, se estipula cuál es el objetivo de este diseño. La aplicación de los instrumentos se considera como una prueba de concepto, ya que se busca que el concepto o teoría que se pretende investigar pueda ser explotada de manera útil.

De esta manera es como se establece el objetivo general y los objetivos específicos de los diseños que fueron aplicados a los estudiantes de quinto grado de primaria del Colegio Marcelina. Quedando el objetivo general de la siguiente manera:

- Diseñar e implementar un instrumento didáctico a través de la robótica educativa, el cual permita a los estudiantes comprender los fundamentos de

programación utilizando LEGO Mindstorms EV3 como herramienta tecnológica.

Siguiendo con la misma temática, se retoma la hipótesis general de la investigación la cual es:

- La implementación de la robótica educativa con LEGO Mindstorms EV3 mediante un diseño didáctico permitirá a los estudiantes adquirir los conocimientos básicos de los fundamentos de programación.

La consolidación tanto del objetivo como de la hipótesis en esta prueba de concepto, permitirá determinar si el uso del material de LEGO Mindstorms EV3 como parte de la robótica educativa permitirá a los estudiantes comprender y aplicar los fundamentos de programación en las asignaturas que lo requieran, así como en diversos proyectos que les permita consolidar los conocimientos adquiridos y aplicarlos en el futuro.

3.4 EJES, VARIABLES E INDICADORES A EVALUAR

Resulta indispensable determinar los elementos de análisis requeridos para la evaluación del diseño didáctico en conjunto con los fundamentos de programación, de tal manera que se deben considerar los indicadores que servirán a futuro para obtener información en los instrumentos de recolección de datos.

En la siguiente tabla, se muestran los elementos a evaluar para la enseñanza de los fundamentos de programación con el uso de LEGO Mindstors EV3:

Eje	Variable	Indicadores a Evaluar
Fundamentos de Programación	Scratch	Estructuras Secuenciales
		Estructuras de iteración
		Estructuras de decisión
		Operadores relacionales

Cómputo Físico	LEGO Mindstorms EV3	Variables
		Programación por bloques
		Elementos básicos de LEGO Mindstorms EV3
		Ciclos
		Estructuras y Armado de robot
		Comunicación USB-Ladrillo
		Uso del Ladrillo principal
		Transferencia de programas PC-Ladrillo
		Uso de Motores
		Uso de Sensores

Tabla 3.4. 1 Tabla de ejes, variables e indicadores (tabla generada por el autor).

Para la realización de la tabla anterior, se tomaron en cuenta los conocimientos opiniones de los autores mencionados anteriormente para la enseñanza de los fundamentos de programación como Joyanes (2008) y Norton (2006), para la enseñanza de Scratch se consultaron la guías para maestros de Scratch (Lifelong Kindergarten Group, 2013) y para el Cómputo Físico, se siguieron las instrucciones de construcción para educadores de robótica (LEGO Group, 2019).

3.5 CARACTERIZACIÓN DE SUJETOS, POBLACIÓN, MUESTRA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Para identificar mejor los elementos de evaluación, se detallarán a continuación los elementos característicos de los sujetos, población, muestra, técnicas e instrumentos que se aplicarán a esta investigación, tomando en cuenta que solamente se tomó la muestra de estudiantes de quinto grado de primaria para la aplicación de los instrumentos.

A continuación se especifica la población considerada junto con los instrumentos de recolección de datos que se aplicarán durante la investigación y que servirán para llevar a cabo la recolección de datos y el análisis de los mismos para obtener los resultados de la investigación y de esta manera poder comprobar si el objetivo planteado se ha cumplido al igual que la confirmación de la hipótesis.

Sujeto	Población	Técnica	Instrumento
Estudiante	28	Evaluación	Examen pre test
		Evaluación	Examen post test
		Encuesta	Escalamiento Likert
		Entrevista	Entrevista de preguntas abiertas
Investigador	1	Observación	Registro Descriptivo

Tabla 3.5.1 Tabla con sujetos, población, técnica e instrumento (tabla generada por el autor).

Para los elementos antes mencionados se tomaron en cuenta las diferentes fuentes de consulta, así como la tabla de ejes, variables e indicadores (tabla 3.4.1), en conjunto con elementos sobre evaluación de los fundamentos de programación. La investigadora, además de impartir las sesiones de manera presencial y utilizar los elementos virtuales para la realización correcta de las sesiones fungía como recolector de datos y realizaba la captura de los registros en el registro descriptivo.

Más adelante se mencionarán a detalle los instrumentos aplicados y sus características, sin embargo vale la pena mencionarlos de manera breve para justificar su creación, diseño y aplicación:

- Pre test: se utilizó para recopilar información de conocimientos previos de los estudiantes sobre los fundamentos de programación con Scratch y LEGO Mindstorms EV3.
- Post test: se aplicó al finalizar la investigación para comprobar la adquisición de conocimientos de los estudiantes sobre fundamentos de programación

con el uso de LEGO Mindstorms EV3. Posteriormente se utilizó para comparar resultados entre el pre test y el post test.

- Escalamiento Likert: se aplicó al finalizar la investigación para obtener la percepción de los estudiantes sobre las sesiones impartidas y para obtener información sobre el diseño didáctico.
- Entrevista: se realizó al finalizar la investigación para conocer aspectos relevantes que los estudiantes desearan manifestar. Se realizó con preguntas abiertas y con el objetivo de comprobar la adquisición de conocimientos sobre fundamentos de programación y la percepción de los estudiantes en cuanto a las sesiones impartidas.
- Registro Descriptivo: este instrumento, al igual que la entrevista se utilizó como complemento a los demás instrumentos, con la finalidad de tener documentado lo que ocurría en cada sesión y poder obtener información relevante que pudiera aportar datos a la investigación. Este instrumento no fue requerido para ser procesado en su totalidad, sin embargo sirvió para justificar algunos resultados obtenidos en los demás instrumentos.

Como ya se mencionó anteriormente, tanto la entrevista como el registro descriptivo fueron instrumentos complementarios que ayudaron a justificar algunos resultados de la investigación complementando así a los demás instrumentos. Al estar utilizando una metodología mixta la mayor cantidad de datos obtenidos fueron cuantitativos, dejando una mínima parte a lo cualitativo derivado de la entrevista.

CAPITULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se expondrán diferentes elementos de la investigación, específicamente sobre el análisis de los resultados obtenidos, permitiendo explicar con esto la pertinencia de la estrategia utilizada para justificar los resultados obtenidos durante el proceso de intervención.

4.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para obtener el nivel de cumplimiento de la investigación y comprobar si los objetivos propuestos se cumplieron, se realizó el análisis de los datos recabados de los instrumentos utilizados bajo el mismo esquema de investigación y con estos instrumentos fue posible medir el grado de aprendizaje, específicamente sobre los fundamentos de programación a través del uso de la robótica educativa con LEGO Mindstorms EV3 como estrategia didáctica.

Estos instrumentos permitieron medir el grado de aprendizaje de los estudiantes sobre los fundamentos de programación utilizando la robótica educativa como estrategia didáctica. A continuación, se presentan los instrumentos aplicados, así como el análisis de los mismos:

4.1.1 CUESTIONARIO PRE TEST

Se aplicó al inicio de la investigación para identificar los conocimientos previos de los estudiantes con respecto a los fundamentos de la programación y con esto poder obtener después un comparativo sobre el incremento de los conocimientos de los fundamentos de programación y de la robótica educativa. El instrumento completo puede visualizarse en el Anexo 1.

Las características de este instrumento son las siguientes:

- **Objetivo:** Identificar el nivel de conocimiento de los estudiantes en cuanto a los fundamentos de programación.
- **Tiempo de realización:** 50 minutos
- **Fundamento Teórico:** Se retomaron instrumentos del Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general de Román, M., Pérez, J., Jiménez, C. (2015), además reactivos de la página web Bebras Computing Challenge (bebraschallenge.org, 2019) sobre el Pensamiento Computacional, así como de la página web La hora del código (code.org, 2019) con respecto a la programación en bloques.
- **Tipo de prueba:** Elegir una respuesta posible entre cuatro (opción múltiple).

Lo indicadores de esta prueba se dividieron en dos categorías, cada una contenía 10 ítems y a su vez tenía sub categorías que se evaluaron, quedando de la siguiente manera:

A. Scratch (10 ítems)

- Bloques Básicos (5 ítems)
- Bloques de Decisión (3 ítems)
- Bloques de Iteración (2 ítems)

B. Lego Ev3 (10 ítems)

- Motores (4 ítems)
- Sensores (3 ítems)
- Elementos Básicos de EV3 (2 ítems)
- Robótica (1 ítem).

Con este instrumento, se buscó obtener los datos e información respecto a los conocimientos previos que disponían los estudiantes, y además fue utilizado más adelante para llevar a cabo un análisis comparativo de si la estrategia considerada fue correcta o no para la asimilación de los conocimientos de los fundamentos de la programación y de la Robótica Educativa.

4.1.2 CUESTIONARIO POST TEST

Para identificar los conocimientos posteriores a la intervención de la investigación, se aplicó el postest con la finalidad de verificar el aprendizaje de los fundamentos de programación después de las sesiones impartidas de robótica con Lego programable y de esta manera poder tener un comparativo entre el pre test y el post test. El instrumento completo puede visualizarse en el Anexo 2.

Las características del post test son las siguientes:

Objetivo: Identificar el nivel de conocimiento de los estudiantes en relación a los fundamentos de la programación después de las sesiones impartidas de robótica educativa con Lego Mindstorms EV3

Tiempo de realización: 35 minutos

Fundamento Teórico: Al igual que con el pre test, se retomaron ítems del test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general de Román, M., Pérez, J., Jiménez, C., (2015) además reactivos de la página web Bebras Computing Challenge (bebraschallenge.org, 2019) sobre el Pensamiento Computacional, así como de la página web La hora del código (code.org, 2019) con respecto a la programación en bloques.

Tipo de prueba: Elegir una respuesta posible entre cuatro (opción múltiple).

Las pruebas se desarrollaron con preguntas de opción múltiple por lo que solamente era posible obtener una respuesta correcta.

Después del proceso de intervención se revisaron las respuestas de los participantes y se capturaron en Microsoft Excel para el procesamiento de la información. De esta forma se obtuvieron los datos cuantitativos.

Al igual que con el pre test, el post test fue utilizado para obtener datos e información de los conocimientos de los estudiantes, respecto a los fundamentos de la programación, y la Robótica Educativa, después de haber sido sometidos a la estrategia propuesta en la investigación. Estos datos fueron comparados bajo análisis con el pre test.

4.1.3 CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT

El cuestionario con escalamiento Likert, fue diseñado y aplicado posteriormente para medir las reacciones de los participantes de la investigación, ya que ésta “consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes” (Hernández, R., et al., 2014, p. 271). Este instrumento permite obtener la información y percepción de los

participantes durante las sesiones impartidas. El cuestionario Likert completo, tal como fue diseñado se encuentra en el anexo 2.

Las características de este instrumento son las siguientes:

- **Objetivo:** Identificar la percepción de los estudiantes respecto a los contenidos impartidos en las sesiones de robótica educativa
- **Tiempo de realización:** 15 minutos
- **Fundamento Teórico:** Escalamiento de Likert de Hernández, R., et al., (2014).
- **Tipo de prueba:** Elegir entre cinco posibles respuestas. (5=Siempre, 4= Casi siempre, 3= Regular, 2= Casi Nunca, 1= Nunca)
- **Fecha de aplicación:** Después del post test, al término de las sesiones.

El cuestionario con escalamiento Likert se dividió por categorías, teniendo 29 ítems, 9 para la categoría de Scratch, 15 para la categoría de robótica y 5 para la categoría personal, quedando de la siguiente manera:

1. Scratch (9 ítems)

- **Objetivo:** Reconocer la percepción de los participantes en cuanto al uso y lo aprendido en Scratch (bloques básicos, plataforma, variables, bloques de iteración, bloques de decisión).

2. Robótica (15 ítems)

- **Objetivo:** Reconocer la percepción de los participantes en cuanto al armado, uso, programación y funcionamiento de los robots Lego Mindstorms EV3.

3. Personal (5 ítems)

- **Objetivo:** Reconocer la percepción de los participantes en cuanto al curso, gusto e interés por los temas impartidos, actividades realizadas, aprendizaje de los fundamentos de programación.

Para comprobar el grado de fiabilidad del cuestionario con escalamiento Likert se sometió a fórmulas estadísticas como el Alfa de Cronbach la cual dio como resultado un valor de 0.73 puntos, identificando con esto la confiabilidad del instrumento. La fórmula del Alfa de Cronbach fue aplicada en Microsoft Excel, comprobando los resultados obtenidos con las aplicaciones estadísticas de SPSS y Mini-Tab.

4.1.4 REGISTRO DESCRIPTIVO

Para obtener mayor información sobre el proceso de intervención, además de justificar algunos de los resultados obtenidos por los demás instrumentos, se realizó un registro descriptivo buscando obtener más información a las respuestas de los instrumentos aplicados y a situaciones que se presentaron en la aplicación de la investigación ya que el registro descriptivo:

“Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas” (Hernández, et al, 2014, p.125).

Dicho registro descriptivo se categorizó seleccionando las opciones que se deseaban observar en ambos grupos, se realizó una base de datos en Microsoft Access para el procesamiento de la información, la cual cuenta con los siguientes indicadores:

- Fecha
- Hora
- Indicador sobre categoría de situación presentada:
 - A. Logro en aprendizaje,
 - B. Inconvenientes de enseñanza-facilitador,

- C. Inconvenientes de aprendizaje-estudiantes,
 - D. Inconvenientes técnicos,
 - E. Inconveniente de tiempo
- Grupo en el que se presenta la situación "5°A" o "5°B"
 - Ubicación
 - A. Laboratorio de cómputo
 - B. Salón de grado
 - C. Gimnasio
 - Resumen breve sobre la situación presentada
 - Descripción más extensa de cómo es interpretada la situación

La base de datos queda representada de la siguiente manera:

registro_descriptivo	
	Nombre del campo
🔑	registroID
	registroFECHA
	registroHORA
	registroINDICADOR
	registroGRUPO
	registroUBICACION
	registroTEMA
	registroHECHOOBSERVADO
	registroINTERPRETACION

Figura 4.1.1 Registro descriptivo en Microsoft Access. (Figura generada por el autor).

El registro descriptivo fue utilizado para complementar la información obtenida por los demás instrumentos. Los registros totales, capturados mediante este registro descriptivo se encuentran en el Anexo 3.

El pre test, post test y el cuestionario con escalamiento Likert fueron los instrumentos que se aplicaron en el proceso de intervención y a los cuáles se les aplicó el análisis completo, sin embargo, del registro descriptivo salieron algunas categorías interesantes que serán mostradas en el apartado de análisis de resultados.

4.2 RESULTADOS DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a los 28 participantes de la investigación (pre test, post test y escalamiento Likert), buscando comprobar la hipótesis principal de la investigación y verificar el cumplimiento también del objetivo general del mismo proceso de investigación y con ellos lograr identificar los resultados obtenidos.

Se obtuvieron las puntuaciones de todos los participantes del curso, para cada uno de los instrumentos y con ésto se calcularon los promedios generales del pre test y del post test, de esta manera se obtuvo la diferencia entre ambos instrumentos.

4.2.1 RESULTADOS CUESTIONARIO PRE TEST

En este apartado se presentan los promedios obtenidos de los reactivos de cada categoría aplicada en el pre test. Para cada categoría se obtuvo una gráfica que muestra los resultados por ítem de esta manera se obtuvieron los datos cuantitativos.

Se obtuvo un promedio general del pre test de todos los participantes obteniendo un 57.86 puntos (en una escala de 0 a 100 puntos), el cuál será analizado más adelante para poder observar si hubo diferencia con el post test.

La categoría Bloques Básicos obtuvo los siguientes puntajes:

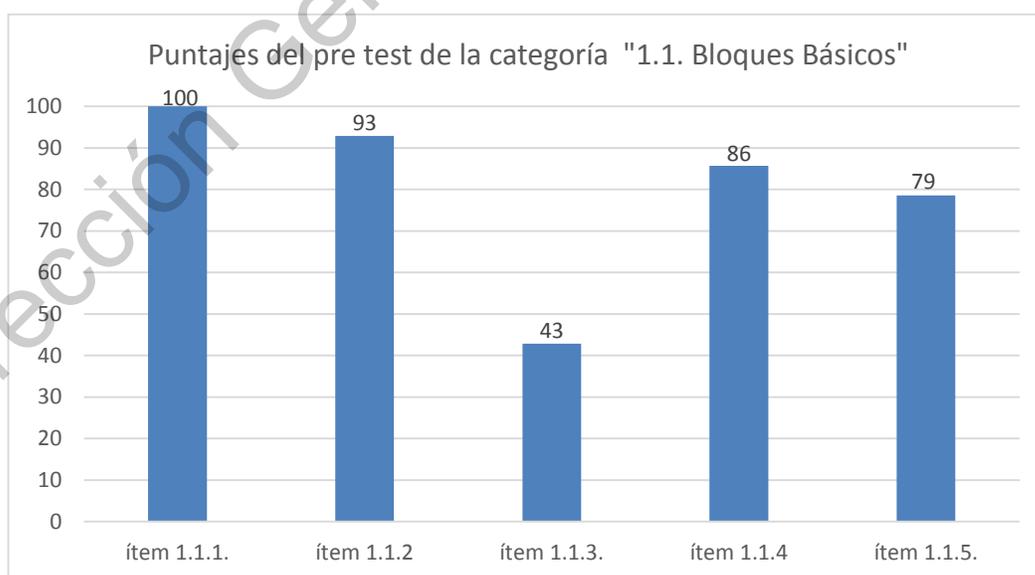


Figura 4.2.1. 1 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "1.1. Bloques Básicos" (Figura generada por el autor).

La categoría Bloques de decisión obtuvo los siguientes puntajes:

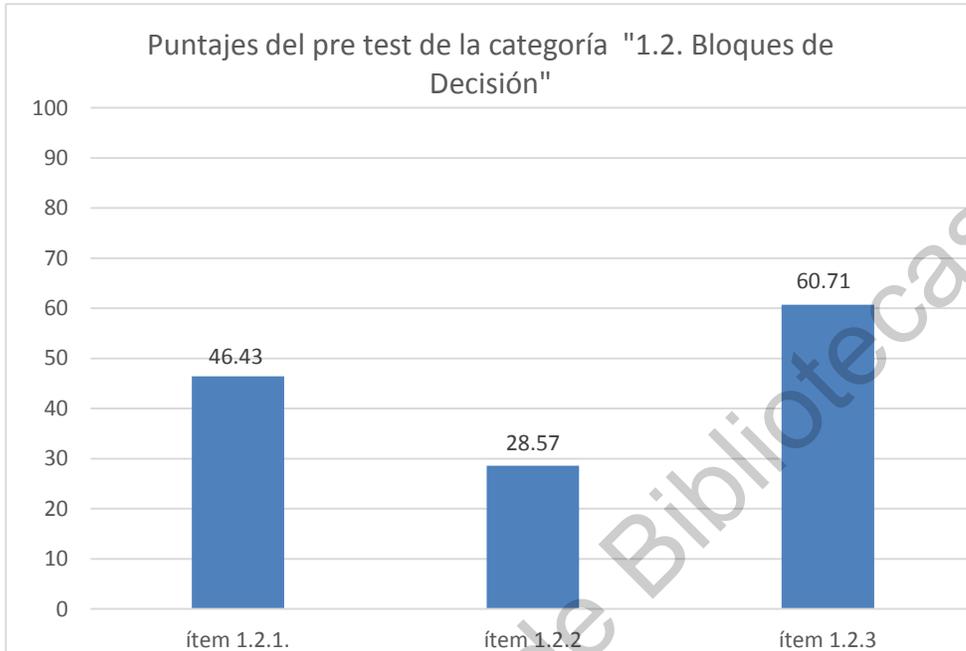


Figura 4.2.1.2 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "1.2. Bloques de decisión" (Figura generada por el autor).

La categoría Bloques de Iteración, obtuvo los siguientes puntajes en los reactivos correspondientes:

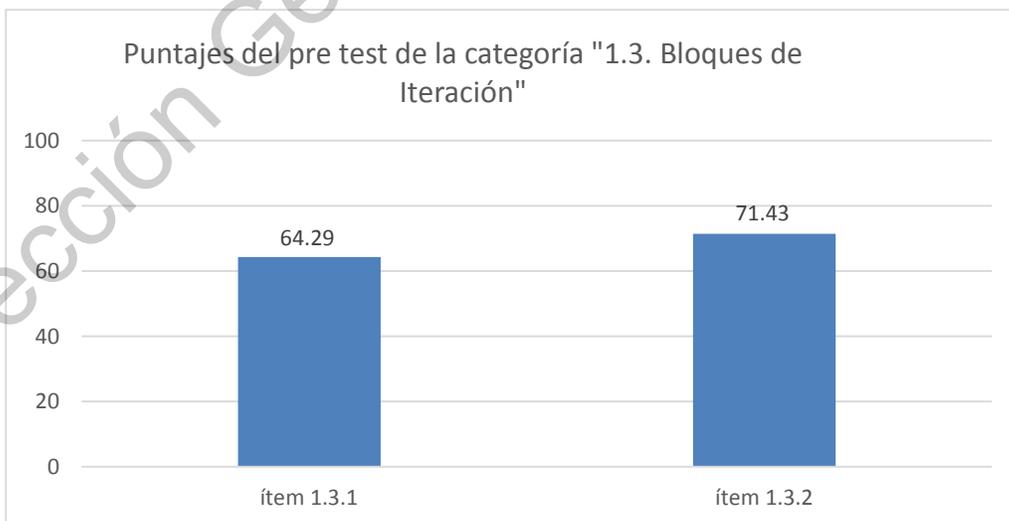


Figura 4.2.1.3 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "1.3. Bloques de Iteración" (Figura generada por el autor).

La categoría Motores, obtuvo los siguientes puntajes en sus reactivos:

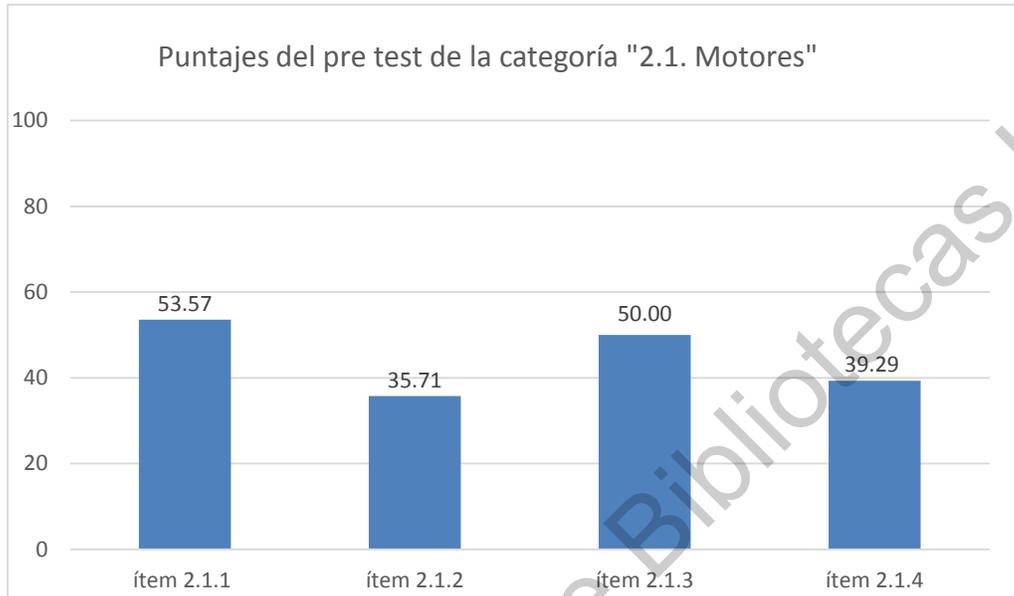


Figura 4.2.1. 4 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "2.1. Motores" (Figura generada por el autor).

La categoría Sensores obtuvo los siguientes puntajes a sus reactivos:

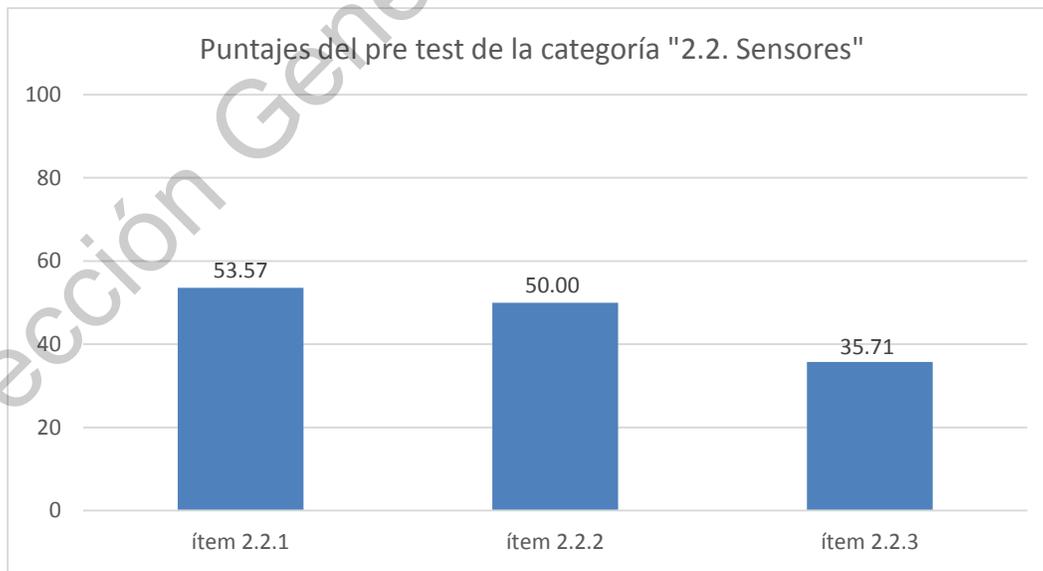


Figura 4.2.1.5 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "2.2. Sensores" (Figura generada por el autor).

La categoría Elementos Básicos EV3 obtuvo los siguientes puntajes a sus reactivos:

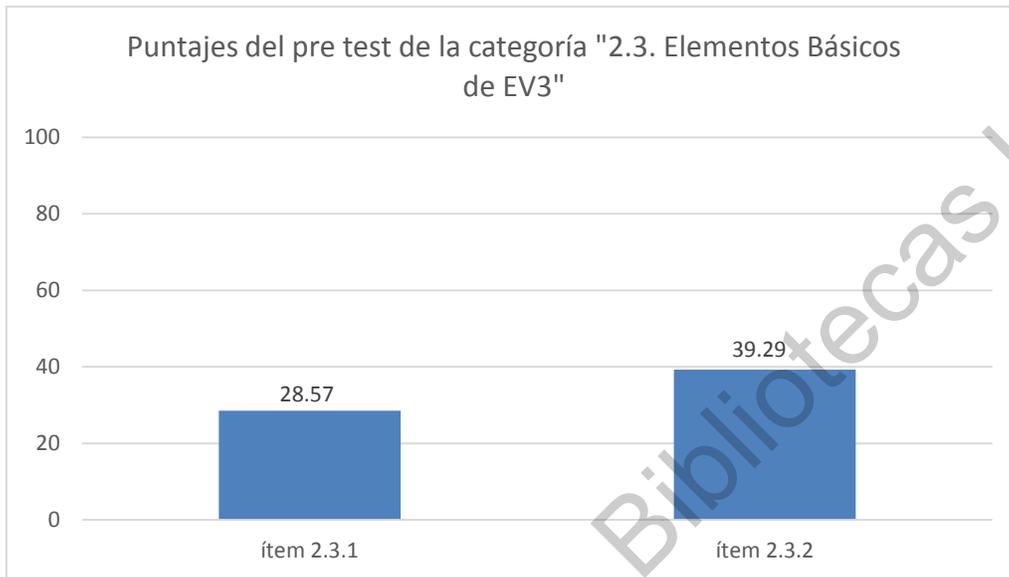


Figura 4.2.1.6 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "2.3. Elementos Básicos de EV3" (Figura generada por el autor).

La categoría Robótica obtuvo el siguiente puntaje:

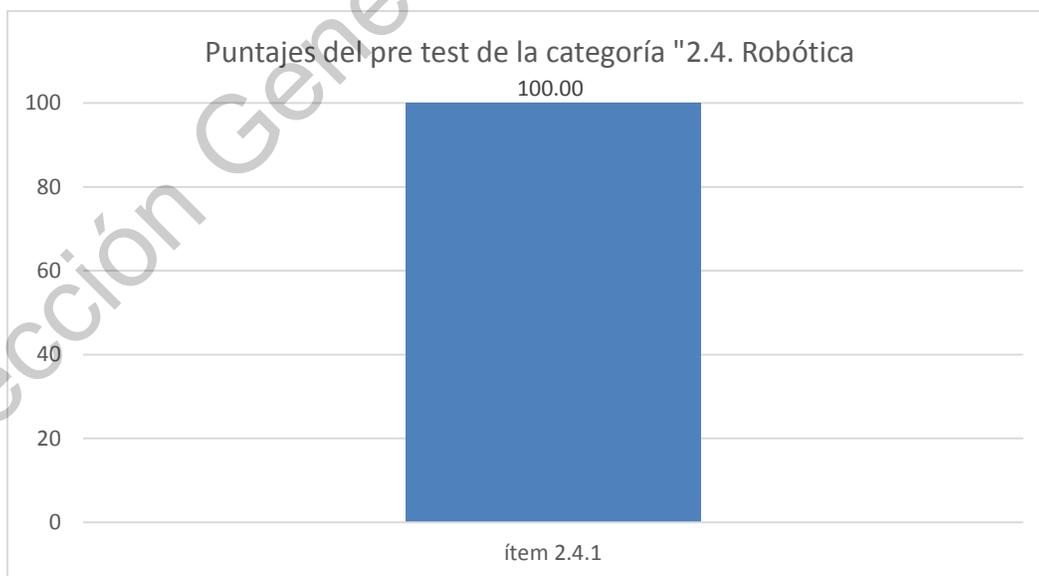


Figura 4.2.1.7 Puntajes obtenidos en el pre test por reactivo de la categoría "2.4. Robótica" (Figura generada por el autor).

Se calculó el promedio total de los participantes en cada una de las categorías, quedando de la siguiente manera:

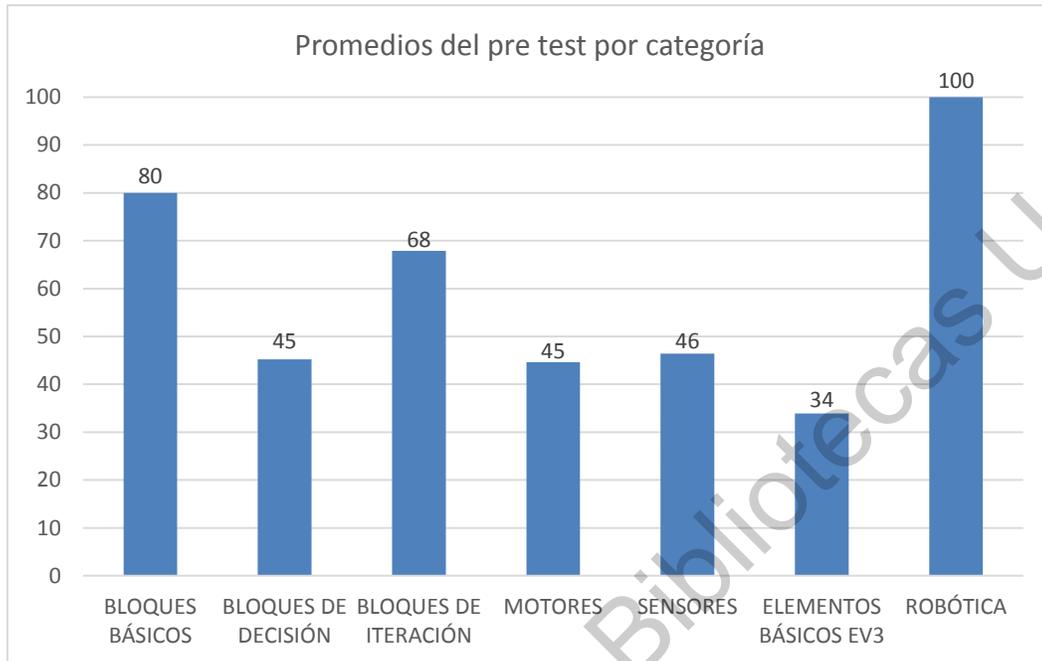


Figura 4.2.1.8 Promedios del pre test por categoría (Figura generada por el autor).

Se calculó el promedio general del pre test obtenido por los 28 participantes, el cual fue de 57.86 puntos en una escala del 0 al 100, el cual será utilizado más adelante para realizar el análisis comparativo entre el pre test y el post test.

4.2.2 RESULTADOS CUESTIONARIO POST TEST

Los resultados del post test permiten observar si existió un aprendizaje en los estudiantes sobre fundamentos de programación a través del uso de la robótica educativa, ya que este instrumento permitió evaluar la asimilación de los conocimientos de los participantes, en las mismas categorías que en el pre test. Al igual que en el pre test, se obtuvo el promedio general de todos los participantes, contando todos los reactivos de todas las categorías, obteniendo en el post test un total de 71.25 puntos (en escala del 0 al 100 puntos). Este dato será utilizado más adelante como dato comparativo entre pre test y post test.

A continuación se muestran los puntajes obtenidos de cada reactivo en cada categoría del post test.

La categoría Bloques Básicos, obtuvo los siguientes puntajes en cada reactivo:

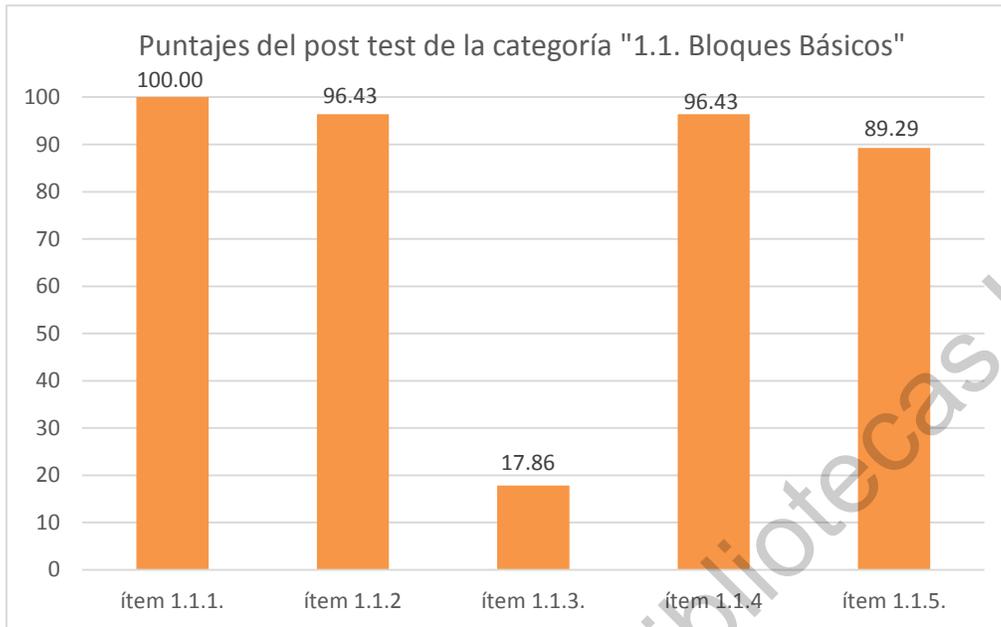


Figura 4.2.2.1 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría "1.1. Bloques Básicos" (Figura generada por el autor).

La categoría Bloques de Decisión, obtuvo los siguientes puntajes a sus reactivos:

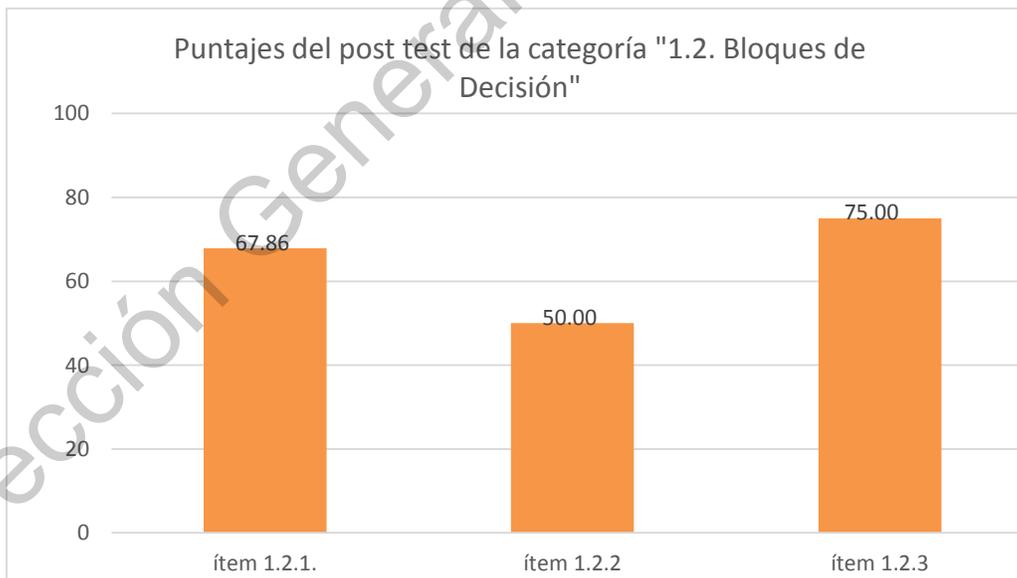


Figura 4.2.2.2 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría "1.2. Bloques de Decisión" (Figura generada por el autor).

La categoría Bloques de Iteración, obtuvo los siguientes puntajes en los reactivos correspondientes:

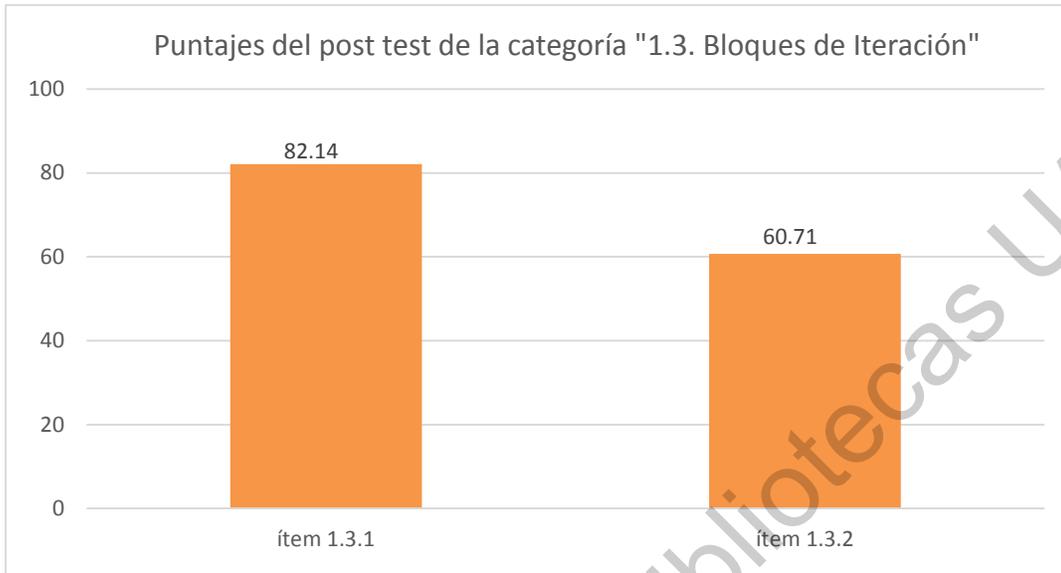


Figura 4.2.2.3 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría "1.3. Bloques de Iteración" (Figura generada por el autor).

La categoría Motores, obtuvo los siguientes puntajes en sus reactivos:

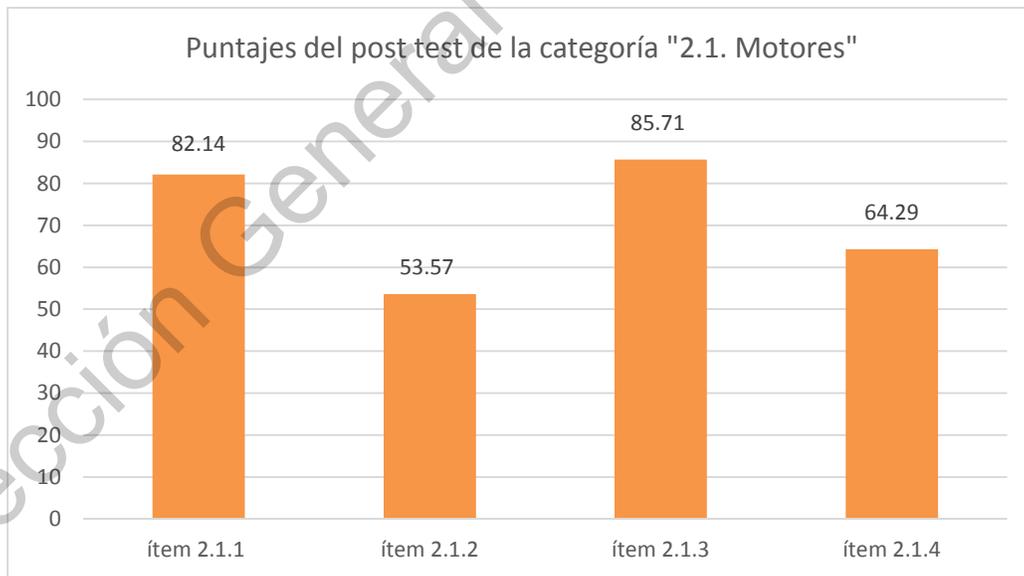


Figura 4.2.2.4 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría "2.1. Motores" (Figura generada por el autor).

La categoría Sensores, obtuvo los siguientes puntajes:

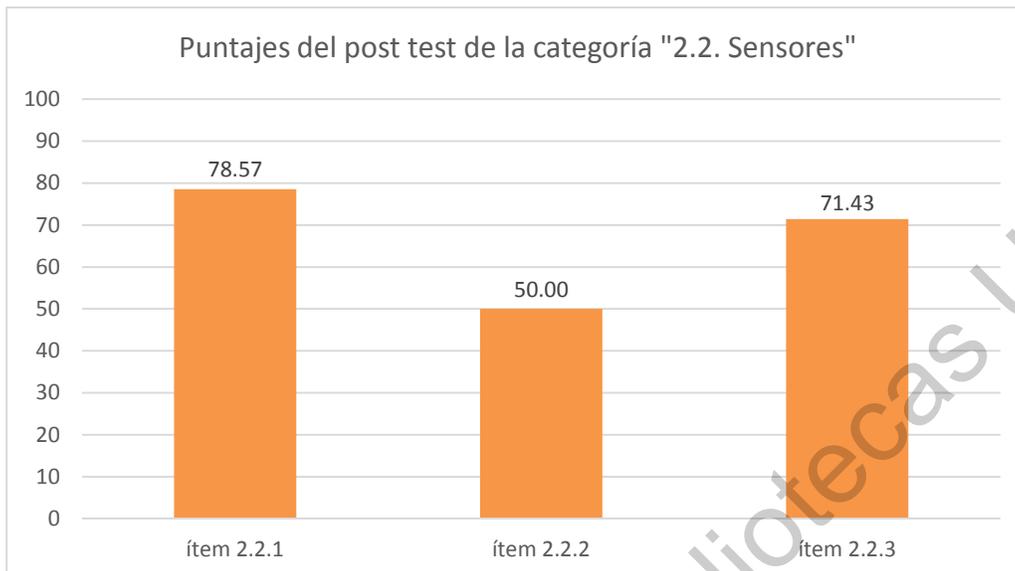


Figura 4.2.2.5 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría "2.2. Sensores" (Figura generada por el autor).

La categoría Elementos Básicos EV3, obtuvo los siguientes puntajes por ítem:

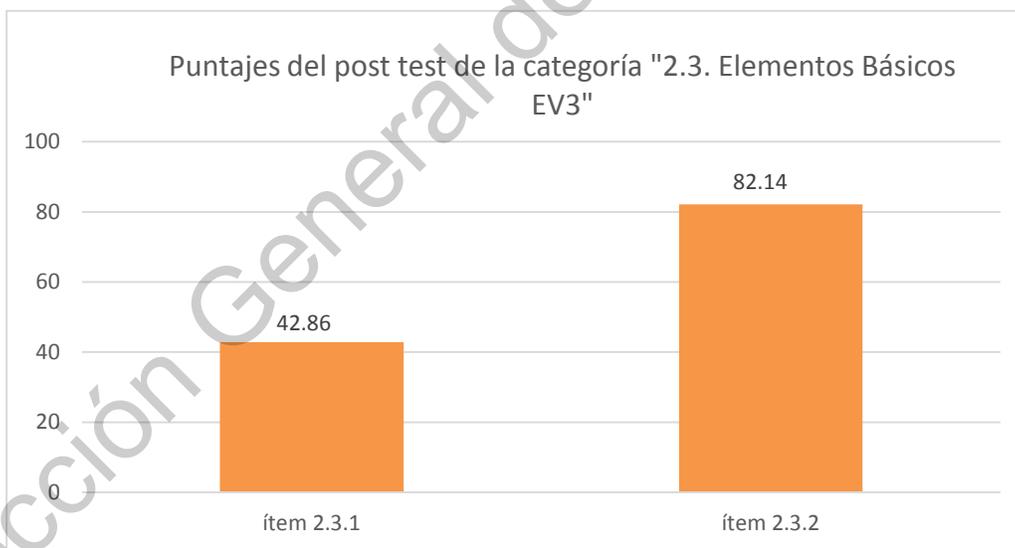


Figura 4.2.2.6 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría "2.3. Elementos Básicos EV3" (Figura generada por el autor).

La categoría Robótica, obtuvo los siguientes puntajes:

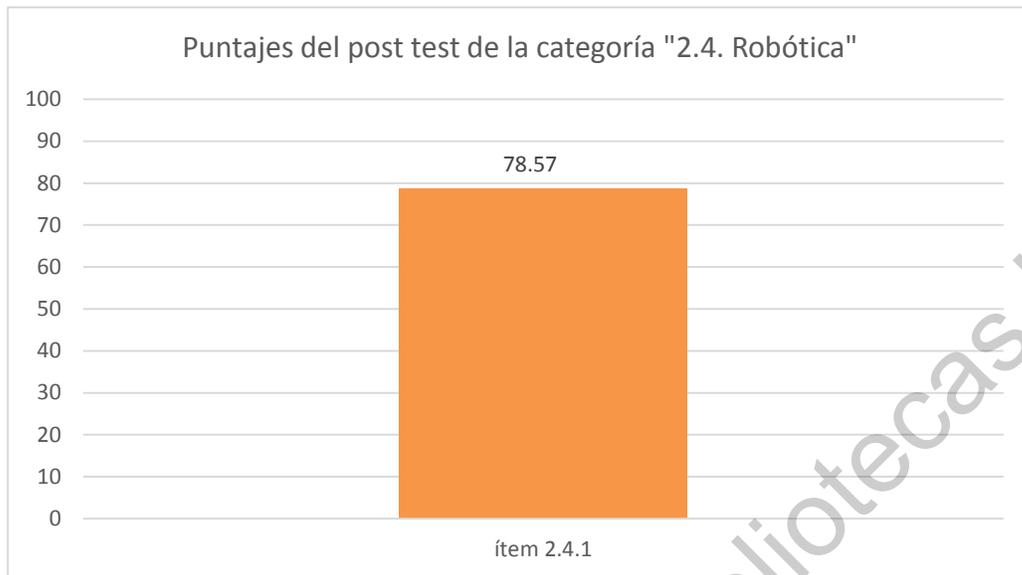


Figura 4.2.2.7 Puntajes obtenidos en el post test por reactivo de la categoría “2.4. Robótica” (Figura generada por el autor).

Se calculó el promedio por categorías del post test para ser comparado posteriormente con los resultados del pre test y analizar los resultados. Los resultados del post test se muestran en la siguiente gráfica:

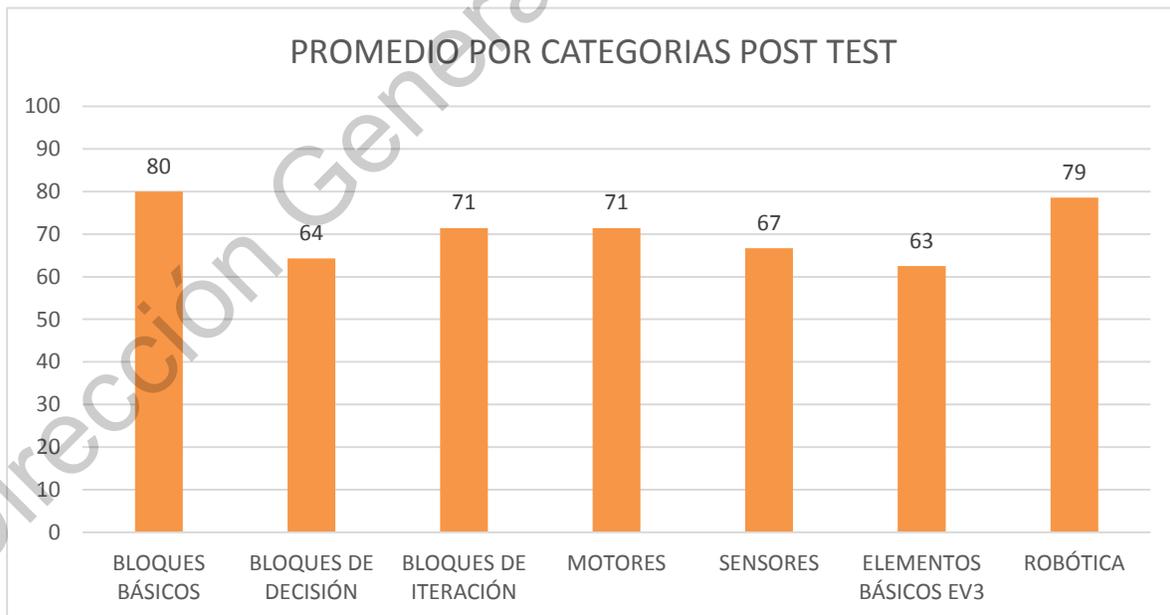


Figura 4.2.2.8 Promedio por categorías Post test (Figura generada por el autor).

En este instrumento también se obtuvo un promedio general de los 28 participantes de la investigación, el cual fue de 71.25 puntos considerando una escala del 0 al 100. Este promedio general se analizará más adelante y será útil para realizar la comparación entre el pre test y el post test.

4.2.3 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT

Este apartado muestra los resultados del cuestionario con escalamiento Likert, el cual buscaba medir las reacciones y percepciones de los participantes de la investigación y comprobar su sentir durante la investigación y el aprendizaje adquirido.

A continuación, se muestran las gráficas con los resultados obtenidos por categoría:

Se realizó un promedio por categoría de la escala quedando la categoría 1.1 Bloques Básicos de la siguiente manera:

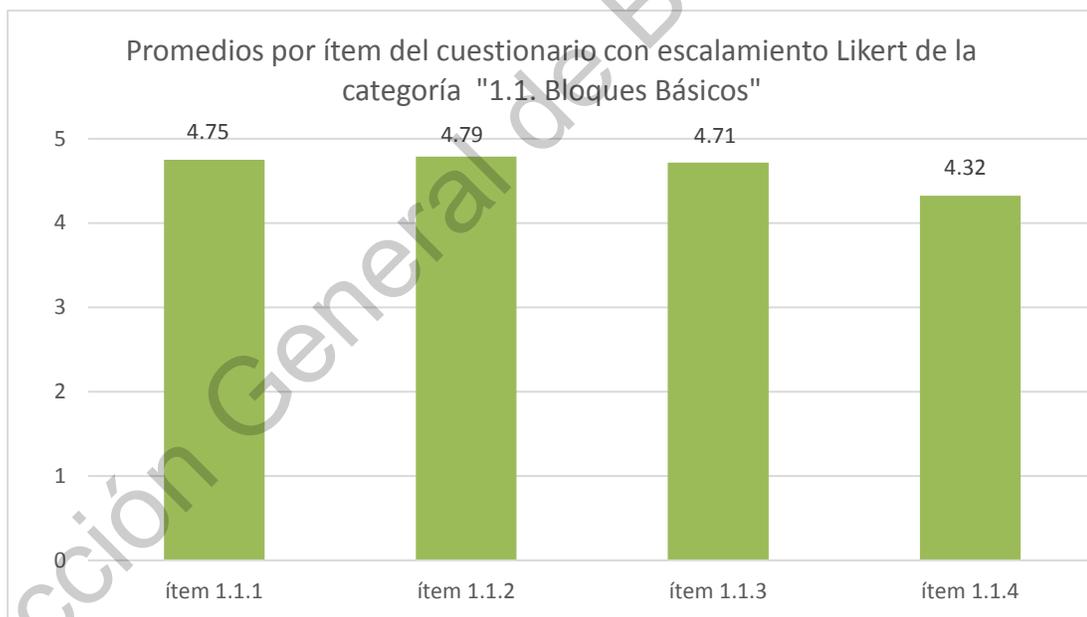


Figura 4.2.3.1 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "1.1. Bloques Básicos" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

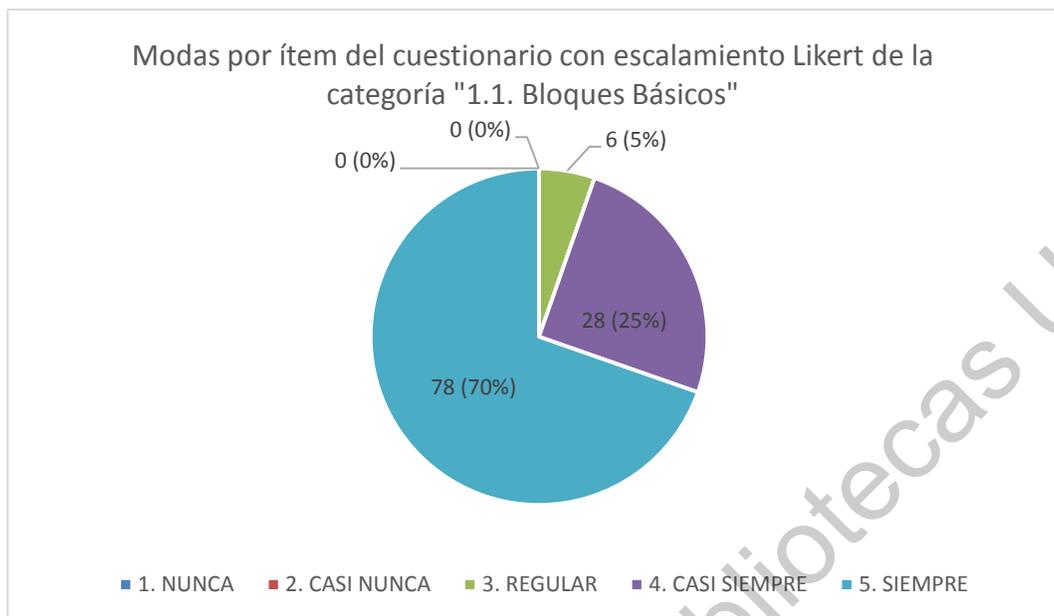


Figura 4.2.3.2 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "1.1. Bloques Básicos" (Figura generada por el autor).

La categoría "1.2. Variables" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

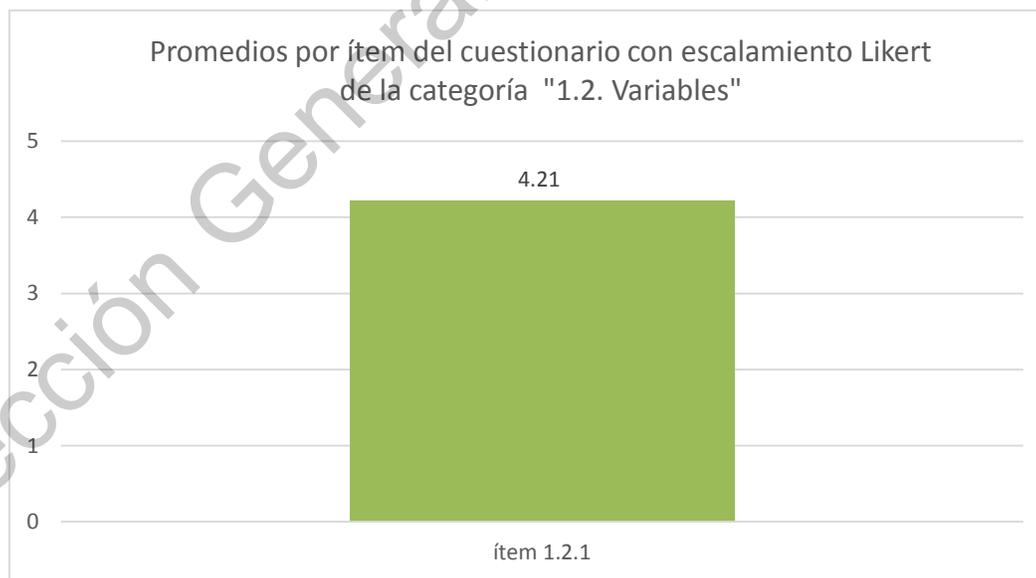


Figura 4.2.3.3 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "1.2. Variables" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

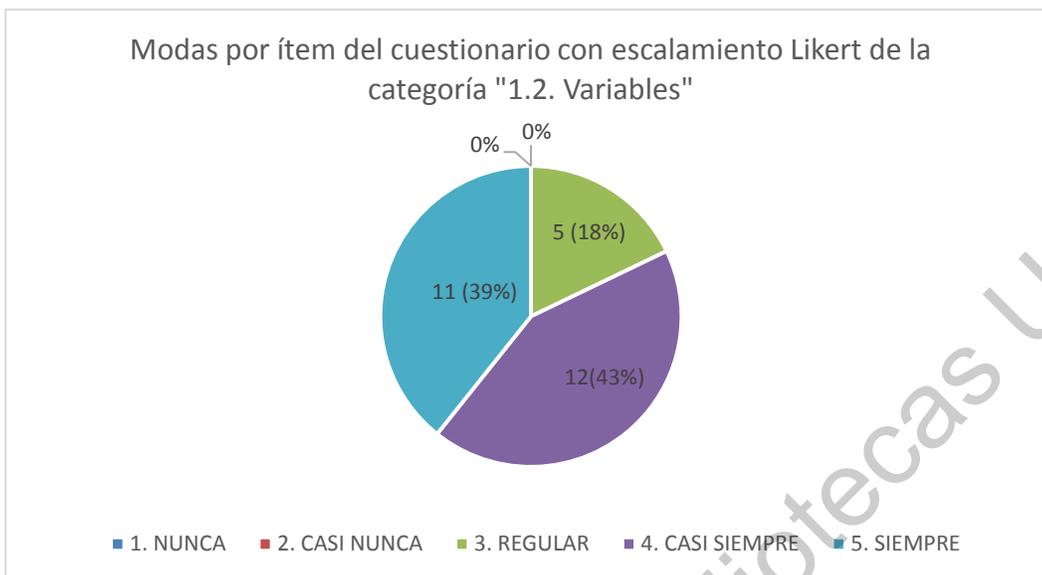


Figura 4.2.3.4 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "1.2. Variables" (Figura generada por el autor).

La categoría "1.3. Bloques de Decisión" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

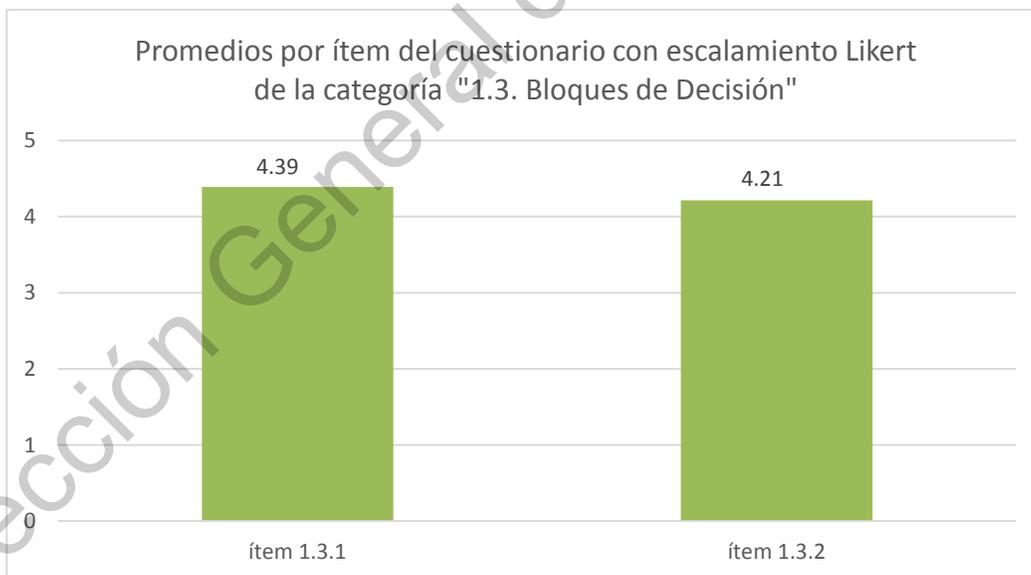


Figura 4.2.3.5 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "1.3. Bloques de Decisión" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

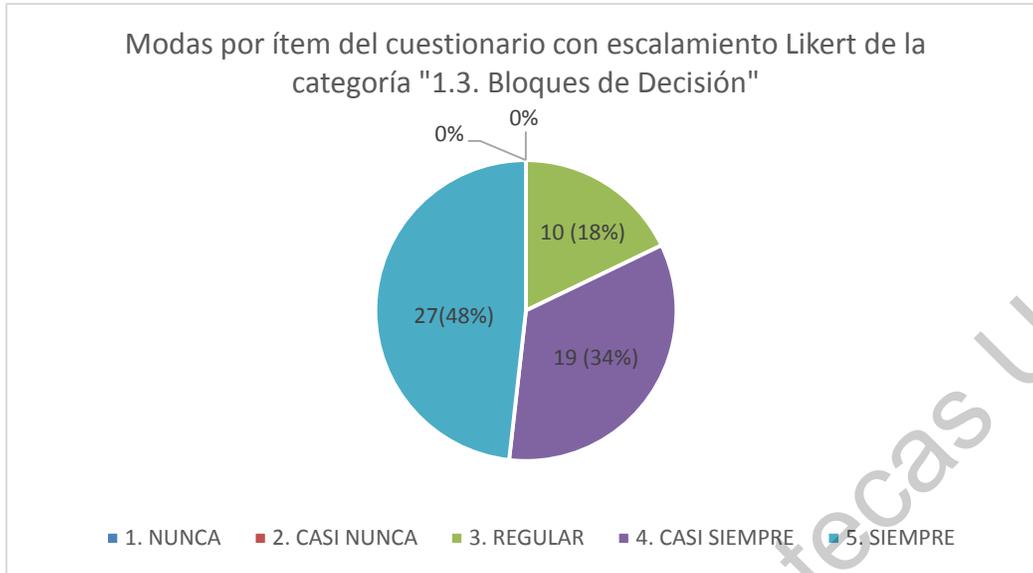


Figura 4.2.3.6 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "1.3. Bloques de Decisión" (Figura generada por el autor).

La categoría "1.4. Bloques de Iteración" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

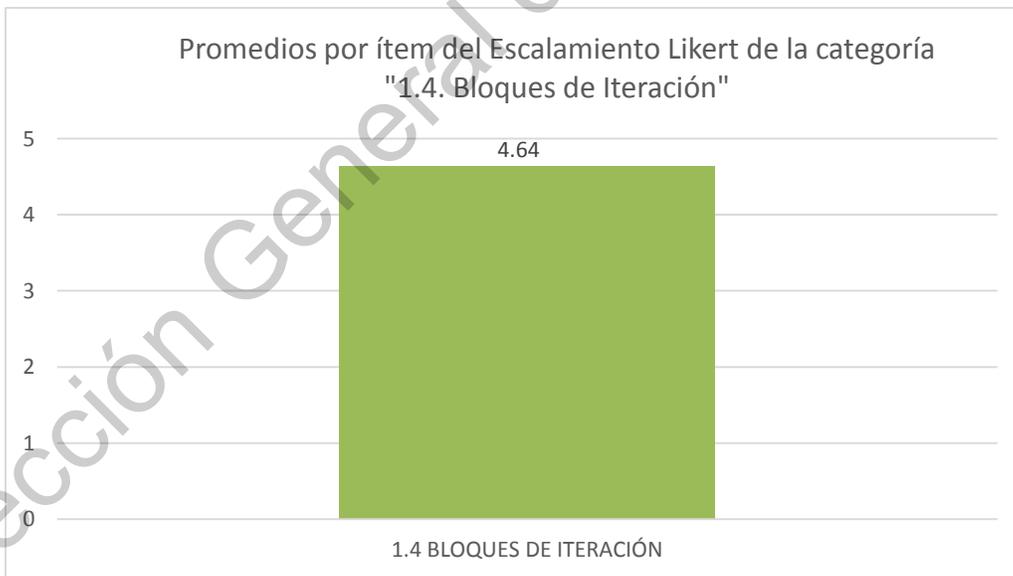


Figura 4.2.3.7 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "1.4. Bloques de Iteración" (Figura generada por el autor)

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

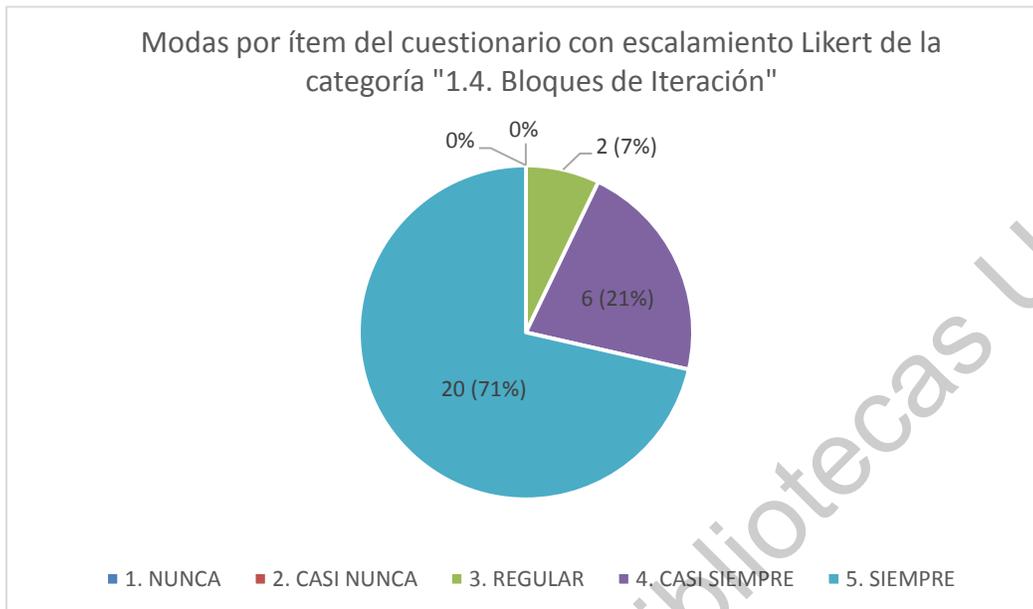


Figura 4.2.3.8 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "1.4. Bloques de Iteración" (Figura generada por el autor).

La categoría "1.5. Operadores relacionales" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

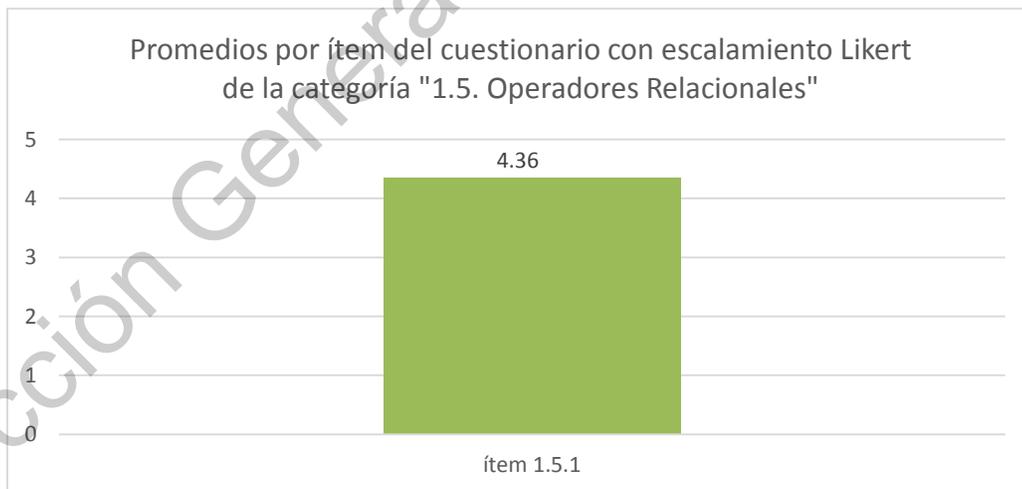


Figura 4.2.3.9 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "1.5. Operadores Relacionales" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

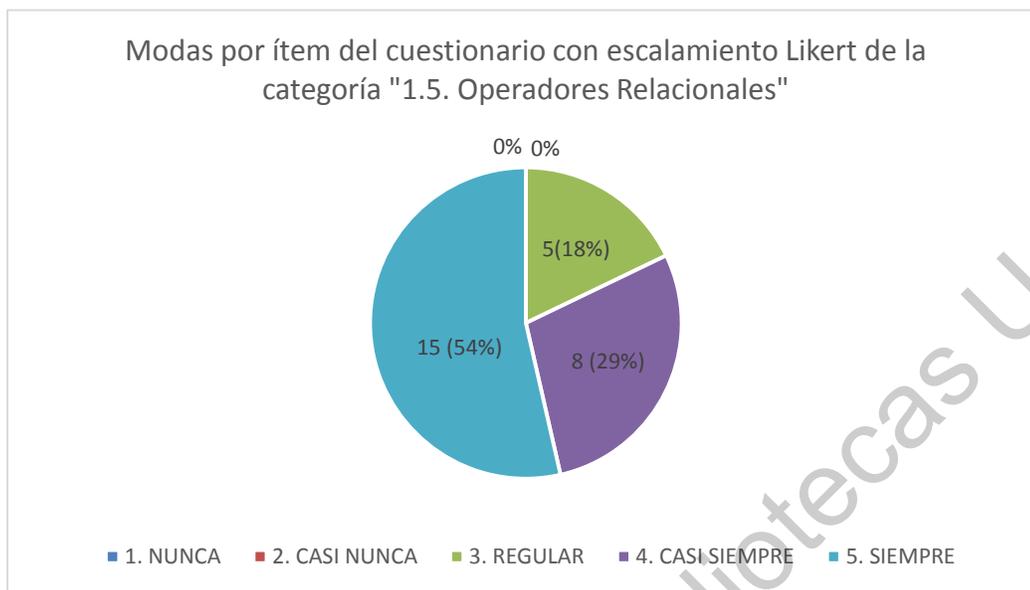


Figura 4.2.3.10 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "1.5. Operadores Relacionales" (Figura generada por el autor).

La categoría "2.1. Motores" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

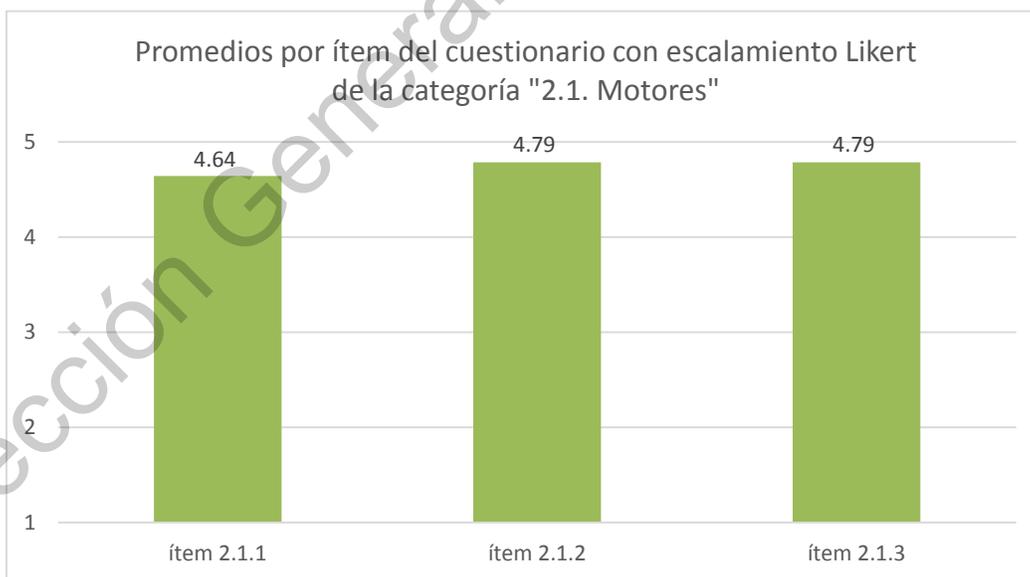


Figura 4.2.3.11 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "2.1. Motores" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

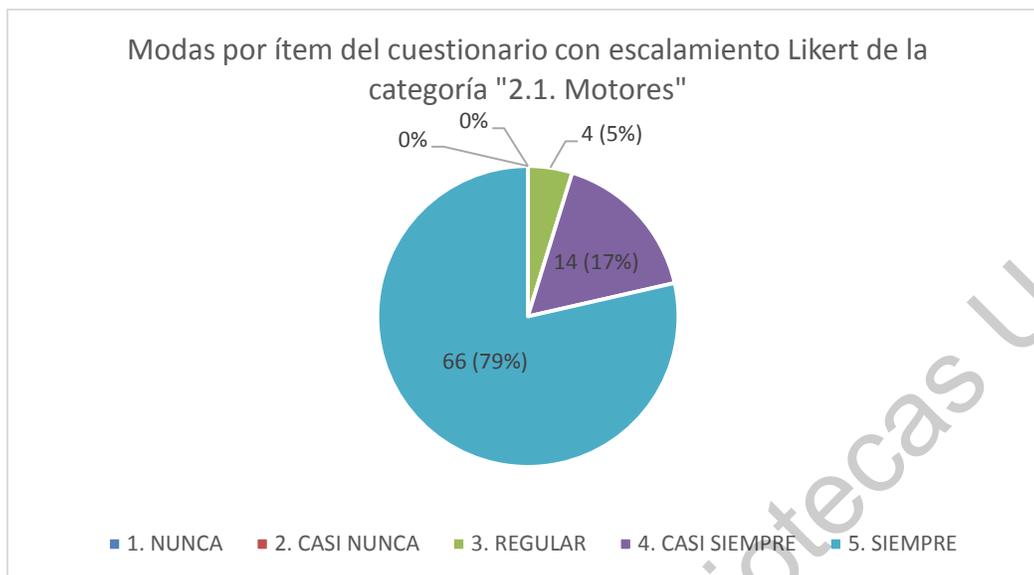


Figura 4.2.3.12 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "2.1 Motores" (Figura generada por el autor).

La categoría "2.2. Sensores" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

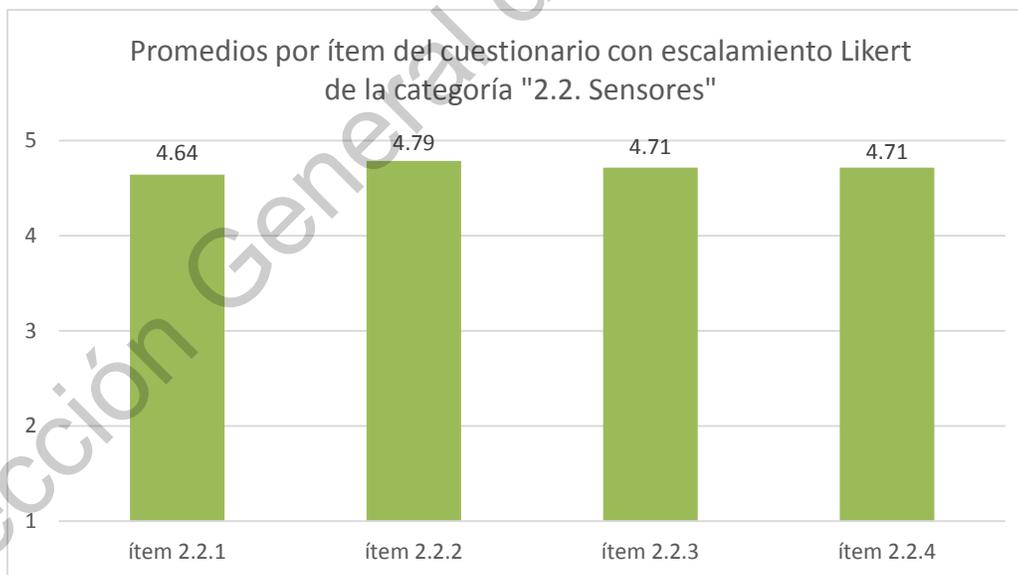


Figura 4.2.3.13 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "2.2. Sensores" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

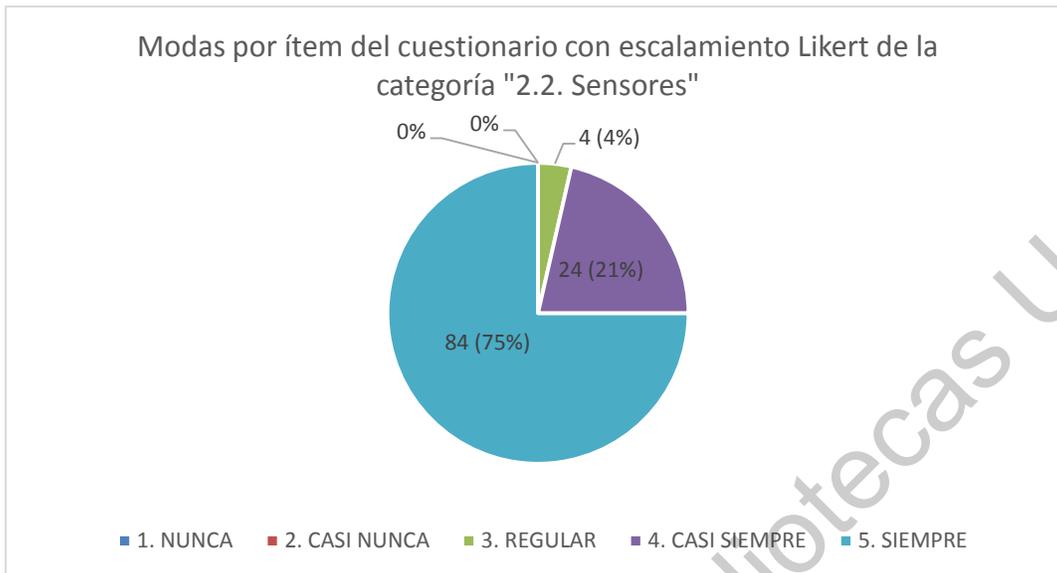


Figura 4.2.3.14 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "2.2. Sensores" (Figura generada por el autor).

La categoría "2.3. Programación" obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

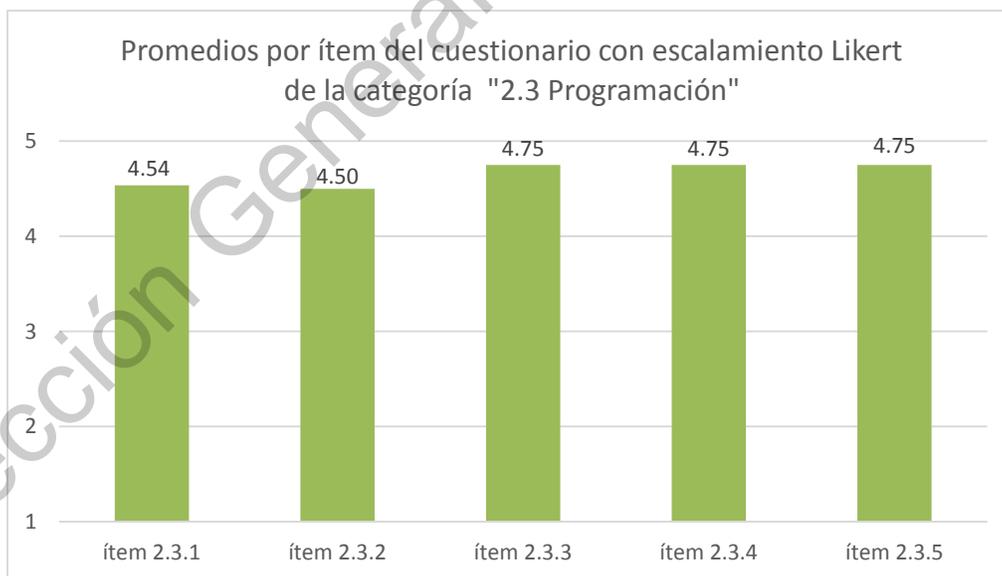


Figura 4.2.3. 15 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría "2.3. Programación" (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

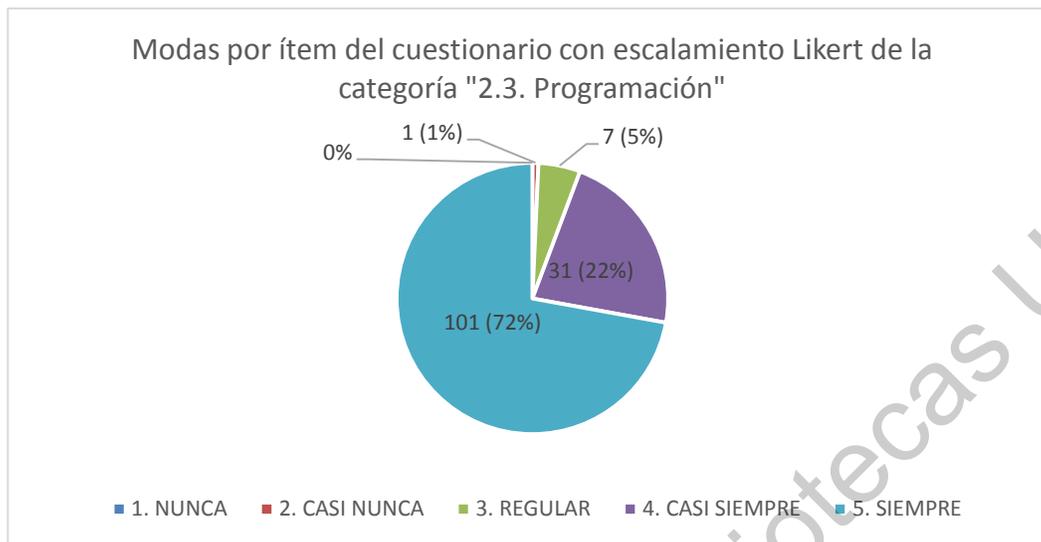


Figura 4.2.3.16 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “2.3. Programación” (Figura generada por el autor).

La categoría “2.4. Robótica con Lego Ev3” obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

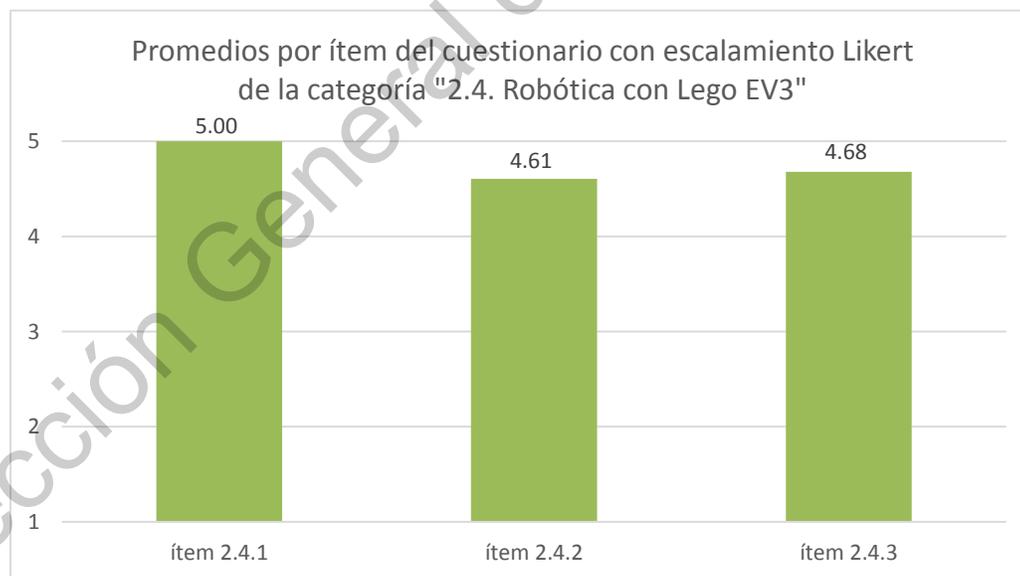


Figura 4.2.3.17 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “2.4. Robótica con Lego EV3” (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

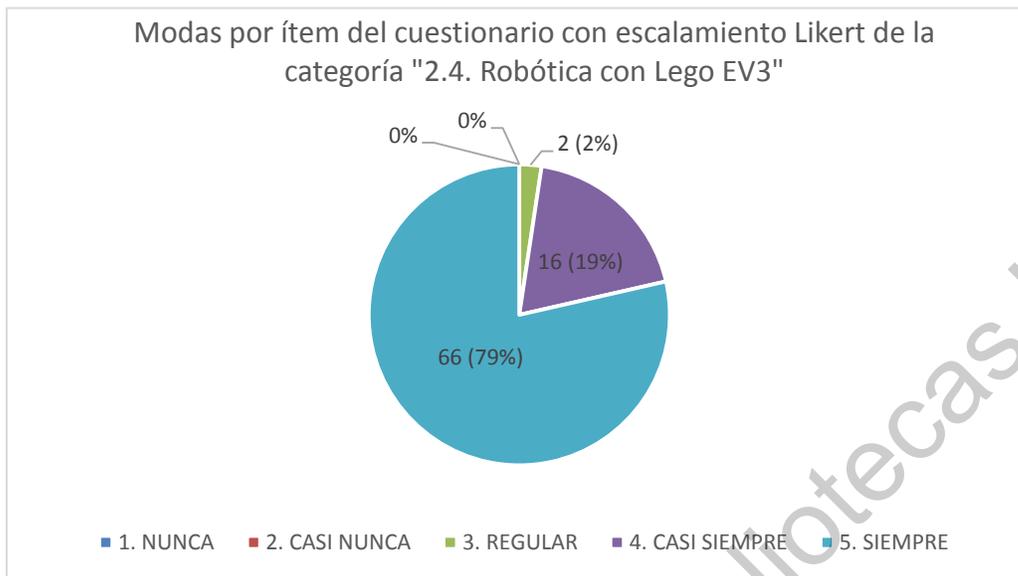


Figura 4.2.3.18 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría “2.4. Robótica con Lego EV3” (Figura generada por el autor).

La categoría “3.1. Personal” obtuvo el siguiente promedio de cada uno de los reactivos:

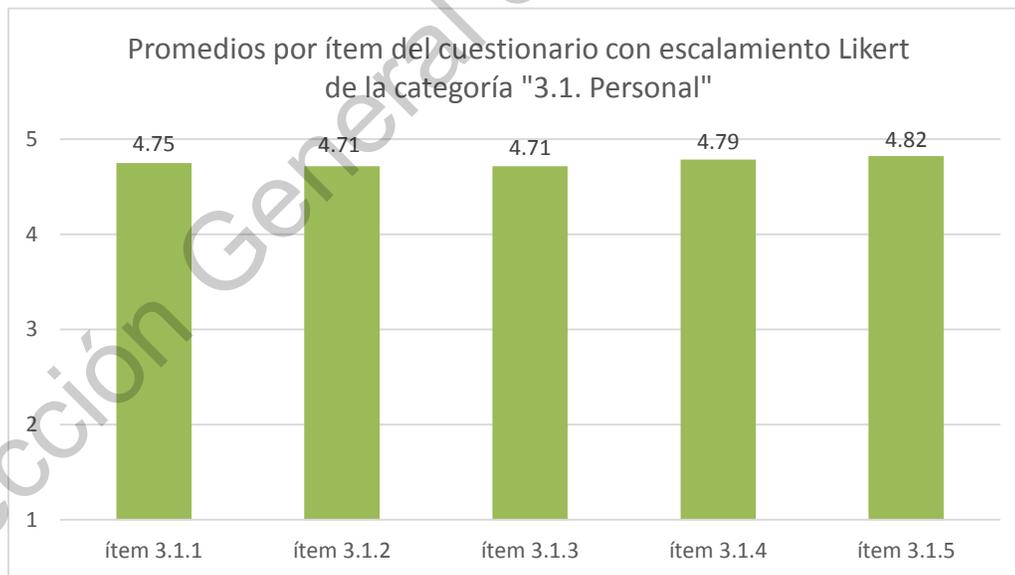


Figura 4.2.3.19 Promedios obtenidos en el cuestionario con escalamiento Likert en la categoría “3.1. Personal” (Figura generada por el autor).

Los resultados a nivel moda de la misma categoría son los siguientes:

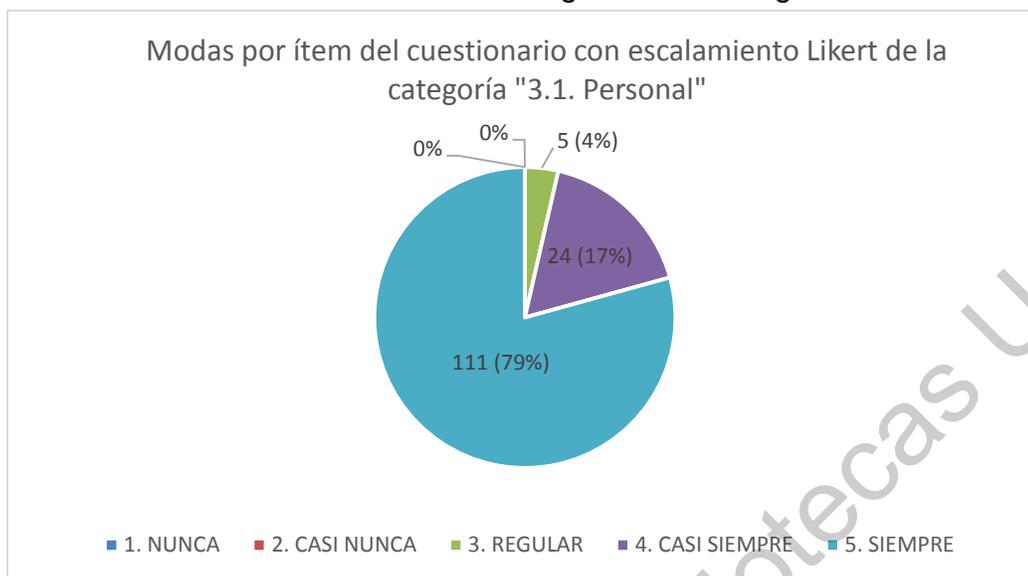


Figura 4.2.3.20 Modas obtenidas por reactivo del cuestionario con escalamiento Likert de la categoría "3.1. Personal" (Figura generada por el autor).

Se obtuvieron también los promedios por categoría de la escala de Likert para saber cuánta aproximación existía al número 5 que era el de mayor satisfacción en el curso. A continuación se muestran los resultados de este instrumento a nivel promedios por categoría:

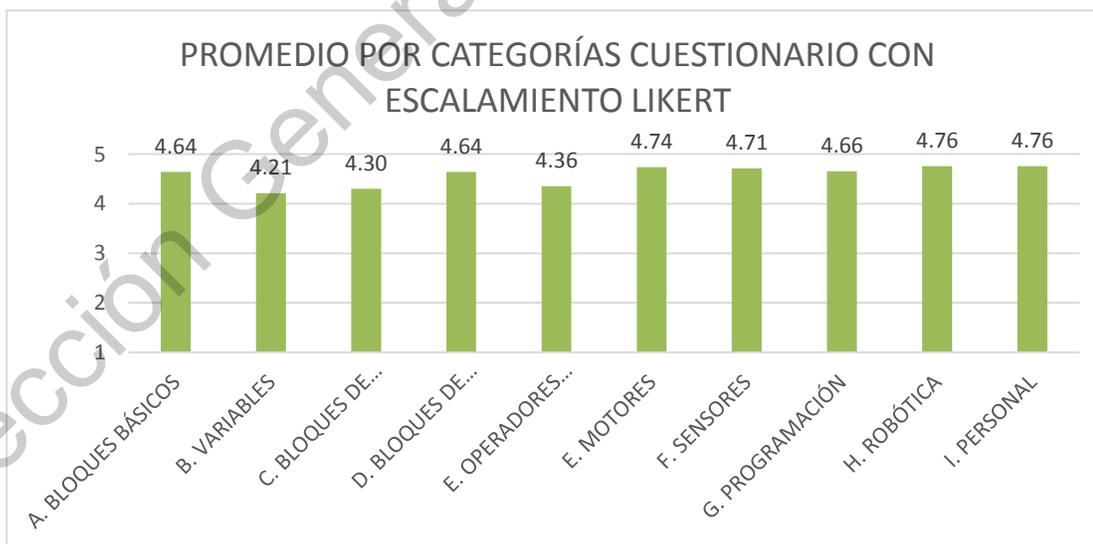


Figura 4.2.3.21 Promedio por categorías del cuestionario con escalamiento Likert (Figura generada por el autor).

Tomando en cuenta la moda de las categorías, se obtuvo la siguiente gráfica:

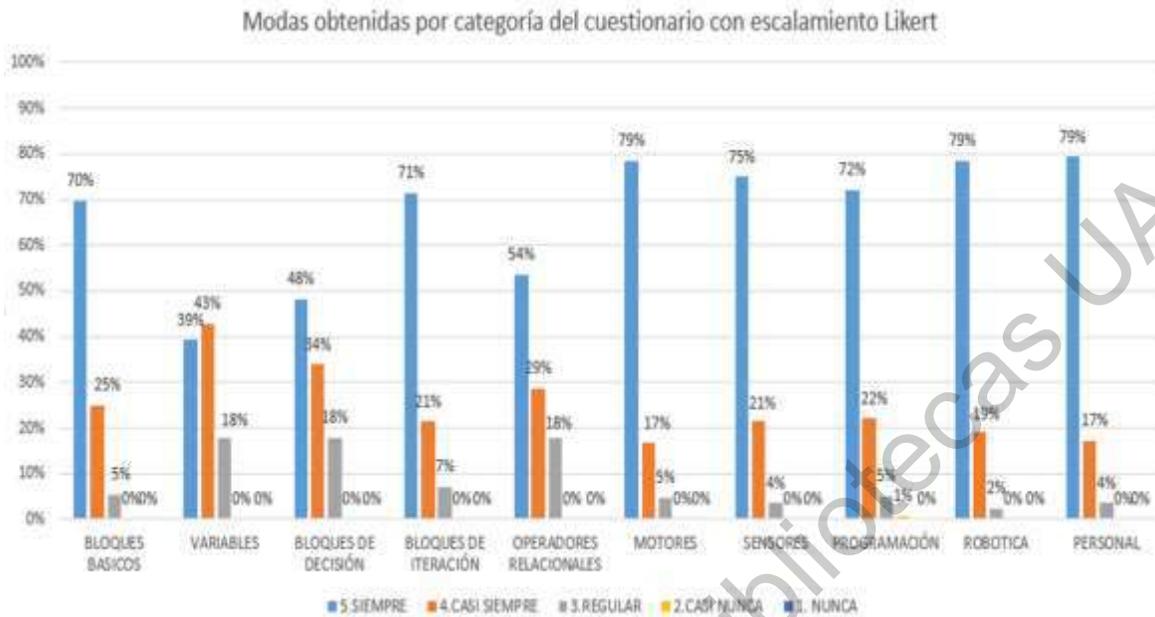


Figura 4.2.3.22 Modas por categorías del cuestionario con escalamiento Likert (Figura generada por el autor).

Se puede apreciar que la mayoría de las respuestas obtenidas por los participantes están enfocadas a la respuesta siempre, lo cuál se analizará más adelante para comprender la tendencia de la gráfica.

4.2.4 RESULTADOS DEL REGISTRO DESCRIPTIVO

El cuarto instrumento fue el registro descriptivo, el cuál permitió capturar detalles y apreciaciones que no se ven reflejadas en los instrumentos anteriores. Este registro solamente complementó la información de los demás instrumentos y permitió capturar las situaciones que se presentaron durante la intervención de la investigación.

Los diferentes indicadores de cada categoría presentada, se representan de la siguiente manera:

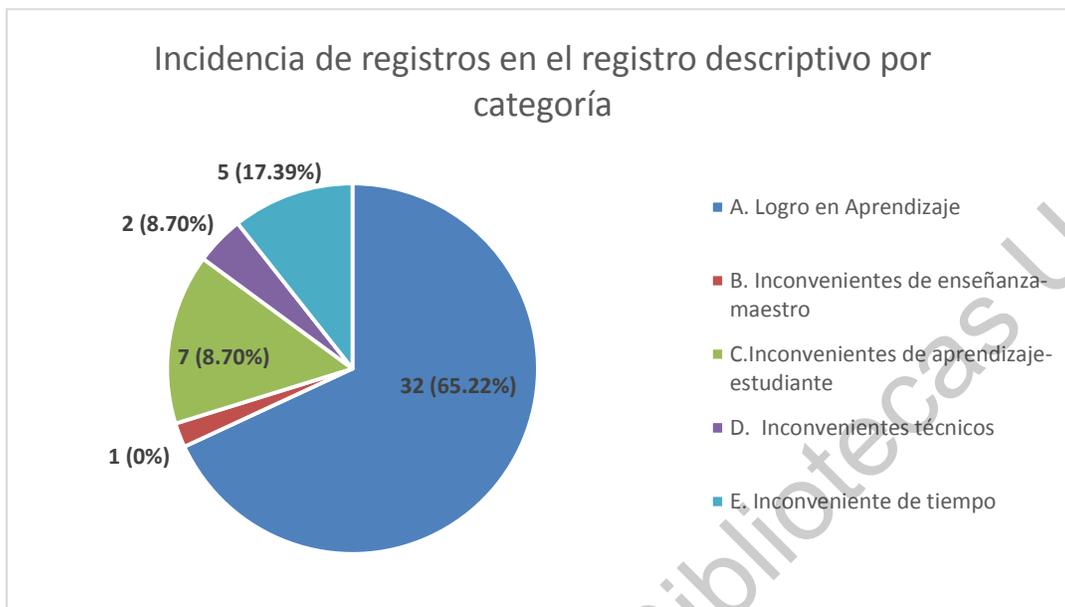


Figura 4.2.4.1 Incidencia de registros en el registro descriptivo por categoría (Figura generada por el autor).

El análisis completo de los instrumentos solamente se aplicó al pre tests, post test y al cuestionario con escalamiento Liker. El registro descriptivo sirvió para obtener datos complementarios y dar justificación a los resultados de los instrumentos anteriores.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestra el análisis de los resultados con la finalidad de comprobar si la hipótesis se cumplió y fue correcta la estrategia utilizada para el desarrollo de la investigación y si se logró el objetivo general planteado anteriormente, así como el cumplimiento de los objetivos específicos. Se analizan los diferentes instrumentos aplicados y se agrega al análisis una entrevista que surgió al final de la investigación, comprobando de esta manera si la metodología mixta utilizada fue la idónea para lograr el objetivo.

5.1 RESULTADOS PRE TEST Y POST TEST

La importancia de comparar ambos resultados era fundamental para determinar si había un incremento en el aprendizaje de los fundamentos de programación con el uso de robótica educativa y con esto poder dar una respuesta a la hipótesis formulada anteriormente y comprobar si el objetivo propuesto se había cumplido.

Se tomaron los resultados de ambos instrumentos aplicados tomando en cuenta a la muestra de 28 estudiantes de 5° grado de primaria cursando el ciclo escolar 2018-2019.

El resultado entre los instrumentos se muestra en la siguiente gráfica:

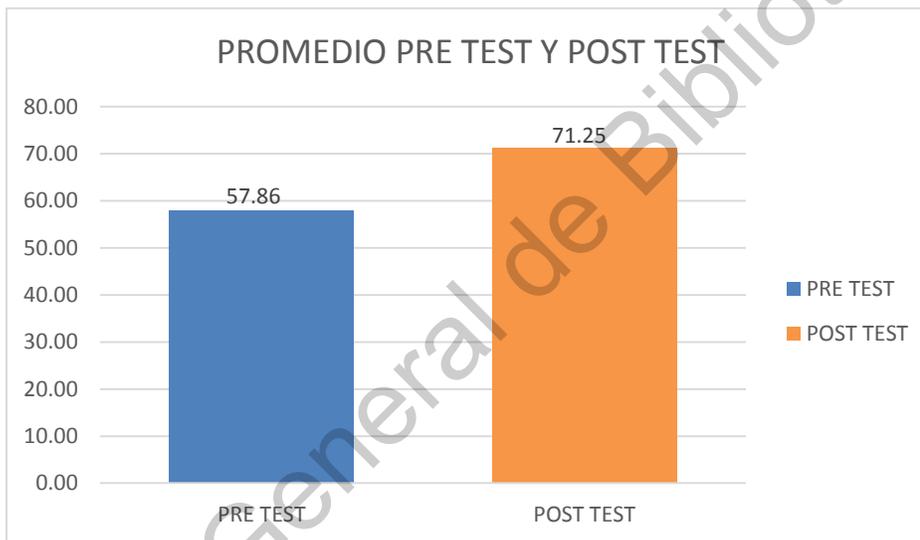


Figura 5.1.1 Diferencia de promedios generales entre el pre test y el post test
(Figura generada por el autor).

El resultado del pre test fue de 57.86 puntos y una vez aplicado el post test el resultado que se obtuvo fue de 71.25 puntos; esto nos da una diferencia de 13.39 puntos en la diferencia de promedios generada en la aplicación de ambos instrumentos.

Puntos obtenidos en el pre test	Puntos obtenidos en el post test	Diferencia de Puntaje
57.86	71.25	+13.39

Tabla 5.1.1 Diferencia de puntaje obtenida en el pre test y post test (Tabla generada por el autor).

La tabla anterior, nos muestra que realmente hubo un incremento en el conocimiento de los fundamentos de programación en los estudiantes de la investigación ya que se tuvo una diferencia de 13.39 puntos considerando una escala con valor de 0 a 100 puntos.

El incremento en el conocimiento de los fundamentos de programación permite decir que realmente se cumplió con el objetivo de la investigación y que la estrategia que se utilizó fue positiva para lograr que los estudiantes aprendieran a programar de una manera que les resultara novedosa y diferente.

Para comprobar la hipótesis sobre el incremento en el aprendizaje entre el pre test y el post test se validó la información utilizando la prueba T de Student, la cual arrojó como resultado 0.00000493219 lo cual indica que si hubo una diferencia significativa en los promedios del pre test y el post test, pues el valor obtenido fue inferior al 5%. La fórmula de T de Student fue aplicada en Microsoft Excel, comprobando los resultados obtenidos con las aplicaciones estadísticas de SPSS y Mini-Tab.

Considerando un intervalo de confianza del 95%, y teniendo la hipótesis nula (H_0) de que no hay diferencia significativa entre el pre test y el post test, y la hipótesis alternativa (H_a) de que si existe una diferencia entre ambos instrumentos. Por el resultado obtenido en la prueba T de Student se cumple la hipótesis alternativa.

De esta forma también queda comprobada la hipótesis de la investigación, la cual sugería que “la implementación de la robótica educativa con LEGO Mindstorms EV3 mediante un diseño didáctico permitirá a los estudiantes adquirir los conocimientos

básicos de los fundamentos de programación” debido a los resultados obtenidos en los instrumentos.

Así mismo, se obtuvo un promedio general de las categorías evaluadas en el pre test y el pos test. Los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

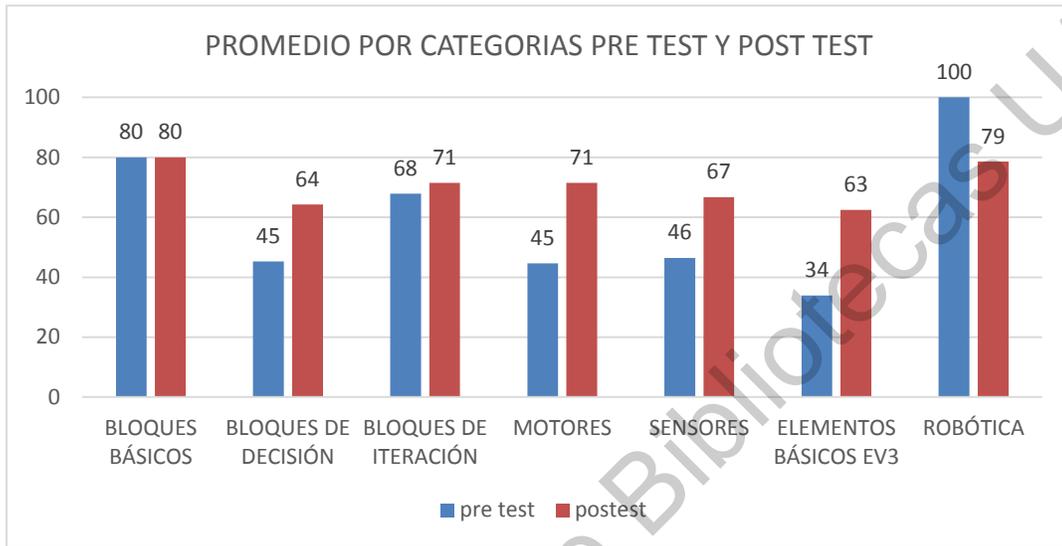


Figura 5.1.2 Promedio por categorías del pre test y el post test (Figura generada por el autor).

De las 7 categorías evaluadas se obtuvieron incrementos en los resultados en 5 de éstas, 1 categoría quedó igual y solamente 1 bajó su resultado, a continuación, se detalla la obtención de los promedios por categoría:

Categoría	Promedio Pretest	Promedio Posttest	Diferencia	Comentarios
Bloques Básicos	80	80	0 pts.	Al haber visto anteriormente el tema, lo recordaron con facilidad y al utilizarlo comprendían qué y cómo hacerlo.
Bloques de decisión	45	64	19 pts.	Comprendieron cómo se utilizan y cuál es su función.

Bloques de Iteración	68	71	3 pts.	El aumento de la puntuación no fue tan significativo debido a que el tema les resultaba un poco confuso, había que explicarlo de diferentes maneras y con diferentes ejemplos.
Motores	45	71	26 pts.	Se comprendió bien el tema y entre los estudiantes hacían comentarios de la velocidad y rotación de los motores.
Sensores	46	67	21 pts.	Tanto el armado como la programación fueron fáciles de explicar y los resultados obtenidos fueron satisfactorios.
Elementos Básicos EV3	34	63	29 pts.	Se comprendieron los elementos básicos y los estudiantes sabían dónde localizar los diferentes elementos para llevar a cabo la programación del robot.
Robótica	100	79	-21 pts.	Al contestar el pos test se les solicitó realizar un dibujo realista de un robot y algunos de los estudiantes decidieron hacer caso omiso a la indicación. Estaban cansados del tema y querían salir a recreo.

Fue la única categoría que bajó su puntuación comparada con el resto.

Tabla 5.1.2 Datos obtenidos de la diferencia del pretest y el postest (Tabla generada por el autor).

De la tabla anterior, se podría decir que realmente hubo un aprendizaje en los participantes de la investigación, disfrutaron aprendiendo y lograron el objetivo general así como confirmar la hipótesis.

Algunos temas no aumentaron tanto el nivel de puntuación debido a que son temas complejos para su edad, como las variables y los bloques de iteración los cuáles fueron donde el nivel no aumentó tan significativamente. Podría mejorarse la manera de explicarlos y verificar si de esta manera pudiesen entenderlos mejor y llevarlos a la práctica en un futuro.

El tema de robótica con LEGO Mindstorms EV3 cumplió con el objetivo, la estrategia didáctica fue adecuada y los participantes mostraron gran interés por aprender a programar los robots pues obtenían un significado a lo que estaban realizando.

5.2 ANALISIS DE RESULTADOS DEL CUESTIONARIO CON ESCALAMIENTO LIKERT.

En la escala de Likert de las 10 categorías todas superan los 4 puntos, considerando que era una escala del 1 al 5, lo cual se puede considerar bueno.

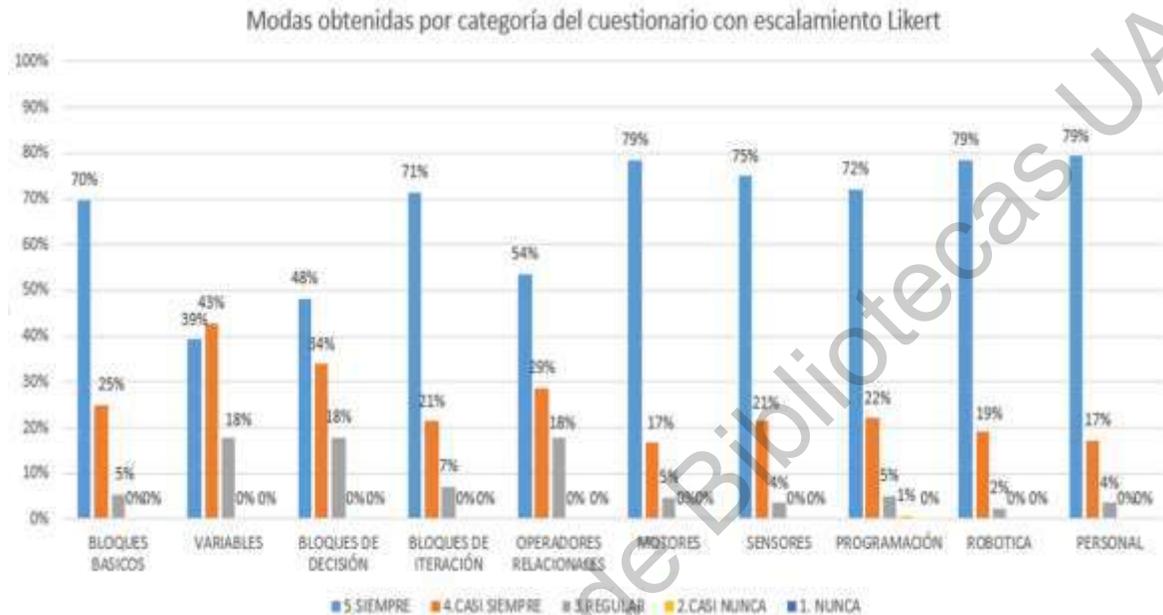


Figura 5.2.1 Diferencia de promedios generales entre el pre test y el post test (Figura generada por el autor).

De estas 10 categorías 7 obtuvieron más de 4.5 en promedio, lo cual demuestra que la percepción de los estudiantes fue realmente buena y que consideran que realmente existió un aprendizaje de los fundamentos de programación con el uso de LEGO EV3 durante las sesiones que duró la investigación.

En la categoría personal de la misma escala, se obtuvo un promedio de 4.76 puntos; ésta, analizaba el sentir de los estudiantes durante la aplicación de la investigación y si habían o no aprendido sobre los fundamentos de programación con el uso del material de LEGO Mindstorms EV3, si los temas les parecían interesantes y si los ejercicios propuestos les habían ayudado a aprender los fundamentos de programación, al ser el promedio más elevado se puede demostrar que el sentir de

los estudiantes fue positivo y realmente sintieron que aprendieron durante la investigación.

5.3 ANÁLISIS DEL REGISTRO DESCRIPTIVO

En el registro descriptivo se buscaba obtener información cualitativa, ya que a partir de la metodología mixta, la investigadora buscaba obtener datos que permitieran analizar las categorías derivadas de dicho registro. Se encontraron algunas categorías, las cuales enriquecieron la investigación. La tabla que se presenta a continuación, muestra observaciones que surgieron de las diferentes categorías, tomando en cuenta a los 28 participantes de la investigación:

CATEGORÍA	LOGRO OBSERVADO
Programación	<p>Algunos alumnos lograron el auto-aprendizaje ya que de manera autónoma encontraron cómo poner caras y figuras al programar el cerebro del robot.</p> <p>Algunos estudiantes no quieren ayuda, prefieren observar en qué se equivocaron durante la programación del robot y buscar la solución al problema.</p> <p>Un alumno propuso crear un Loop al igual que en Scratch, ya que para hacer un cuadrado era necesario repetir lo mismo 4 veces. Encontró el bloque, lo probó y resolvió el reto.</p> <p>De los 28 participantes solamente 1 estudiante (7.69%) comentó su dificultad para programar ya que ella se consideraba más artística.</p> <p>Las alumnas propusieron ponerle un nombre al robot para poder identificarlo más fácilmente, además comentaron tener cariño hacia sus robots pues una vez programados, éstos las obedecen.</p>
Armado de Robots	<p>Todos los equipos (100%) lograron armar el robot base, agregar sensores y seguir instrucciones de armado. El tiempo era insuficiente para ello ya que querían armar por más tiempo, sin</p>

embargo, después de un par de sesiones lograron terminarlo para poder realizar la programación del mismo.

Motores

Un estudiante, explica a los demás que todos los movimientos para lograr el reto final están en la velocidad del motor, todo lo que hagan con el motor tendrá un significado y de esa manera su robot podrá avanzar como ellos le indiquen.

Sensores

El 90% se muestra interesado en la reacción del sensor ultrasónico, comprenden cómo funciona y un estudiante comenta que este tipo de sensores funciona “antes de chocar con las cosas”.

Los estudiantes deciden trabajar con el sensor ultrasónico para poder detener al robot cuando el sensor vea un cubo de colores, de esta manera tendrán tiempo para cambiar de lugar en la presentación que realizaron y cambiar al siguiente programa.

Pensamiento Lógico

Durante el reto de hacer una línea recta, algunos estudiantes estaban pensando cómo hacer para que avanzara 6 cuadros (del piso) y dos estudiantes comentaron:

Estudiante 1: “si avanza medio cuadro con una rotación, necesita 2 rotaciones por cuadro y si quieren que avance 10 cuadros pues solo multipliquen, 10×2 , ¿ven? Ya les di la respuesta”

Estudiante 2: “1 rotación abarca medio cuadrado, si queremos que avance 10 cuadros necesitamos 20 rotaciones por que 1 cuadro nos da 2 rotaciones y 2×10 son 20, así de fácil”.

Tabla 5.3.1 Tabla de categorías en el registro descriptivo (Tabla generada por el autor).

Al analizar el registro descriptivo la investigadora se encuentra en desacuerdo con un punto de los resultados del Test de Pensamiento computacional (Román, M., 2015), quien en sus resultados menciona que:

“las chicas muestran significativamente menor confianza que los chicos sobre su respuesta al test. Esta débil percepción de autoeficacia en

tareas relacionadas con el PC podría afectar negativamente a las chicas al afrontar el aprendizaje de la programación, y podría disuadirlas de elecciones académicas y profesionales vinculadas a la informática”.

En el caso de esta investigación, las chicas estuvieron muy receptivas, interesadas en aprender programación utilizando LEGO EV3 como estrategia didáctica y en ocasiones repetidas eran ellas las que daban respuestas a los compañeros que tenían dudas. El objetivo de la investigación no se basaba en un estudio de género, ni se busca crear controversia sobre lo mismo, sin embargo al compararlo con los resultados del test del autor antes mencionado el investigador consideró importante hacer alusión al tema.

5.4 OTRAS CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS

Además de realizar los instrumentos anteriormente mencionados, la investigadora consideró útil realizar una entrevista a los participantes de la investigación, con la finalidad de escuchar sus opiniones y puntos de vista sobre lo aprendido y sobre las sesiones de robótica.

Al concluir la investigación se realizó una entrevista con preguntas abiertas a los estudiantes. Dicha entrevista, se realizó solamente para recabar información extra sobre el aprendizaje de los estudiantes y obtener respuestas cualitativas para poder analizarlas y complementar los resultados de la investigación.

La entrevista fue grabada y de acuerdo a los comentarios de los estudiantes se muestra a continuación las respuestas más frecuentes a dichas preguntas:

Comentarios Rescatados de la entrevista
--

“Todos trabajamos por parejas”, “entre compañeros nos ayudábamos y tratábamos de que todos tuviéramos lo mismo y que todos estuviéramos bien” (Carmen, 11 años).

“En Scratch vimos estructuras de decisión, no fue difícil, quedó claro” (Mauricio, 11 años).

Vieron estructuras de iteración (siempre, repetir), ¿quedó claro para qué sirven y el concepto? “Si” (todos los alumnos de 5° grado).

También vieron variables, ¿les quedó claro qué son y para qué sirven? “El concepto de variables quedó más o menos claro, por que te confundías con los signos” (Emiliano, 11 años) “A veces no sabías qué poner” (Mauricio, 1 años) o no sabías para qué servía” (Emiliano, 11 años).

El concepto de los operadores relacionales ¿quedó claro? “Si” (todos los alumnos de 5° grado).
¿Le encontraron una relación con su clase de matemáticas? “Si” (todos los alumnos de 5° grado).
¿Dónde fue más fácil, en matemáticas o en Scratch? 5 estudiantes (38.46%) respondió que en matemáticas y el resto (61.54%) dijo que en Scratch.

Tabla 5.4.1 Comentarios de entrevista para la obtención de datos cualitativos
(Tabla generada por el autor).

En los datos cualitativos obtenidos en la investigación (tanto en el registro descriptivo como en la entrevista), se puede comprobar que las estudiantes han adquirido seguridad al manejar robots de LEGO EV3 como estrategia didáctica para aprender los fundamentos de programación, se observó que las estudiantes ofrecían respuestas correctas a sus compañeros, intercambiaban opiniones y se sentían confiadas del trabajo que realizaron.

Tanto el registro descriptivo como la entrevista, se relacionan con los resultados cuantitativos obtenidos en los diferentes instrumentos aplicados, esto permite a la investigadora asumir de manera positiva el objetivo de la investigación y comprobar el cumplimiento de la hipótesis satisfactoriamente.

Con esta investigación, se puede comprobar también que lo mencionado anteriormente por Wing (2008) y Valverde, Fernández y Garrido (2015), sobre Pensamiento Computacional es cierto, ya que si desde la infancia se comienza a desarrollar, los niños y niñas llegan a resolver problemas lógico-matemático, de la vida real y logran pensar de manera más organizada.

6. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

El uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación están generando grandes cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Esto queda demostrado al implementar nuevas estrategias didácticas como Scratch y la Robótica Educativa para que los estudiantes sean capaces de comprender de una manera diferente la relación que tienen estos diferentes programas con las materias escolares.

La relación que tiene la robótica educativa con la metodología STEM hace que el alumno pueda aprender sobre diversos temas como electrónica, física, tecnología, matemáticas, etc. con un solo método, lo cual potencia las habilidades de los estudiantes y hace más emocionante el trabajo del docente. Los estudiantes a través de la robótica educativa son capaces de desarrollar el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas, esto hace que a través de un material didáctico elegido adecuadamente al nivel de los estudiantes, éstos se motiven por aprender de una manera innovadora y que refleje su aprendizaje a futuro.

En esta investigación se pretendió demostrar como a través de la robótica educativa, los estudiantes de quinto grado de primaria podían adquirir los conocimientos básicos de programación y de ésta manera desarrollar el Pensamiento Computacional que a sugerencia de la creadora del término debe comenzar a desarrollarse desde temprana edad para construir una base sólida que en un futuro les permita resolver problemas de manera organizada y sistémica.

El objetivo así como la hipótesis de esta investigación se cumplieron de manera satisfactoria, permitiendo al estudiante aprender fundamentos de programación a través de la robótica educativa, lo cual significa una satisfacción personal y profesional para la investigadora en su papel de docente en su trabajo con los sujetos de la investigación.

Se demostró con la aplicación del pre test y post test que realmente hubo un avance significativo de +13.39 puntos entre un instrumento y otro en cuanto al aprendizaje de los fundamentos de programación al utilizar los materiales de LEGO Mindstorms EV3, lo cual permitió a la investigadora observar que los estudiantes realmente aprendieron después de las sesiones impartidas.

El escalamiento Likert pudo demostrar que los estudiantes disfrutaron aprendiendo de una manera diferente diversos conceptos matemáticos como variables, constantes, operadores matemáticos, operadores lógicos, etc., los comentarios de los estudiantes fueron muy positivos en cuanto al desarrollo de las sesiones y la manera en que éstas fueron impartidas. Expresaron su gusto por seguir aprendiendo robótica, la facilidad de haber adquirido conocimientos de Scratch de una manera divertida y amena, lo cual lleva a la investigadora a concluir que realmente son herramientas digitales valiosas para las nuevas generaciones que están deseosos por aprender de una manera diferente.

Tanto el registro descriptivo como la entrevista fueron valiosas para conocer en voz de los estudiantes qué aprendizajes habían adquirido y cuáles resultaban más complejos, de esta manera se puede retomar el diseño didáctico y adaptarlo para que los temas complejos se elaboren de manera diferente para que los estudiantes puedan comprenderlos de mejor manera.

La investigación demuestra cómo a través de la robótica educativa los estudiantes logran generar el autoaprendizaje, motivándolos a indagar, buscar soluciones, trabajar colaborativamente y obtener las respuestas necesarias a los problemas que se pueden enfrentar en la vida cotidiana programando a través de un robot estas diversas soluciones.

El resultado de esta investigación fue tan satisfactorio y se vieron resultados muy positivos que para el ciclo escolar 2019-2020 se adquirieron más sets de LEGO Education diferentes (wedo 2.0 y máquinas simples) para la población estudiantil de primaria a preparatoria, estos sets son ahora programables desde dispositivos móviles como las iPads las cuáles fueron adquiridas por el colegio Marcelina para

facilita la movilidad de los estudiantes al programar los robots en el laboratorio de robótica. Se adquirieron sets de Arduino para los estudiantes de preparatoria interesados en cursar una carrera universitaria enfocada en las ciencias, ingeniería, matemáticas, tecnología, etc.

Se introdujo la materia de robótica educativa a la curricula desde primero de primaria hasta sexto semestre de preparatoria y se designó un laboratorio dedicado exclusivamente a la enseñanza de la robótica en el colegio Marcelina en el que se imparten las clases curriculares de robótica y extra curriculares de la misma.

Por primera vez el colegio participó en un concurso de robótica representado por niños de 7-10 años, los cuales pudieron demostrar sus habilidades y conocimientos de robótica adquiridos en lo que va del ciclo escolar.

Se pretende seguir formando a los estudiantes en esta área de robótica para obtener los beneficios y las bondades que ésta ofrece, para poder desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para ser competitivos en el futuro y ser capaces de resolver los problemas que se les presenten ya sea en la vida cotidiana, en su trayecto formativo o en la vida profesional.

7. REFERENCIAS

- Acuña, A. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: Lecciones aprendidas. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13 (3), 6-27. Recuperado el 15 de febrero de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201024652001.pdf>
- American Psychological Association. (2018) Principios Éticos de los Psicólogos y Código de Conducta. Recuperado el 25 de mayo de: <http://www.apa.org/ethics/code/>
- Badilla, E., & Chacón, A. (2004). Construccinismo: Objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 4 (1), 0. Recuperado el 22 de marzo de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/447/44740104.pdf>
- Bebras, Computing Challenge, 2019, USA, Recuperado el 07 de enero de 2019 del sitio web: <http://bebraschallenge.org/>
- Benito, M., García, F., Romo, J., & Portillo, J. (2007). Nativos digitales y modelos de aprendizaje. Recuperado el 2 de junio de 2018 de: <https://www.businessintelligence.info/assets/varios/nativos-digitales.pdf>
- Blikstein, P. (2013) Seymour Papert's Legacy: Thinking About Learning, and Learning About Thinking. Transformative Learning Technologies Lab. Stanford Graduate School of Education. Stanford, California, USA. Recuperado el 16 de abril de 2018 de: <https://ttl.stanford.edu/content/seymour-papert-s-legacy-thinking-about-learning-and-learning-about-thinking>
- Bravo, F., & Forero, A. (2012). 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*, 13 (2), 120-136. Recuperado el 06 de marzo de 2019 de: <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390007.pdf>
- Brennan, K., Eastmond, E., Kafai, Y., Maloney, J., Millner, A., Monroy-Hernández, A., Resnick, M., Rosenbaum, E., Rusk, N., Silver, J., Silverman, B., (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM. Contributed articles*. Vol. 52. No. 11. Recuperado el 3 de mayo de 2018 de: <https://cacm.acm.org/magazines/2009/11/48421-scratch-programming-for-all/fulltext>
- Camarena, R.(2017) Efectos de la robótica educativa en el rendimiento académico en el nivel primario. Universidad Nacional del centro del Perú. Recuperado el 2 de junio de 2018 de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4256/Camarena%20Bonifacio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Code.org. (2019). USA. Recuperado el 07 de septiembre de 2018 del sitio web:
<https://code.org/international/about>

Del Cisne, M. (2016). El uso de LEGO Mindstorms EV3 como recurso didáctico basado en la robótica educativa para desarrollar el pensamiento lógico en la asignatura de matemática de noveno año de educación general básica en la escuela Miguel Rio Frio No 2 de la ciudad de Loja, Periodo 2015. Loja, Ecuador. Recuperado el 5 de diciembre de 2018 de:
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11454/1/TESIS%2021-04-2016.pdf>

El país, Jalisco, a la cabeza de la robótica en México (18 mayo 2018). Recuperado el 27 de mayo de 2018 de:
https://elpais.com/internacional/2018/05/17/mexico/1526583719_442300.html

Federación Mexicana de Robótica (2019). Breve Historia. Recuperado el 18 de febrero de 2020 de: <https://femexrobotica.org/breve-historia>

Ferro, C., Martínez, A. I., & Otero, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (29), a119. Recuperado el 26 de abril de 2019 de:
<https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/451/185>

First Lego League (2020). ¿Qué es First Lego League? Recuperado el 22 de enero de 2020 de: <https://www.firstlegoleague.org/about>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación* (6ª Edición). México. McGraw Hill.

Herrera, M. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. Recuperado el 24 de febrero de 2020 de:
<https://rieoei.org/historico/deloslectores/1326Herrera.pdf>

Hom, E. (2014). What is STEM Education? Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

Joyanes, L. (2008). Fundamentos de Programación. Algoritmos, estructura de datos y objetos. Cuarta edición. España. McGraw Hill. Recuperado el 20 de febrero de 2020 de: <https://combomix.net/wp->

content/uploads/2017/03/Fundamentos-de-programaci%C3%B3n-4ta-Edici%C3%B3n-Luis-Joyanes-Aguilar-2.pdf

LEGO Education (s.f.). Make coding come to life in your classroom. Recuperado el 31 de marzo de: <https://education.lego.com/en-us/elementary/intro/c/computational-thinking>

LEGO Education (2014). A system for learning. Recuperado el 2 de junio de 2018 de: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/marketing-tools/lego-education-manifesto-d218aa7fac50c89c1b307b8f1ab94b16.pdf>

LEGO Group, 2019, recuperado el 15 de mayo de 2019 de: <https://education.lego.com/en-us/middle-school/intro/mindstorms-ev3>

LEGO Group, 2019, Building Instructions for Robot Educator. Recuperado el 21 de febrero de 2020 de: <https://education.lego.com/en-us/support/mindstorms-ev3/building-instructions>

Lifelong Kindergarten Group, 2013, Getting Started With Scratch, version 2.0, MIT Media Lab. Recuperado el 21 de febrero de 2020 de: https://cdn.scratch.mit.edu/scratchr2/static/_709da8e5f3d72129538a4ccdbcbf5f2a_/pdfs/help/Getting-Started-Guide-Scratch2.pdf

Logo Foundation (2015). Logo and Learning. Recuperado el 9 de marzo de 2019 de: https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_and_learning.html

López, P., & Andrade, H. (2013). Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37 (1), 43-63. Recuperado el 16 de abril de 2018 de: <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=44028564003>

Medina, A., Mata, F. (2009). *Didáctica General*. Madrid, España. Pearson Education. Recuperado el 20 de febrero de 2020 de: <http://ceum-morelos.edu.mx/libros/didacticageneral.pdf>

MIT Media Lab (2017) *LEGO Foundation endows Media Lab fellowships in honor of Seymour Papert*. Recuperado el 2 de junio de 2018 de: <http://news.mit.edu/2017/lego-foundation-endows-media-lab-fellowships-honoring-seymour-papert-0126>

Papert, S. (1987). *Desafío de la mente*. Buenos Aires, Argentina. Ediciones Galápagos.

Prensky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants*. Recuperado el 17 de septiembre de 2018 de: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>

Prensky, M., (2009). Nativos digitales vs. Inmigrantes digitales. Recuperado el 15 de mayo de 2020 de: <https://aprenderapensar.net/2009/05/18/nativos-digitales-vs-inmigrantes-digitales/>

Rodríguez Maya, Cinthia. (2014). "Algunos elementos de la didáctica de la programación y el pensamiento computacional". Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado el 15 de mayo de 2019 de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/285508>

Román, M. Pérez, J., Jiménez, C, 2015, Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015), Madrid, España. Recuperado el 01 de diciembre de 2018 de: https://www.researchgate.net/publication/292398919_Test_de_Pensamiento_Computacional_diseno_y_psicometria_general_Computational_Thinking_Test_design_general_psychometry

Ruiz Velasco Sánchez, E. (2007). Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Ediciones Díaz de Santos. Madrid-Buenos Aires-México. Recuperado el 7 de mayo de 2018 de. <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788223.pdf>

Resnick, M., (2009). Recuperado el 25 de mayo de 2018 de: <https://scratch.mit.edu/about>

Resnick, M., (2013a) *Mitch Resnick: Enseñemos a los niños a codificar*. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de: <https://www.youtube.com/watch?v=Ok6LbV6bqaE>

Resnick, M. (2013b). *Learn to code, Code to Learn*. Recuperado el 29 de octubre de 2018 de: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/L2CC2L-handout.pdf>

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K. (2009). Scratch: Programming for all. Recuperado el 25 de abril de 2019 de: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 1 (1), 7. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/780/78011256006/>

Sánchez M.C. (2015). La dicotomía cualitativo-cuantitativo: posibilidades de integración y diseños mixtos. Campo Abierto, Vol. Monográfico. Pp. 11-30.

Scratch (s.f.) Acerca de Scratch. Recuperado el 2 de junio de 2018 de: <https://scratch.mit.edu/about>

Secretaría de Educación Pública, Comunicado 83. Impulsa SEP programa piloto en robótica, en Campeche y Sonora. Recuperado el 13 de Agosto de 2019 de:

<https://www.gob.mx/sep/prensa/comunicado-83-impulsa-sep-programa-piloto-en-robotica-en-campeche-y-sonora>

Simão, L. 2010, Formación Continuada y varias voces del profesorado de Educación Infantil de Blumenau: Una propuesta desde dentro, Departamento de Didáctica y organización educativa, Universitat de Barcelona, recuperado el 14 de mayo de 2019 de: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41493/6/05.VLS_ANALISIS_Y_T RATAMIENTO_INFORMACION.pdf

Sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE). 2020. Competencias de Pensamiento Computacional. Integración del pensamiento computacional (PC) en todas las disciplinas y con estudiantes de todas las edades: Competencias de Pensamiento Computacional para Educadores. Recuperado el 10 de enero de 2020 de: <https://www.iste.org/es/standards/computational-thinking>

Torneo Mexicano de Robótica (2019). Torneo Mexicano de Robótica 2019. Recuperado el 2 de febrero de 2020 de: <https://www.femexrobotica.org/tmr2019/>

Valverde, J., Fernández, M., Garrido, M., (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. Revista de Educación a Distancia, Recuperado el 8 de Septiembre de 2019 de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54741184003>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Viewpoint. Communications of the ACM. Vol. 49, No. 3. Recuperado el 13 de agosto de 2019 de: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf>

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences, 366(1881), 3717-3725. Recuperado el 19 de marzo de 2019 de: <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>

Wing, J. (noviembre, 2010). Computational Thinking: What and Why? Recuperado el 18 de abril de 2018 en <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>

World Robotic Olympiad (2019). Bienvenidos a WRO México. Recuperado el 12 de septiembre de 2019 de: <https://wro.org.mx/>

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. Revista De Educación a Distancia, 0(46). Recuperado el 16 de abril de 2018 de: <http://revistas.um.es/red/article/view/240321>

8. ANEXOS

En esta sección se muestran los instrumentos aplicados durante la investigación, así como el diseño didáctico de las sesiones con los alumnos.

8.1 ANEXO 1: Pre test y Post test aplicado a los participantes de la investigación.

Test Inicial sobre los conocimientos de programación y robótica con LEGO EVE3

Nombre: _____ Grado y Grupo: _____ Edad: _____

La siguiente evaluación forma parte del proyecto de investigación de la Maestría en Innovación en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje.

Tiene como propósito analizar tus conocimientos en programación, tú participación es individual por lo que te pido que leas, pienses y contestes lo que creas que es correcto. Trata de concentrarte lo más que puedas y haz tú mejor esfuerzo. ¡TÚ

PUEDES! 

→ **Contarás con 40 minutos para contestar.**

Tendrás 20 ejercicios de los cuales deberás elegir una sola opción. Por favor encierra en un círculo la respuesta que consideres correcta.

I. PROGRAMACIÓN CON SCRATCH

1.1 Bloques básicos

1.1.1 El gato de Scratch desea iniciar el programa que alguien realizó. ¿Cuál de los siguientes bloques le servirá para iniciarlo?

A)



B)



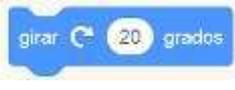
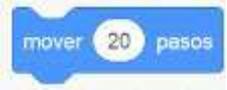
C)



D)



1.1.2 El gato de Scratch desea moverse 20 pasos, ¿cuál bloque podría ayudarlo a realizar esta acción?

- A)  B)  C)  D) 

1.1.3 El gato de Scratch esta dentro de un juego, al inicio el contador de los puntos debe ser igual a 0, ¿cuál sería el bloque adecuado para utilizar?

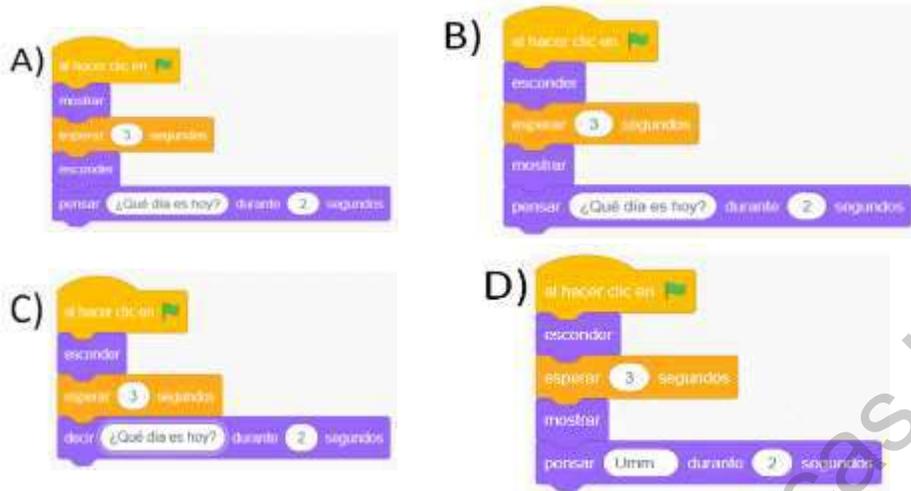
- A)  B)  C)  D) 

1.1.4 El gato de Scratch quiere presentarse, debe decir "Hola, soy Scratch" por 3 segundos y después cambiar de disfraz. ¿Qué bloque elegirías?

- A)  B) 
- C)  D) 

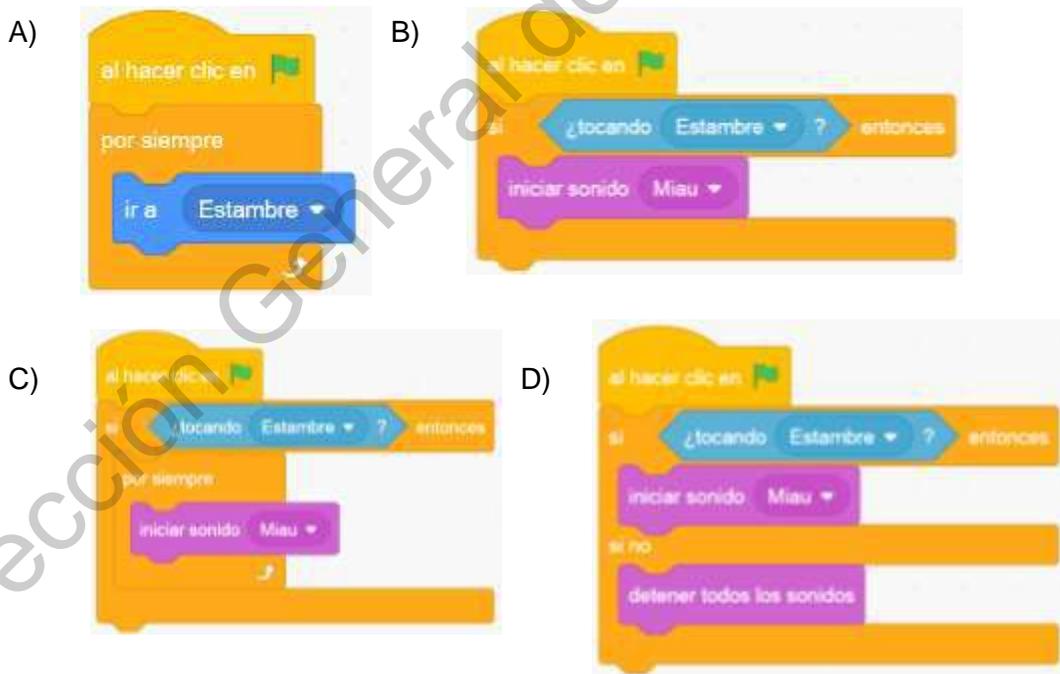
1.1.5 Al iniciar el programa el personaje principal no aparece, después de 3 segundos aparece pensando: ¿qué día es hoy? ¿Cuál secuencia es correcta?





1.2 Bloques de decisión

1.2.1 El gato de Scratch debe tocar una bola de estambre. Si la toca debe hacer el sonido de miau. ¿Cuál opción es la correcta?



1.2.2 El personaje principal va a tocar la pelota verde. Si la toca deberá preguntar: ¿Cuál es tu edad? Si la edad es menor que 15 entonces deberá decir “Puedes

seguir jugando”, si no deberá decir “No tienes edad para jugar”. Selecciona la opción que consideres correcta.



A)

```

al hacer clic en [bandera verde]
  por siempre
    si [¿tocando Ball? >] entonces
      preguntar [¿Cuál es tu edad?] y esperar
      si [respuesta > 15] entonces
        decir [Puedes seguir jugando] durante 2 segundos
      si no
        decir [No tienes edad para jugar] durante 2 segundos
  
```

B)

```

al hacer clic en [bandera verde]
  por siempre
    si [¿tocando Ball? >] entonces
      preguntar [¿Cuál es tu edad?] y esperar
      si [respuesta < 15] entonces
        decir [No tienes edad para jugar] durante 2 segundos
      si no
        decir [Puedes seguir jugando] durante 2 segundos
  
```

C)

```

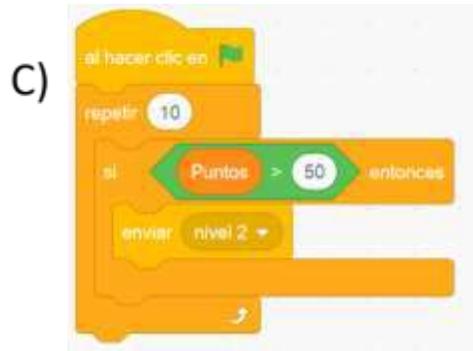
al hacer clic en [bandera verde]
  por siempre
    si [¿tocando Ball? >] entonces
      preguntar [¿Cuál es tu edad?] y esperar
      si [respuesta > 15] entonces
        decir [Puedes seguir jugando] durante 2 segundos
      si no
        decir [No tienes edad para jugar] durante 2 segundos
  
```

D)

```

al hacer clic en [bandera verde]
  por siempre
    si [¿tocando Ball? >] entonces
      preguntar [¿Cuál es tu nombre?] y esperar
      si [respuesta < 15] entonces
        decir [Bienvenido al juego] durante 2 segundos
      si no
        decir [Puedes seguir jugando] durante 2 segundos
  
```

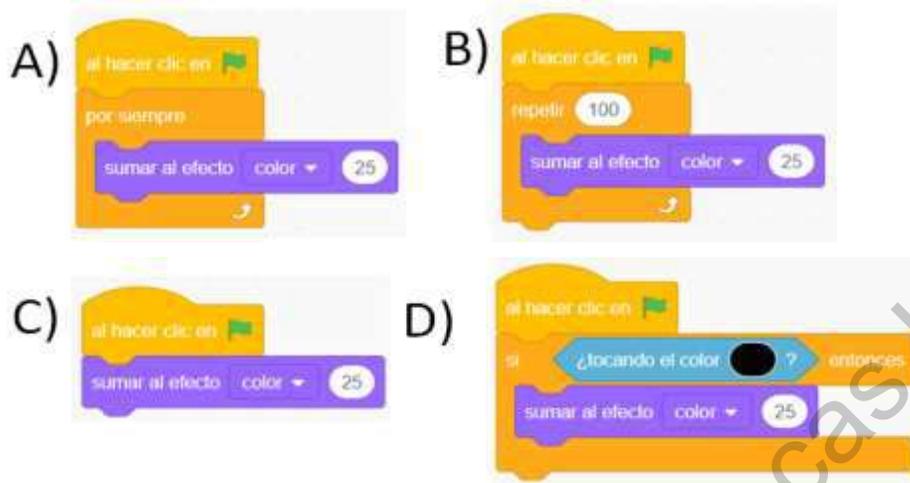
1.2.3 Scratch esta dentro de un juego, si toca la pelota verde va ganando puntos. Al llegar a cincuenta puntos pasará al nivel dos. ¿Qué bloque es correcto?



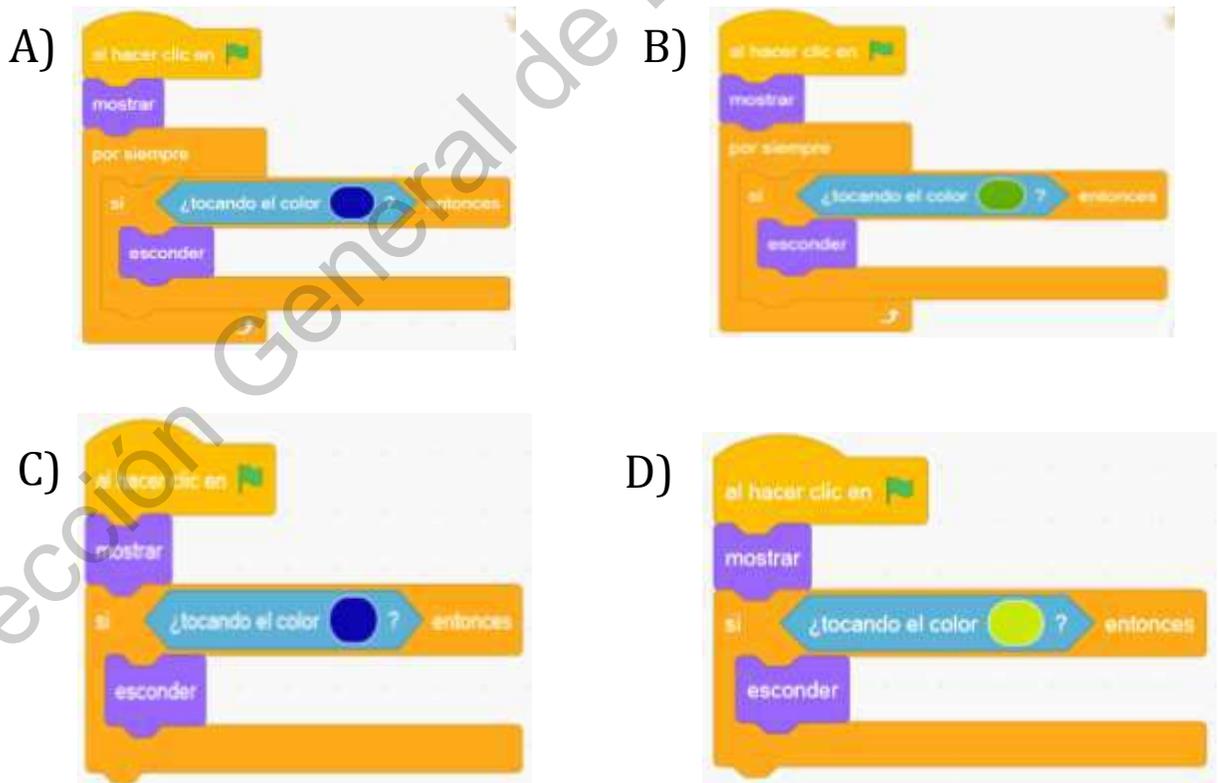
1.3 BLOQUES DE ITERACIÓN

1.3.1 Las letras de Scratch deben estar cambiando siempre de color. ¿Cuál de las siguientes opciones consideras que es la correcta?

SCRATCH



1.3.2 Al iniciar el programa el gato de Scratch aparece, sin embargo, siempre que logre tocar el color azul deberá esconderse. ¿Cuál secuencia es la correcta?



II. LEGO MIDSTORMS EVE 3

2.1 Motores

2.1.1 En la siguiente imagen se muestra la letra “D” y esta relacionada al uso de un motor. ¿Para qué crees que sirve esa letra?



- A) Para decirle al robot que letra debe aparecer en pantalla
- B) Para saber a qué puerto va conectado el cable del robot
- C) Para poder tener una letra que muestre en qué paso estoy
- D) Ninguna de las anteriores

2.1.2 En la siguiente imagen qué quiere decir la “X” debajo del motor. Elige la respuesta que creas más adecuada



- A) El motor no funciona
- B) El motor no está conectado
- C) El motor está apagado
- D) El motor no se encuentra conectado a ningún cable

2.1.3 En la imagen se encuentra encerrado en un círculo rojo una opción del motor. ¿Qué crees que significa?



- A) El motor estará encendido siempre
- B) El motor estará encendido por segundos
- C) El motor estará encendido por grados
- D) El motor estará encendido por rotaciones

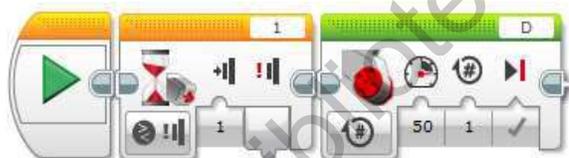
2.1.4 En la imagen se encuentra encerrado en un círculo rojo una opción del motor. ¿Qué crees que significa?



- A) El motor estará encendido siempre
- B) El motor estará encendido y girará 60 grados
- C) El motor estará encendido por 60 segundos
- D) El motor estará encendido por 60 rotaciones

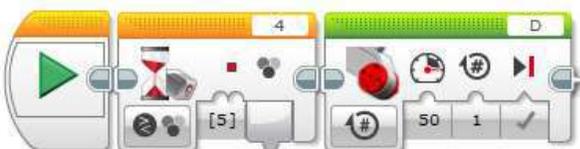
2.2.1 Sensores

2.2.1 ¿De qué manera funciona el sensor táctil en la siguiente imagen?
 Selecciona una opción.



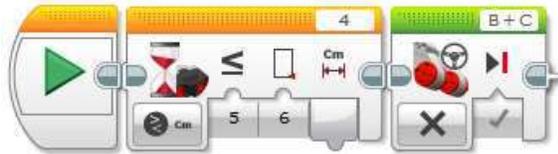
- A) Espera hasta que el sensor táctil sea presionado una vez para que motor arranque
- B) Espera hasta que el sensor táctil sea presionado dos veces y el motor arrancará
- C) Presiona el sensor de luz y el motor arrancará
- D) Ninguna de las anteriores

2.2.2 ¿De qué manera funciona el sensor de color en la siguiente imagen?
 Selecciona una opción.



- A) Espera hasta que el sensor de color reconozca el color azul para que motor arranque
- B) Espera hasta que el sensor de color reconozca cualquier color para que motor arranque
- C) El sensor de luz deberá estar conectado al puerto 4 y habrá que esperar hasta que reconozca el color rojo para que el motor arranque
- D) Todas las anteriores

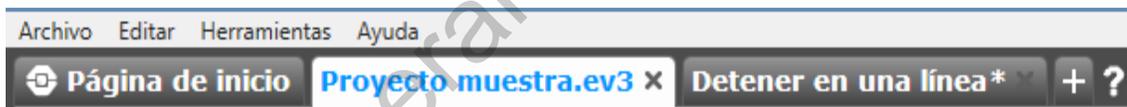
2.2.3 ¿De qué manera funciona el sensor ultrasónico en la siguiente imagen?
Selecciona una opción



- A) Espera hasta que el sensor ultrasónico apague el motor
- B) Espera hasta que el sensor ultrasónico detecte cualquier objeto y apague el motor
- C) Esperar hasta que el sensor ultrasónico emita algún sonido
- D) Esperar hasta que el sensor ultrasónico detecte algún objeto a 6 cm de distancia y el motor se apagará

2.3. Elementos básicos de EV3

2.3.1 Las pestañas de la parte superior de la pantalla del software de EVE3
¿qué indican?



- A) El nombre del proyecto en el que estamos trabajando
- B) El nombre con que se guardó el proyecto
- C) Que estamos por iniciar un nuevo proyecto
- D) Son diferentes proyectos en los que estamos trabajando, se pueden ver dando clic en las pestañas. Puede ser que se les haya dado ese nombre o que el software los nombrara así.

2.3.2 La siguiente imagen muestra un círculo rojo señalando una flecha hacia abajo. ¿Qué crees que indique dicha flecha?



- A) Indica que la información del robot aún no se carga
- B) Indica la descarga de la información del programa al robot
- C) Sirve para que arranque el programa realizado
- D) Indica que el robot tiene poca batería.

2.4 Robótica

2.4.1 En el siguiente recuadro dibuja cómo te imaginas el robot que armarás en clase y explica cómo funciona.



¡Agradezco mucho tu participación!

8.2 ANEXO 2: Cuestionario con Escalamiento Likert aplicado a los participantes de la investigación:

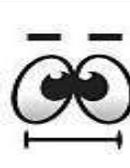
Cuestionario con escalamiento Likert para la evaluación de actitudes sobre las sesiones impartidas de: “Fundamentos de Programación con Lego EV3”.

Nombre: _____ Grado y Grupo: _____ No. Lista: _____

A continuación encontrarás una serie de preguntas sobre cómo te sentiste en las clases de robótica. Tus respuestas ayudarán a mejorar el contenido y la manera en que se impartirán estos cursos.

Se te presenta una tabla con diferentes opciones. Lee la pregunta y marca con una “X” la carita que corresponda a la respuesta que consideras más se acerca a tu respuesta.

El tiempo para contestar es de 20 minutos. Esta prueba no tiene ninguna repercusión sobre tus calificaciones. Te agradezco mucho tu participación y el tiempo que haz dedicado a este cuestionario. Gracias por contestar con honestidad.

	 SIEMPRE	 CASI SIEMPRE	 REGULAR	 CASI NUNCA	 NUNCA
SCRATCH					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los bloques de eventos (ejemplo: dar clic a la bandera verde).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar					

correctamente los bloques de movimiento (ejemplo: mover 10 pasos).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los bloques de apariencia (por ejemplo: decir hola, esconder, aparecer, etc.).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los bloques secuenciales (ejemplo: dar diferentes instrucciones a un objeto para que realice una acción).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender el concepto de variables y utilizarlas correctamente (ejemplo: poner puntos en un juego).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los bloques de control (estructuras de decisión) (por ejemplo: if-then).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los bloques de control (estructuras de control) (por ejemplo: if-then/else).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los bloques de					

control (estructuras de iteración) (por ejemplo: forever).					
Las clases de Scratch me permitieron comprender y utilizar correctamente los operadores relacionales (=, <, >).					
ROBÓTICA					
La clase de robótica me permitió comprender qué es un puerto en el equipo de cómputo (USB) y a qué puertos se conectan los motores (A, B, C o D).					
La clase de robótica me permitió comprender qué es y cómo funciona un motor.					
La clase de robótica me permitió comprender que los motores pueden programarse con diferentes opciones (rotaciones, segundos y grados).					
La clase de robótica me permitió comprender qué son los sensores, para qué sirven y cómo funcionan.					
La clase de robótica me permitió comprender y utilizar correctamente el sensor táctil (funciona al presionarlo con el dedo).					
La clase de robótica me permitió comprender y utilizar correctamente el sensor de color					

(detecta el color y hace una acción).					
La clase de robótica me permitió comprender y utilizar correctamente el sensor ultrasónico.					
Me pareció fácil de utilizar el programa de Lego EV3.					
Me pareció fácil la manera en que se presentan los bloques para programar en Lego EV3.					
Es fácil crear una carpeta en Lego EV3 con el nombre de mi proyecto.					
Es fácil darle nombre a los archivos con los que trabajo en EV3.					
Me parece sencillo descargar el programa de la computadora al robot EV3.					
Me gustó trabajar con los materiales de Lego EV3.					
Me sentí bien con la manera en que se impartieron las clases.					
Los ejercicios que realizamos con los robots me parecieron los adecuados para aprender los fundamentos de programación.					
PERSONAL					

En general, me sentí bien en la clase de robótica.					
Considero que lo aprendido en las clases de programación (Scratch y Robótica) me ayudó para comprender los fundamentos de programación.					
Lo aprendido en clase considero que me sirvió para aprender a programar un robot.					
Los temas fueron adecuados para aprender a programar tu robot.					
Los ejercicios que realizaste ¿te sirvieron para aprender robótica?					

Si tienes algún comentario que hacer, siéntete en la libertad de escribirlo en las siguientes líneas.

¡Gracias por tu participación!