



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO**

ESCUELA SUPERIOR DE TLAHUELILPAN

**PROGRAMACIÓN CON LEGO PARA LA
EDUCACIÓN**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

P R E S E N T A :

PAULINA CECILIA BARRÓN SÁNCHEZ

AURELIO CORTES LÓPEZ

DIRECTORES DE LA TESIS:

DR. ALEJANDO FUENTES PENNA

M. EN T.I MONICA GARCÍA MUNGUÍA



TLAHUELILPAN DE OCAMPO, HGO.

SEPTIEMBRE 2015

Dedicatoria

Paulina Cecilia Barrón Sánchez.

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Aurelio Cortes López

Dedico este trabajo a mi familia que siempre ha estado apoyándome incondicionalmente a pesar de las adversidades. Al señor Andrés Viguera y Laura Hernández por apoyar económicamente en un semestre. A todos mis amigos que siempre estuvieron apoyándome para seguir adelante con su lealtad, cariño y preocupación. A todas aquellas personas que se encuentran lejos y que han sido capaces de ocupar un lugar en mi corazón.

Agradecimientos

En primer lugar te agradecemos a ti Dios por ayudarnos a terminar este proyecto, gracias por darnos la fortaleza y el coraje para hacer este sueño realidad.

A nuestros padres quienes son las personas más importantes en nuestras vidas, siempre estuvieron ahí para brindarnos su apoyo.

A nuestros asesores; M. en T.I Mónica García Munguía y Dr. Alejandro Fuentes Penna. Por brindarnos su apoyo incondicional y llevaron al logro de nuestro objetivo.

Al área de investigación de la Escuela Superior de Tlahuelilpan; Dr. Daniel Vélez Díaz, por su apoyo y motivación en la materia de Proyecto de Fin de Carrera.

A nuestros revisores de tesis por el tiempo dedicado.

A los lectores que son una parte fundamental ya que nos brindan su confianza en tener en sus manos este trabajo concluido.

A la profesora Matilde por apoyarnos en el taller de LEGO MINDSTORMS NXT que se llevó acabo en el tercer congreso de tecnologías de la información y por habernos facilitado su robot para aplicar las evaluaciones de esta tesis.

Con todo nuestro cariño ésta tesis se las dedicamos a todos ustedes.

Resumen

El desarrollo de esta tesis se fundamenta en el análisis de los factores que influyen en el uso de la herramienta LEGO MINDSTROMS NXT en la ESTL (Escuela Superior de Tlahuelilpan) como herramienta para la implementación de una estrategia de aprendizaje que tiene como objetivo principal complementar el aprendizaje de los alumnos en tópicos de programación de una manera flexible, reforzando el conocimiento y fortaleciendo las materias de programación.

Abstract

The development of this thesis is based on the analysis of the factors influencing the use of LEGO NXT MINDSTROMS tool in ESTL (School of Tlahuelilpan) as a tool for implementing a learning strategy whose main objective supplement student learning on topics of programming in a flexible way, reinforcing and strengthening knowledge of programming matters.

Índice de Contenido

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Resumen	IV
Abstract.....	V
Índice de Contenido	VI
Lista de tablas.....	IX
Lista de ilustraciones	X
Notaciones	XIII
Acrónimos	15
1. Introducción.....	16
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Problema.....	18
1.3 Justificación.....	20
1.4 Objetivos.....	21
1.5 Objetivo General.....	21
1.6 Objetivos específicos.....	21
1.7 Organización de la obra	22
2. Marco teórico.....	24
2.1. Introducción	24
2.2. Fundamentos del aprendizaje.....	25
2.3. Aprendizaje	27
2.4. Aprendizaje de la programación	29
2.5. Robótica educativa con LEGO MINDSTORMS NXT.....	30
2.4. Lego en el ITESM	32
3. Construyendo soluciones para programar	34

3.1.	Introducción	34
3.2.	Fundamentos de la estrategia de aprendizaje	35
3.3.	Implementación de LEGO como herramienta.....	36
3.3.1.	Metodología transmisiva.	36
3.3.2.	Metodología de construcción.	39
3.3.3.	Metodología de experimentación.....	40
3.4.	Soluciones con LEGO.....	41
3.4.1.	Robótica como apoyo en el aprendizaje.....	41
3.4.2.	Robótica del sector productivo	43
3.5.	Desarrollo de la Robótica Educativa con LEGO	43
4.	Robótica educativa en las aulas de la ESTL.....	45
4.1.	Introducción	45
4.2.	Aprendizaje basado en problemas	45
4.2.1.	Cubo Rubik con LEGO EV3.....	45
4.2.2.	Impresora braile con LEGO EV3.....	46
4.3.	La robótica como herramienta para la educación.....	47
4.4.	Proceso de construcción	49
4.5.	Aplicación de la estrategia de aprendizaje	52
5.	Desarrollo de nuevas técnicas	58
5.1.	Introducción	58
5.2.	Caso de estudio.....	58
5.2.1.	Implementación de la programación con LEGO MINDSTORMS.....	58
5.2.2.	Planeación del caso de estudio.	60
5.2.3.	Preguntas a desarrollar.	61
5.2.4.	Roles de los grupos de trabajo.	62
5.3.	Desarrollo del pensamiento lógico.....	62
5.3.1.	Seguidor de línea en lenguaje NXT-G.....	62
5.4.	Proceso y estructura del conocimiento	64
5.4.1.	Desarrollo de seguidor de línea.....	65
6.	Demostración de nuevas técnicas	70
6.1.	Introducción	70
6.2.	Planeación de la evaluación	70
6.3.	Elaboración de proyectos	74
6.3.1.	Herramientas	74
6.3.2.	Construcción de LEGO MINDSTOMS NXT.....	78

6.4.	Diseño de evaluaciones	82
6.5.	Implementación y ejecución de las evaluaciones	87
6.6.	Resultados de las evaluaciones	89
Conclusiones		94
Trabajo futuro.....		95
Glosario		¡Error! Marcador no definido.
Referencias.....		96
Anexos		101
ANEXO A		101
Manual Proyectos LEGO.....		101
ANEXO B		111

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Explicación del código en C de seguidor de línea</i> (Zaldivar Navarro, Cuevas Jimenez, & Pérez Cisneros, 2008).....	39
Tabla 2. <i>Relación entre programas, teorías y modelos</i>	42
Tabla 3. <i>Materias de la curricular de LSC. (Fuente propia)</i>	49
Tabla 4. <i>Encuesta realizada a catedráticos de la ESTL (fuente propia)</i>	52
Tabla 5. <i>Descripción de tareas de la planeación de las evaluaciones (fuente propia)</i>	74
Tabla 6. <i>Detalles de ladrillo LEGO</i>	75
Tabla 7. <i>Plataformas de programación (Fuente propia)</i>	77
Tabla 8. <i>Rubrica de evaluación (Fuente propia)</i>	83

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. <i>Objetivos del proceso enseñanza – aprendizaje de la LSC (fuente propia)</i>	17
Ilustración 2. <i>Pasos fundamentales para programar. (Fuente propia)</i>	19
Ilustración 3. <i>Estilos de aprendizaje. (Collazos, 2014)</i>	28
Ilustración 4. <i>Fundamentos (fans, 2007)</i>	31
Ilustración 5. <i>Estrategia de aprendizaje (Group, 2014)</i>	35
Ilustración 6. <i>Proceso ideal de aprendizaje (Fuente propia)</i>	36
Ilustración 7. <i>Código lenguaje C. (Zaldivar Navarro, Cuevas Jimenez, & Pérez Cisneros, 2008)</i>	38
Ilustración 8. <i>Ejemplo de un modelo LEGO para construcción. (Fuente propia)</i>	39
Ilustración 9. <i>Programación LEGO. (Fuente propia)</i>	40
Ilustración 10. <i>Robótica en el campo industrial</i>	43
Ilustración 11. <i>Proyecto CubeStormer 3 y creadores. (Media, 2014)</i>	46
Ilustración 12. <i>Impresora Braile. (Raya, 2015)</i>	47
Ilustración 13. <i>Grafica de pastel de porcentaje de materias (Fuente propia).</i> .	50
Ilustración 14. <i>Prototipo final taller LEGO. (Fuente propia)</i>	53
Ilustración 15. <i>Material utilizado en el taller LEGO. (Fuente propia)</i>	53
Ilustración 16. <i>Grafica de encuesta pregunta 1(fuente propia)</i>	55
Ilustración 17. <i>Grafica de encuesta pregunta 2 (fuente propia)</i>	56
Ilustración 18. <i>Grafica de encuesta pregunta 3 (fuente propia)</i>	56
Ilustración 19. <i>Grafica de encuesta pregunta 4 (fuente propia)</i>	57
Ilustración 20. <i>Prototipo, seguidor de línea (fuente propia)</i>	63
Ilustración 21. <i>Diagrama de flujo de seguidor de línea (Fuente propia).</i>	64
Ilustración 22. <i>LOOP, ciclo (Fuente propia).</i>	65
Ilustración 23. <i>Switch en la toma de decisión (Fuente propia).</i>	66

Ilustración 24. <i>Valores que presenta el sensor en el programa base de LEGO NXT (Fuente propia).</i>	66
Ilustración 25. <i>Acciones definidas para los movimientos del robot (Fuente propia).</i>	67
Ilustración 26. <i>Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)</i>	68
Ilustración 27. <i>Configuración de la acción move en caso de capte poca luz (Fuente propia).</i>	68
Ilustración 28. <i>Configuración de la acción move en caso de capte mucha luz (Fuente propia).</i>	69
Ilustración 29. <i>Proyecto seguidor de línea finalizado (fuente propia)</i>	69
Ilustración 30. <i>Planeación de la aplicación de las evaluaciones (Fuente propia).</i>	72
Ilustración 31. <i>Implementación de diagrama de barras (Fuente propia).</i>	73
Ilustración 32. <i>Hardware LEGO MINDSTORMS NXT Educativo (Barros Fátima, Gonzalez Adrio, Priegue Roberto, 2007).</i>	77
Ilustración 33. <i>Comienzo de construcción, Monta cargas (Fuente propia)</i>	78
Ilustración 34. <i>Proyecto en construcción. Monta cargas (Fuente propia)</i>	80
Ilustración 35. <i>Proyecto concluido, Monta cargas (Fuente propia)</i>	81
Ilustración 36. <i>Diseños ejemplo de LEGO MINDSORMS NXT básico. (Fuente propia)</i>	82
Ilustración 37. <i>Prototipo LEGO. (Fuente propia)</i>	84
Ilustración 38. <i>Evaluaciones Proyecto LEGO. (Fuente propia)</i>	88
Ilustración 39. <i>Software LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 (Fuente propia).</i>	89
Ilustración 40. <i>Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)</i>	90
Ilustración 41. <i>Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)</i>	90
Ilustración 42. <i>Grafica de perfil del alumno (Fuente propia).</i>	91
Ilustración 43. <i>Grafica de porcentajes obtenidos en la segunda sección de la rúbrica (Fuente propia).</i>	92
Ilustración 44. <i>Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)</i>	92
Ilustración 45. <i>Grafica de porcentaje de puntos faltantes para cubrir el 100% de todas las rubricas (Fuente propia).</i>	93

Ilustración 46. <i>Diagrama de flujo de LEGO NXT monta cargas</i>	106
Ilustración 47. <i>Construcción del proyecto Monta Cargas NXT</i>	108
Ilustración 48. <i>Prototipo de montacargas (Fuente propia)</i>	109

Notaciones

Software	Es la parte lógica que conforma a la computadora como los programas.
Hardware	Es la parte tangible de una computadora, como sus componentes físicos.
Algoritmo	Son una serie de pasos en un orden consecutivo para la resolución de algún problema o realización de alguna actividad.
Paradigma	Ejemplo o modelo a seguir.
Modelo	Representación gráfica, visual o física de sistemas a fin de explicarlos y simularlos.
Plataforma	Sistema que sirve como base para hacer funcionar determinados módulos <i>hardware</i> y <i>software</i> con los que es compatible.
Simulación	Es un método que sirve para hacer pruebas de manera virtual.
Prototipo	Es una muestra de un producto, en este caso un robot.
Pedagogía	Es la rama de la psicología que se encarga de estudiar la manera de enseñar a los alumnos.
Función	En programación, es una acción que se le asigna a una parte del código.
Condicional	Es una fracción de un código de programación que permite elegir realizar entre algunas o varias funciones.
Automatización	Es la realización de un proceso de manera automática ya sea con un robot o una máquina.

Diagrama de flujo	Es la manera de representar gráficamente el flujo de un algoritmo y sirve para ver cómo se comporta una programa.
--------------------------	---

Acrónimos

ESTL	Escuela Superior de Tlahuelilpan
UAEH	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
LSC	Licenciatura en Sistemas Computacionales
IS	Ingeniería en Software
TIC	Tecnologías de Información y Computación
TI	Tecnologías de Información
AUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
ROBOTC	Es un lenguaje de programación que se basa en el lenguaje C para programar el bloque de LEGO NXT
JAVA	Lenguaje de programación orientado a objetos con el que se puede programar el bloque de NXT
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Educación Superior
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
EV3	Tercera generación de la plataforma LEGO MINDSTORMS y el "EV" es sinónimo de evolución
ICBI	Instituto de Ciencias Básicas e ingeniería
LABVIEW	

1.Introducción

Los lenguajes de programación son las herramientas mediante las cuales el LSC (Licenciado en Sistemas Computacionales) e IS (Ingenieros en Software) pueden implementar modelos abstractos en cada uno de sus prácticas o actividades que indican sus materias, siendo un lenguaje el pilar fundamental en la construcción de sistemas complejos de *software*. Hoy en día la gran cantidad de datos y la necesidad de la abstracción de estos aumentan drásticamente, requiriendo que el programador pueda manipular la estructura del programa a través de la abstracción y obtener los conceptos necesarios para la estructuración de la información dada. La evolución del conocimiento de un alumno de educación superior debe ser en consonancia con las nuevas tecnologías ya que juegan un papel importante en el proceso de enseñanza – aprendizaje en los modelos educativos mediante el uso de la robótica. La propuesta de la implementación del robot LEGO MINDSTORMS NXT puede ser una de las bases en los conocimientos de los programas educativos de la UAEH – ESTL (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – Escuela Superior de Tlahuelilpan), ya que integra diferentes partes y aspectos de las asignaturas correspondientes al programa educativo de la LSC, este se desarrolla en una manera de facilitar, ejemplificar y aplicar la programación mediante la Robótica Educativa.

1.1 Antecedentes

En la actualidad los catedráticos de la ESTL en el área de Sistemas enseñan un lenguaje de programación correspondiente al programa educativo de la LSC (Licenciado en Sistemas Computacionales) e IS (Ingenieros en Software) que se llevan a lo largo de la carrera, pero los resultados no son favorables cuando se evalúa el conocimiento de este en las encuestas de rendimiento aplicadas en la institución, en este punto se llega a la conclusión de que existen dos tipos de grupos en las aulas, los que entienden todo sin que se les explique demasiado y el otro conjunto que es el más grande, que a pesar de todos los recursos didácticos, no logran superar el `PRINT "HOLA MUNDO"`, siendo la raíz de la problemática, ya que debe ser un conjunto de la enseñanza del lenguaje y el aprendizaje de la programación.

Se hace mención de los objetivos principales (ver ilustración 1) que se aplican en la enseñanza – aprendizaje de las materias involucradas en la programación de la carrera de LSC e IS.

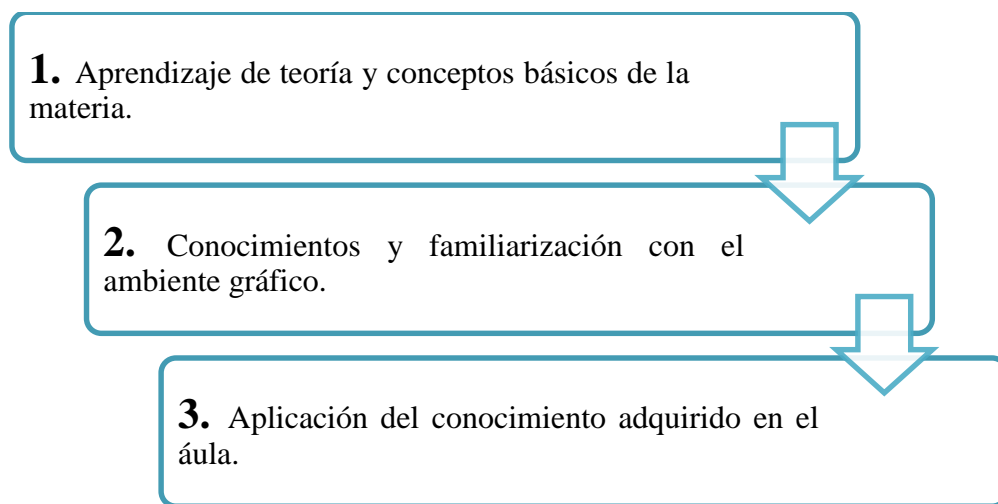


Ilustración 1. *Objetivos del proceso enseñanza – aprendizaje de la LSC (fuente propia)*

Esto para obtener una buena evaluación hacia el alumno y su aprendizaje. Pero, ¿Se podría involucrar una herramienta extra para que el alumno pueda obtener un mayor rendimiento y apreciación de la materia? Los primeros semestres de la carrera de la

Licenciatura en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Software de la ESTL están diseñados para que el alumno desde el primer contacto con la carrera pueda tener y decidir el área de énfasis de su agrado.

“Formar y capacitar al alumno en el manejo de técnicas, procedimientos y algoritmos que generen estructuras simples y complejas que coadyuven al manejo y control de información en las áreas de sistemas.” Este es otro de los objetivos generales de las materias de programación que indica que se tiene que ayudar al alumno a generar más técnicas para el mejor control de los sistemas, no solo existe una técnica se pueden generar más de una, no solo es escribir y dominar el sistema de desarrollo de *software*, sino que también el saber desarrollar e interactuar con una herramienta más para un aprendizaje más estructurado y complejo.

El aprendizaje de un lenguaje de programación no es exclusivo de los ingenieros en el área, también necesitan aprender a programar un matemático, un físico, y en general cualquier científico que requiera estos conocimientos para poder implementar soluciones a problemas mediante computadoras.

1.2 Problema

La mayoría de los cursos de programación, siguen el paradigma imperativo o procedural (o procedimental) y utilizan alguno de los lenguajes de programación que siguen este paradigma. No obstante, lo importante no es el aprendizaje del lenguaje concreto, sino el aprendizaje de la disciplina de la programación; no enseñar un lenguaje sino enseñar mediante un lenguaje.

Los alumnos que comienzan a programar lo encuentran muy difícil. Hay mucha literatura sobre las fases de la programación, pero a efectos prácticos se necesita ser consciente de los siguientes cuatro pasos fundamentales. (Ver ilustración 2)

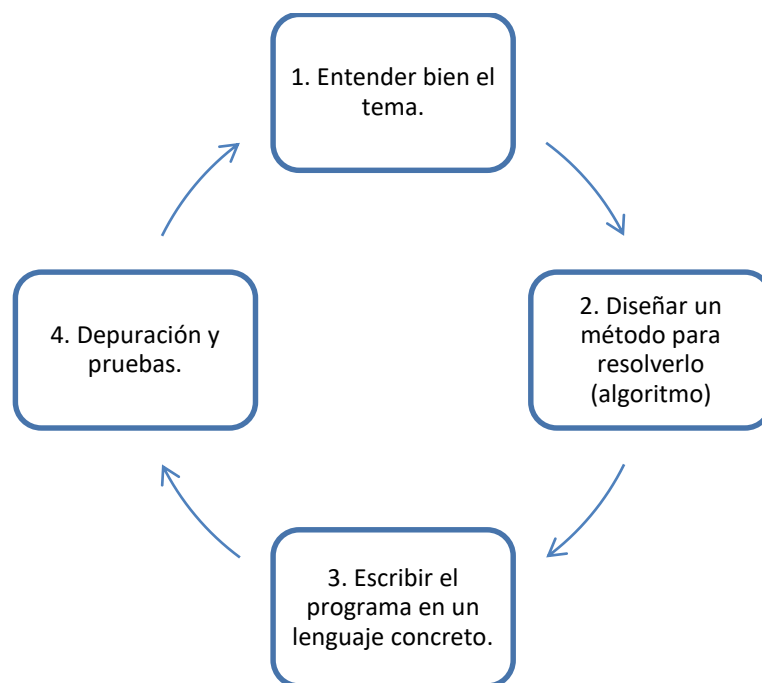


Ilustración 2. *Pasos fundamentales para programar. (Fuente propia)*

Una encuesta realizada a los alumnos del área de Sistemas Computacionales e Ingeniería en Software de la Escuela Superior de Tlahuelilpan indica que no tienen el interés y el agrado por las materias de programación, ya que para ellos no es satisfactoria ni atractiva la forma en que se adquiere el conocimiento de la programación, haciendo que los niveles obtenidos a través de sus evaluaciones no sean óptimos, se estimó que en el año 2014 la representación de un 12% de los alumnos no acreditada de manera satisfactoria, a lo que conlleva que en el futuro los alumnos al egresar se enfrentan a problemas en el desarrollo laboral, algunas de las empresas solicitan en el ingreso la resolución de problemas involucrando un programa a través de un sistema utilizando cualquier lenguaje de programación como requisito de contratación, perdiendo oportunidades de empleo y desarrollo profesional.

Anualmente egresan más de 80 mil ingenieros, ubicados, principalmente, en las áreas industriales y de computación, según estimaciones de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Esas actividades, sin embargo, no son las únicas que demandan al talento que sale de las ingenierías. La industria de *software* es otro de los grandes ‘imanes’ de profesionistas, por el desarrollo que presenta

en el país. En el año 2013 se proyecta que haya alrededor de 760 mil egresados laborando en este mercado, de acuerdo con cifras de la Secretaría de Economía, bajo esta perspectiva la ESTL tiene la responsabilidad de entregar a la sociedad egresados de calidad que requieren las empresas. Considerando el gran número de interesados en incursionar en esta área, también las empresas que solicitan este perfil en su bolsa de trabajo se vuelven más selectivas y estrictas respecto al talento que eligen para incorporar a su organización, teniendo como consecuencia que los egresados cuando se enfrentan en el campo laboral tendrán una fuerte competencia con aquellos que si cuentan con los conocimientos que requiere la industria. (Expansión, 2012)

1.3 Justificación

Para trabajar con robótica en la educación, es necesaria la utilización de plataformas y metodologías robóticas, entre ellas LEGO. Los sistemas educativos robóticos LEGO MINDSTORMS NXT proveen una solución en *hardware*, *software* y recursos educativos para su uso en las aulas. Los estudiantes aprenden a diseñar, programar y controlar totalmente los modelos funcionales y los robots, para llevar a cabo las tareas automatizadas.

Los beneficios de los robots LEGO en el entorno escolar son:

- Reconocimiento instantáneo del robot y que se asocia con la diversión.
- Permite la creación de prototipos rápidos, si no gusta lo que construyen, pueden empezar de nuevo.
- Puede ser programado en diferentes plataformas o idiomas; **LEGO NXTG** lenguaje de programación, **LabVIEW**, **ROBOTC**, **JAVA**.
- El uso de este *hardware* es resistente.
- Es posible emplearlos tanto en ambientes tradicionales y no tradicionales.
- Se puede emplear en diferentes áreas como matemáticas, ciencia, tecnología, talento, necesidades especiales, etc.

Para aprender a programar se aprende programando, con trabajo y resolviendo problemas concretos, el estudiante desarrolla aptitudes para lograr sus objetivos utilizando como herramienta básica un robot LEGO MINDSTORMS NXT.

La educación es fundamental para lograr el bienestar y crecimiento personal y social en nuestro país que requiere día a día de mano de obra con gran nivel de preparación, profesionistas excelentes que innovaron en su aprendizaje con el uso de tecnologías dando soluciones concretas a problemas reales y que enfrentan los retos y desafíos de esta era milenaria donde todo gira en torno a desarrollo de algún *software* y que además surjan de las instituciones educativas como la ESTL. (INEGI, 2002)

1.4 Objetivos

1.5 Objetivo General

Proponer estrategias que involucren el uso de la herramienta LEGO MINDSTROMS NXT de la Licenciatura en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Software de la Escuela Superior de Tlahuelilpan en las materias de programación para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje y aumentar el desempeño y habilidades en la solución de problemas.

1.6 Objetivos específicos

1. Identificar los errores que presentan los alumnos en el proceso enseñanza - aprendizaje de los lenguaje de programación en la Licenciatura en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Software de la ESTL.
2. Utilizar lenguajes de programación con el uso de la herramienta LEGO MINDSTROMS NXT para mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje.
3. Proponer estrategias para el desarrollo de habilidades de programación con el uso de la herramienta LEGO MINDSTROMS NXT para mejorar el proceso enseñanza – aprendizaje.
4. Presentar las estrategias para el desarrollo de habilidades de programación mediante el uso del robot LEGO MINDSTORM como ayuda al proceso enseñanza –

aprendizaje en las materias de programación de los alumnos de la ESTL de la Licenciatura en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Software mejorando sus habilidades.

1.7 Organización de la obra

Capítulo I, se abordará la introducción de la tesis, la problemática en la cual se basó para la realización del desarrollo de la estrategia de aprendizaje con LEGO, antecedentes, justificación del proyecto así como los objetivos que deben cumplirse para lograr la culminación del mismo, con el fin de apoyar al estudiante en el proceso enseñanza – aprendizaje e implementar las estrategias y los mecanismos que favorezcan el logro del objetivo.

Capítulo II, se complementa la presente investigación con un marco teórico el cuál menciona información transcendental para adentrarse al desarrollo de la estrategia del aprendizaje con LEGO y la robótica educativa, indicando la importancia que tiene hoy en día.

Se muestran diferentes autores que se han seleccionado para relacionarlos con los datos del problema a investigar. Se establece lo que han investigado dichos autores y se incluyen citas de otros proyectos de investigación.

Capítulo III, Este capítulo describe la metodología para el desarrollo de la estrategia de aprendizaje con LEGO contemplando las diferentes fases que conllevan para el logro del objetivo general como específicos.

Capítulo IV, Se abordan dos estrategias para la inclusión de la robótica en los alumnos de la ESTL de la Licenciatura en Sistemas Computacionales e Ingeniería en Software como son el taller “PROGRAMACIÓN CON LEGO” y un caso de estudio denominado “IMPLEMENTACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN CON LEGO”. Ambos fueron objetos de observación para llegar a resultados que favorezcan la introducción del ROBOT como parte del proceso enseñanza – aprendizaje. Los resultados se muestran en el capítulo VI.

Capítulo V, Se presentan las nuevas técnicas desarrolladas para la implementación del robot LEGO MINDSTORMS NXT en las aulas de la ESTL, con respecto a la estrategia de aprendizaje y las tres metodologías establecidas para la implementación de esta herramienta en las aulas, aplicando y dando forma al caso de estudio y toda la investigación realizada para este proyecto.

Capítulo VI, Se presentan los resultados obtenidos de las evaluaciones aplicadas a los estudiantes de la ESTL, resaltando la forma en que se evaluó a cada estudiante y mostrando los retos propuestos para estas evaluaciones.

2.Marco teórico.

2.1. Introducción

En el marco del aprendizaje se tienen dos conceptos que se involucran con el proceso del desarrollo de la enseñanza – aprendizaje de los alumnos en las aulas, los cuales se enfocan en el concepto de la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer robótica e involucran al alumnado, en el diseño y construcción de creaciones propias, primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador llamadas simulaciones o prototipos. El primer concepto es el constructivismo el cual destaca la construcción del conocimiento, es decir, el conocimiento se manifiesta a medida que el estudiante interactúa con la realidad y realiza las actividades, el segundo es el construccionismo diciendo que no hay mejor manera de lograr el conocimiento que construyendo alguna cosa, permitiendo que en el aspecto pedagógico tenga un avance superior con respecto al proceso que el alumno enfrenta al manifestar el conocimiento que adquiere durante su desarrollo y preparación. (Acuña, 2004)

2.2. Fundamentos del aprendizaje

El desarrollo del aprendizaje a avanzado conforme el tiempo ya que los alumnos tienen un diferente pensar y diferentes habilidades para ello. La disciplina de la robótica pedagógica se genera del nuevo ambiente de aprendizaje que se enfrenta en la actualidad, esta tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. A través de esta se pueden desarrollar y poner en práctica diferentes proyecto que les permitan resolver problemas y les facilite al mismo tiempo, ciertos aprendizajes, creando así las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir la transferencia en diferentes campos del conocimiento. (Odorico, 2004)

En el aprendizaje existen diferentes teorías que se pueden mencionar con respecto al desarrollo y adquisición del conocimiento de los estudiantes, pero en este caso se hace mención de cuatro teorías la cuales se involucran con el proceso de enseñanza – aprendizaje, una de las teorías más resaltables es el constructivismo que es una corriente pedagógica basada en paradigmas educativos, postulando la necesidad de brindar al estudiante herramientas que le permitan construir su propio conocimiento para resolver situaciones problemáticas. Lo que implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo. Se propone un paradigma donde el proceso de enseñanza – aprendizaje se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del estudiante, de modo que el conocimiento sea una construcción auténtica del estudiante. Es aplicada como concepto didáctico en la enseñanza orientada a las acciones. La mente de los estudiantes elabora nuevos significados a partir de la base de enseñanzas. Esta teoría se destaca de Piaget, el enfoque sociocultural de Vygotsky y el aprendizaje significativo de Ausubel. (Payer, 2005)

La primer teoría a relacionar con el enfoque de este proceso es de Piaget (1952) la cual está planteada en el aprendizaje, anunciando que es evolutivo y es una reestructuración de estructuras cognitivas. Describe que las personas asimilan lo que están aprendiendo interpretándolo bajo el prisma de los conocimientos previos que tienen en sus estructuras cognitivas. De esta forma se consigue mantener, ampliar y modificar la estructura cognitiva.

La segunda teoría en la lista es de Vygotsky (1978) el cual afirma que el aprendizaje está condicionado por la sociedad en la que nacemos y nos desarrollamos. Describe la cultura como un juego importante en el desarrollo de la inteligencia de ahí que en cada cultura las maneras de aprender sean diferentes.

La tercera de la lista es de Ausubel (1963) habla de la teoría del aprendizaje significativo, aclara que el término se utiliza como contrario a memorístico. Su punto de partida del aprendizaje es el conocimiento y la experiencia previa. Hace mención de un factor importante, que influye en el proceso de aprendizaje del alumno que es el “*ya sabe*”. En cuanto a esta teoría de hacen mención de algunos puntos los cuales son:

- El aprendizaje adquiere significado si se relaciona con el conocimiento previo.
- El estudiante construye sus propios esquemas de conocimiento.
- Relaciona los nuevos conocimientos con los conocimientos previos. Para ello el material nuevo tiene que estar organizado en una secuencia lógica de conceptos.
- El estudiante debe relacionar conscientemente las nuevas ideas con las estructuras cognitivas previas. Cuando no se tienen bien desarrolladas estas estructuras previas. Solo se puede incorporar el nuevo conocimiento de manera memorística, resultando que se olvida con facilidad.
- El aprendizaje no se produce si no hay interés por parte del alumno. (UOC, 2014)

La cuarta teoría es de Pierre Nonnon y Jean Pierre Theil esta no es descartada ya que escriben que el aprendizaje de muchos conceptos abstractos de tecnología y de ciencias puede ser enormemente favorecido por la robótica pedagógica, aún en las personas que aprenden con muchas dificultades. Exponen cómo puede ayudar la robótica pedagógica en la formación de empleados de bajo nivel de calificación. (R., 2008)

Con la construcción de robots reales ayudando al desarrollo del conocimiento de los alumnos y a la comprensión de conceptos relacionados con sistemas dinámicos

complejos en particular el comportamiento global a partir de dinámicas locales pueden emplearse en el sistema educativo de tres maneras distintas: como objeto de aprendizaje, como medio para aprender y como apoyo al aprendizaje.

Esto es hecho mediante procesos de construcción. Con el objetivo de obtener el comportamiento deseado del estudiante modificando la “mente” y el cuerpo del organismo artificial.

2.3. Aprendizaje

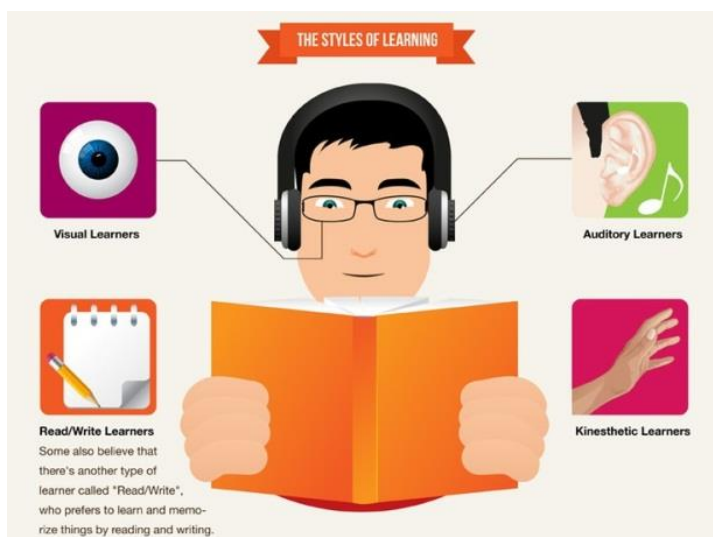
La forma de aprendizaje, conocimiento y atención de cada alumno puede variar con respecto a las capacidades y habilidades de cada uno, cada alumno usa un estilo de aprendizaje diferente para aprender (ilustración 3), practicando en el aula pueden contribuir a un mejor ajuste entre cómo se aprende y como se enseña, por ello el enfoque de la enseñanza que se desarrolla en las aulas debe adoptar un comportamiento que favorezca la funcionalidad de los *estilos de aprendizaje*. Algunos de estos estilos de aprendizaje son:

- **Aprendizaje Visual:**

En donde los alumnos usan la visión verbal (sus ojos) para retener la información. El aprendizaje implica la buena visión en el aula, incluyendo el lenguaje corporal del catedrático. Si el alumno es un aprendiz visual o verbal, entonces los contornos, textos y apuntes en la pizarra le ayudan mucho para registrar la información. Codifica los colores con marcadores y bolígrafos de colores a la hora de leer y resumir.

- **Aprendizaje Auditivo:**

Este método de enseñanza está dirigido a los estudiantes cuyo estilo se orienta más hacia la asimilación de la información a través del oído. La estimulación de audio se emplea a menudo como un medio secundario de encontrar y absorber conocimientos. Solo un pequeño porcentaje de los alumnos tiende a este aprendizaje superando los estímulos visuales.



El **trabajo en grupo** y las **conferencias** son las maneras más eficientes para el que registra y conserva la información a través de la audición. Estudiar con un amigo y comentar sobre los puntos de interés e importancia también ayuda mucho. (Ambrose, 2014)

(Ramón Rubio Gracia et. al, 2003) Describen las pruebas objetivas de las metodologías de evaluación de los alumnos más dinámicas; pues son fácilmente adaptables por parte del

Ilustración 3. Estilos de aprendizaje. (Collazos, 2014)

profesor a los conceptos impartidos y tienen una validez bastante aceptable de los

conocimientos de los alumnos.

En la actualidad, la mayoría de este tipo de pruebas viene ligadas una vez impartida la materia. Por el contrario, presenta una metodología que pretende incluir a las pruebas objetivas en la evaluación continua y diaria de un alumno y que a su vez le sirva como un apoyo didáctico diario. (Ramón Rubio Gracia et. al, 2003)

El docente, es parte esencial en este proceso, juega un papel primordial, como manifiesta Ruiz-Velasco (2007) “El docente debe proveerse los medios de provocar las manifestaciones de conocimientos. Él tiene la necesidad de desarrollar una tipología de situaciones y de conocimientos. El saber se manifestará por las decisiones, la manera de hacer, las declaraciones y sus construcciones”.

Acuña Zúñiga (2004) menciona que “Los profesores se proyectan como facilitadores de procesos de aprendizaje que permiten a los jóvenes asumir responsabilidades en un mundo cambiante. La mediación de los profesores tiene la intención de organizar los contextos y

orientar los procesos de aprendizaje para favorecer la comprensión profunda de temas o problemas”, estos son parte de los conceptos que se deben tener en cuenta cuando se desea que el estudiante construya los robots, partiendo de sus conocimientos y del entorno de aprendizaje que cada uno desarrollara. (Candanedo, 2013)

2.4. Aprendizaje de la programación

Los métodos de enseñanza de programación están basados esencialmente en la ideología que el profesor inculca, los alumnos experimentan únicamente con los problemas o ejercicios que les imparte el mismo.

La construcción y la utilización de herramientas robóticas permiten que el estudiante pueda fabricar sus propias representaciones del mundo que le rodea y esto con la consecuente ventaja de facilitar la adquisición de conocimientos. Seymour Papert (1981), dice que el aprendizaje a través de la robótica va de la mano con el construccionismo ya que el alumno se ve incitado a experimentar con la resolución de diversos problemas o desarrollar sus propias creaciones con el conocimiento que actualmente posee para que de esta manera aprenda construyendo.

Esta teoría se centra fundamentalmente en el arte de aprender o de aprender a aprender, utilizando la tecnología y en la importancia de hacer cosas para aprender. Para Papert la proyección de la intuición y de las ideas resulta ser una parte importante para el aprendizaje. (Colado, 2010)

Pierre Nonnon y Jean Pierre Theil afirman que el aprendizaje de muchos conceptos abstractos de tecnología y de ciencias puede ser enormemente favorecido por la robótica pedagógica, aun en las personas que aprenden con muchas dificultades. Exponen cómo puede ayudar la robótica pedagógica en la formación de empleados de bajo nivel de calificación.

Los elementos del proceso de enseñanza- aprendizaje que están favorecidos por esta disciplina son:

- A. La integración de lo teórico con lo práctico. Es mucho más fácil aprender de fenómenos observables que de teorías complejas y abstractas.
- B. La enseñanza del proceso científico. Se debe conocer cuál es el orden en que debe realizarse el trabajo que permita obtener conocimientos.
- C. La manipulación directa de los mecanismos. Se puede proporcionar capacitación en un laboratorio para efectuar tareas que impliquen el manejo de diversos sistemas.
- D. La explotación de las representaciones gráficas. Se debe enseñar a interpretar información gráfica (curvas, esquemas, tablas, ecuaciones) para poder utilizarla proporcionando una adecuada instrucción en el manejo de ésta.
- E. Utilización de representaciones matemáticas. Cada persona debe ser capaz de crear sus propias representaciones matemáticas de los fenómenos que pueda observar en su alrededor. (Quevedo Raúl, Bouchan Guadalupe, Martínez Patricia)

2.5. Robótica educativa con LEGO MINDSTORMS NXT

Los autores del libro THE LEGO MINDSTORMS NXT IDEA BOOK design, invent, and build (2007), responden a la pregunta "¿Por dónde empiezo?". Incluyen una variedad de robots en este libro, no sólo permite demostrar algunas técnicas de construcción con la nueva pieza de la técnica, sino también a mostrar el poder de programar NXT-G. Se discute el nuevo kit y le dio una gran visión de conjunto de las piezas y partes, para empezar a la construcción y averiguar hasta qué punto NXT se convertirá en su nueva herramienta de aprendizaje.

Los paquetes de actividades que ofrece la guía THE LEGO MINDSTORMS NXT IDEA BOOK design, invent, and build (ilustración 4) son para desarrollar proyectos que se adaptan a programas de estudios particulares. Proponen desafíos e incluyen soporte a los

profesores para asistir a los alumnos a encontrar las soluciones, las cuales LEGO facilita a través de sus libros que contienen una gran cantidad de estructuras e instrucciones para facilitar el uso del robot. (fans, 2007)

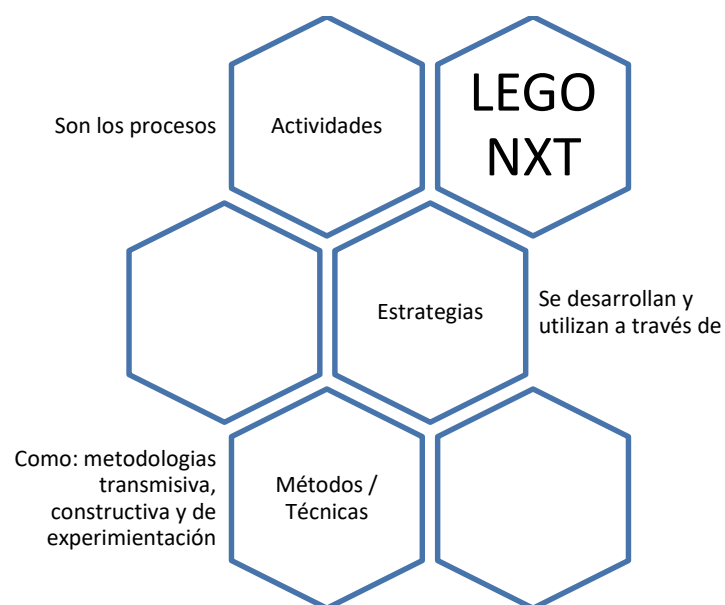


Ilustración 4. *Fundamentos* (fans, 2007)

2.6. Robótica en la educación en el gobierno de el salvador

El Portal educativo de el Salvador organizó una Segunda Feria de Herramientas Tecnológicas la cual obtuvo una asistencia de cerca de mil estudiantes de 55 centros escolares de San Salvador, la cual tiene como objetivo incentivar a los estudiantes en el uso de las tecnologías aplicadas en la investigación. En esta feria se expusieron 75 proyectos, de los cuales 38 son directamente de robótica, los cuáles sirven para desarrollar la creatividad de los estudiantes y otras habilidades. Uno de estos proyectos resaltables es el del ponente Alfonso Alvarenga ingeniero graduado del Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey que plantea el tema de Robótica Educativa. (Salvador, 2014)

La exposición aborda el tema de Robótica Educativa plantea como utilizar la robótica con fines pedagógicos, apegados a los temas curriculares de la educación básica en El Salvador, hace alusión al concepto de Robótica Educativa, contextualizando el trabajo que se promueve dentro del Proyecto de Robótica Educativa en El Salvador, da una breve introducción al proyecto explicando sus puntos estratégicos de ejecución y su etapa actual.

La parte central de la exposición es una demostración guiada de lo que es la incorporación de la robótica en el currículo académico. Explica la metodología que puede servir de guion de clase o guion de proyecto para abordar temas de física y matemática desde el diseño y construcción de un pequeño proyecto. A lo largo de la ponencia, aborda las ventajas y las desventajas que este tipo de herramientas tecnológicas que traen consigo a la educación en El Salvador. (Party, 2014)

2.4. Lego en el ITESM

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey campus Zacatecas se imparten cursos para explorar y construir robots que muestren algunas habilidades humanas. En este curso se hace uso del paquete de robótica LEGO MINDSTORMS NXT para construir robots móviles y el lenguaje de programación Java para darles vida. Este curso está diseñado para cubrirse en 24 horas, cubriendo los siguientes temas:

1. Introducción al Lego Mindstorms NXT
2. leJOS NXJ
3. Java para NXT
4. La API leJOS NXJ
5. Sensores y motores del NXT
6. Proyecto 1: Robot I
7. Robots móviles y manipuladores
8. Control de motores
9. Monitoreo de sensores
10. Proyecto 2: Robot II
11. Competencia de Robots II

Cada tema se cubre en un promedio de 2 horas. Estos proyectos tratan de que los asistentes, construyan y programen en equipo su propio robot, con los conocimientos adquiridos en los temas anteriormente mencionados. (Sandria, 2014)

3.Construyendo soluciones para programar

3.1. Introducción

Para el diseño y experimentación de la robótica educativa inicialmente se necesita de una metodología que permita a los estudiantes construir su propio conocimiento. Privilegiando el aprendizaje inductivo y el descubrimiento guiado. (Ambrose, 2014). En la implementación del diseño de la estrategia de aprendizaje del robot LEGO se utiliza una estrategia de aprendizaje que involucra la educación tradicional y la robótica educativa, está basada en tres metodologías (ver la Ilustración 5).

Por un lado, la **transmisiva** que se usa para explicar los distintos conceptos que poseen; la de **construcción**, ya que se llevar a cabo el montaje de los distintos robots y por último, la metodología de la **experimentación**, (Espejo, 2007/2008) dado que tendrán que superar distintos desafíos como son el *robot humanoide*, *alpha Rex*, *shooterbot*, *brazo robótico*, *color sorter*, *seguidor de línea*, *montacargas*, *tracker*, *everstorm*, *robot explorador*, etc. Estos ejemplos se muestran en la página *web* oficial de LEGO (Group, 2014) y en el programa LEGO MINDSTOMS NXT que incluye el kit.

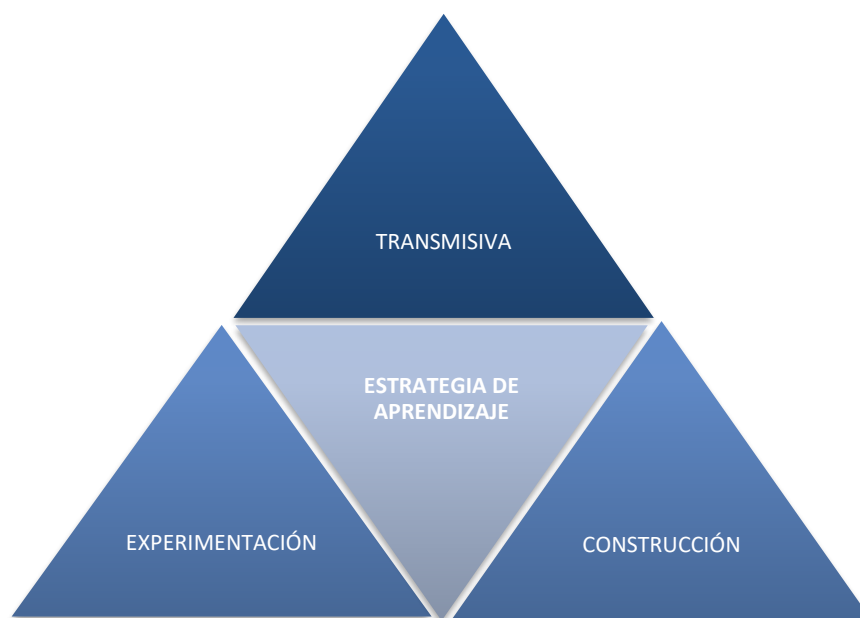


Ilustración 5. *Estrategia de aprendizaje (Group, 2014)*

Con esta estrategia de aprendizaje se busca forjar a los alumnos de la ESTL con nuevas habilidades y conceptos de presentar alternativas de solución eficientes a los problemas del mundo actual.

3.2. Fundamentos de la estrategia de aprendizaje

La estrategia de aprendizaje está diseñada para facilitar lo que se considera es el proceso ideal de aprendizaje el cual se muestra en la ilustración 6. Primero, interesar a los alumnos en los temas de programación ayudándolos a conectar sus conocimientos existentes con el entendimiento de los mismos. Segundo, proveer a los alumnos con una serie de desafíos que los inspiren a encontrar soluciones en equipo o individualmente. Tercero, proveer a los alumnos con herramientas para construir soluciones, de forma que estén activamente involucrados en su aprendizaje. Y por último, asegurarse de que el alumno tenga suficiente diversidad de manera que con diferentes habilidades continuará siendo desafiado y de ese modo extienda su conocimiento y entendimiento.

Las estrategias de aprendizaje están basadas en el conocimiento previo que poseen los alumnos de la ESTL, dichos conocimientos serán de gran ayuda para poder superar los desafíos que se presentan.



Ilustración 6. *Proceso ideal de aprendizaje (Fuente propia).*

3.3. Implementación de LEGO como herramienta

La implementación de la estrategia utilizada para el proceso enseñanza – aprendizaje se expresa en un ejemplo llamado “seguidor de línea”. El cuál toma forma en cada una de las metodologías, llevando así a un proyecto realizado por alumnos de la ESTL de la LSC.

3.3.1. Metodología transmisiva.

Para esta primera etapa de la estrategia de aprendizaje planteada, se identifica el diseño lógico que tiene por objetivo seguir una línea de color oscuro marcada sobre un plano de claro (blanco). Dado que el bloque NXT solo necesitará girar hacia un lado ya que la trayectoria es circular. En este proyecto se generan valores de aprendizaje, por lo cual el robot proyecto cuenta con tres secciones clave para su construcción:

1. Hacer que se mueva.
2. Que sea inteligente.
3. Hacer un sistema.

El hacer que el prototipo se mueva implica una serie de reglas de comportamiento las cuáles se expresa de la siguiente manera:

- Mientras el robot permanezca en la trayectoria, avanzar.
- Si el robot se sale de la línea, gira a la izquierda o derecha para corregir la trayectoria.

De acuerdo a la lógica diseñada para el proyecto se tiene que en lenguaje de programación se utiliza una instrucción condicional, *if*. Además se trabaja con un ciclo que hace que el robot se mueva consecutivamente, haciendo o repitiendo la función hasta que sea apagado o detenido.

El código del programa para este proyecto en lenguaje **C** se muestra en la ilustración 7 y se explica detalladamente en la tabla 1 como es que funciona la programación de este proyecto.

```

#include "NXCDefs.h"
#define PW 50
#define THR 50

void avanza(){
    OnFwd( OUT_BC, PW );
}

void girar_izq(){
    OnFwd( OUT_C, PW );
    OnRev( OUT_B, PW );
}

task main (){
    SetSensorLight( IN_1 );

    while( true ){
        if( Sensor( IN_1 ) > THR )
            girar_izq();
        else
            avanza();
    }
}

```

Ilustración 7. Código lenguaje C. (Zaldivar Navarro, Cuevas Jimenez, & Pérez Cisneros, 2008)

EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO

LÍNEA	DESCRIPCIÓN
1	Incluye una librería para poder cargar / descargar el programa al bloque de LEGO.
2	Se define una variable llamada PW con un valor inicial de 50.
3	Se define la variable llamada THR con un valor inicial de 50.
4	Se crea una función llamada avanza.
5	Dentro de la función avanza, existe una instrucción que establece los motores conectados al puerto B y C avanzan hacia adelante con una velocidad equivalente al valor asignado al valor PW.
6	Se crea una función llamada girar_izq.
7	Existe una instrucción en la que se establece que el motor conectado al puerto C avanzará hacia adelante con una velocidad equivalente a la variable PW.
8	Existe una instrucción en la que se establece que el motor conectado al puerto B avanza en reversa con una velocidad equivalente a la variable PW.
9	Se inicia la función principal MAIN.

10	Se establece que el sensor de luz estará conectado al puerto 1.
11	Se inicializa un ciclo.
12 - 15	Se inicializa una condición, esta compara si el valor del sensor en el puerto 1 es mayor al valor asignado a la variable THR, siendo así se realizará la función girar_izq que está en la línea 6, en caso contrario realizará la función avanza (línea 4) y el ciclo seguirá en función hasta que el usuario detenga el programa.

Tabla 1. Explicación del código en C de seguidor de línea (Zaldivar Navarro, Cuevas Jimenez, & Pérez Cisneros, 2008)

3.3.2. Metodología de construcción.

En el proceso de construcción del modelo (ver ilustración 8) de LEGO MINDSTORMS nos permitirá resolver el primer desafío del seguidor de línea. Se provee la información al alumno de la LSC de cuáles son los componentes del robot, el funcionamiento de cada una de ellas, las piezas que contiene el kit, la manera en que se programa el bloque y con que se alimenta el bloque para que todos los complementos funcionen correctamente en conjunto o individualmente.



Ilustración 8. Ejemplo de un modelo LEGO para construcción. (Fuente propia)

Para la evaluación, el alumno debe de conseguir superar el desafío o propuestas que se vaya planteando, tanto en su construcción como en su lógica.

3.3.3. Metodología de experimentación.

Las reglas no contemplan que el robot se salga de la línea por el lado izquierdo. Si esto pasa. El robot deberá regresar a su trayectoria girando hacia la derecha.

En este ejemplo se mostrara como funciona y se programa el condicional `if` con el programa LEGO MINDSTORMS NXT 2.0, este método es mucho más simple y entendible que los lenguajes de programación tradicionales y es mucho más gráfico. Aunque la forma tradicional no deja de ser menos importante. (Ver ilustración 9)

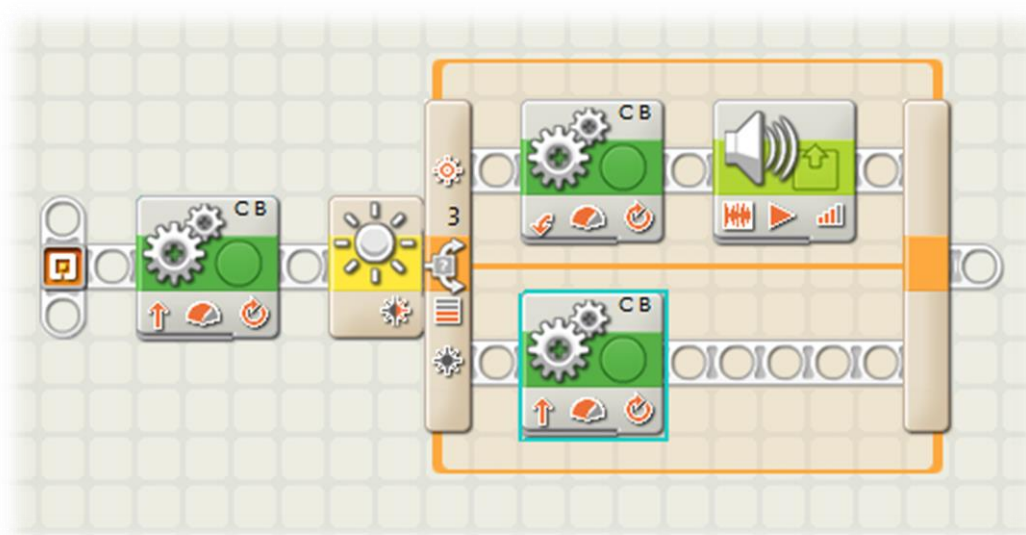


Ilustración 9. Programación LEGO. (Fuente propia)

Esta imagen se diseña gráficamente el código en C que anteriormente (ver figura 7) se planteó, el cual de una condicional básica de un robot armado de tal manera que funcione como un seguidor de línea, la función consta de que el robot realizara un movimiento hacia enfrente y lo que tenemos dentro del rectángulo naranja son las operaciones o las funciones que realizará el robot que cuenta con un sensor de luz capaz de detectar la iluminación y la oscuridad, de tal manera que el robot inicialmente avanzara hacia adelante y esperara a que el sensor de luz detecte algo, si detecta mucha luz, entonces se ejecutara la función de arriba que está dentro del rectángulo naranja que es el condicional

`if` y la función será retroceder y dar vuelta a la izquierda y emitir un sonido y en caso contrario, si el robot sigue censando sombra u oscuridad, seguirá su curso en línea recta hasta encontrar un punto de refracción que lo haga retroceder.

3.4. Soluciones con LEGO

3.4.1. Robótica como apoyo en el aprendizaje

Una de las propuestas pedagógicas son las nuevas tecnologías que pueden emplearse en el sistema educativo de la informática de tres maneras distintas 1) como objeto de aprendizaje, 2) como medio para aprender y 3) como apoyo al aprendizaje. Siendo que el robot puede convertirse en una herramienta útil para facilitar el aprendizaje en diversa áreas de conocimiento.

Este tipo de propuestas pedagógicas son rechazadas por diferentes aspectos y uno de ellos es *"Si los maestros carecen de tiempo, incentivo o ingenio para proporcionarlo, si los estudiantes se sienten demasiado desmoralizados, aburridos o distraídos para prestar la atención que sus maestros necesitan recibir de ellos, entonces ése es el problema educativo que hay que resolver y resolverlo a partir de la experiencia de los maestros y los estudiantes. Si en vez de ello se recurre al ordenador, no es una solución, sino una rendición"*. (Roszak, citado en Romero, 1999)

Para esto Begoña Gros resume en el siguiente cuadro (ver tabla 2) la relación entre tipos de programas de computadoras, teorías del aprendizaje y modelos instructivos:

TIPOS DE PROGRAMAS	TEORÍAS DEL APRENDIZAJE	MODELOS INSTRUCTIVOS
Enseñanza asistida por ordenador (primeros programas)	Conductismo	Aprendizaje basado en la enseñanza programada
Programas multimedia de enseñanza, simulaciones hipertextos	Cognitivismo	Aprendizaje basado en el almacenamiento y la representación de la información
LOGO, micro mundos	Construccionismo	Aprendizaje basado en el descubrimiento
Programas de comunicación	Teorías sociales de aprendizaje	Aprendizaje colaborativo

Tabla 2. *Relación entre programas, teorías y modelos.*

El sistema educativo no puede quedar al margen de los nuevos cambios. Debe atender a la formación de los nuevos ciudadanos y la incorporación de las nuevas tecnologías ha de hacerse con la perspectiva de favorecer los aprendizajes y facilitar los medios que sustenten el desarrollo de los conocimientos y de las competencias necesarias para la inserción social y profesional de calidad. Debe también evitar que la brecha digital genere capas de marginación como resultado de la alfabetización digital.

Aunque las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) han sido ya incorporadas a los procesos educativos, aun no existe un documento que informe que ha mejorado los resultados académicos, sin embargo ha existido una transformación obtenidas en el modo de hacer. Se ha observado que las tecnologías de la información, suscitan la colaboración en los alumnos, les ayuda a centrarse en los aprendizajes, mejoran la motivación y el interés, favorecen el espíritu de búsqueda, promueven la integración y estimulan el desarrollo de ciertas habilidades intelectuales tales como el razonamiento, la resolución de problemas, la creatividad, la capacidad de aprender a aprender y a la investigación. Para los profesores las tecnologías informáticas han servido hasta ahora para facilitar la búsqueda de material didáctico, contribuir a la colaboración con otros catedráticos e incitar a la planificación de las actividades de aprendizaje de acuerdo con las características de la

tecnología utilizada. Este procedimiento se enmarca dentro de la enseñanza tradicional como complemento o enriquecimiento de los contenidos presentados.

3.4.2. Robótica del sector productivo

El campo de trabajo y experimentación en cuanto al uso de robots como apoyo al aprendizaje es muy amplio. Es importante conocer las diferentes plataformas y su utilidad en los diferentes niveles educativos y en las diferentes áreas de aprendizaje. La robótica en el campo industrial, expresa la síntesis del desarrollo científico de la humanidad iniciándose con las máquinas simples, continuando con las máquinas complejas motorizadas y posteriormente automatizadas a través de la computadora utilizando *software* de control y automatización. (Ver ilustración 10)



Ilustración 10. *Robótica en el campo industrial*

3.5. Desarrollo de la Robótica Educativa con LEGO

Antes de adentrarnos más al ámbito de la Robótica Educativa debemos de saber exactamente cuál es el significado de este concepto. ¿Qué es la robótica educativa?, ya que este trabajo está basado en los principios de este concepto. Primero la robótica educativa

por su versatilidad no tiene solo una definición, se puede obtener una definición dentro de su impacto destacable en el aprendizaje facilitado de tópicos matemáticos, físicos, electrónicos, informáticos y también de la eficiencia del desarrollo de la creatividad o del trabajo en grupo. En este caso lo definiremos en base al entorno de aprendizaje multidisciplinario donde el estudiante obtiene un conocimiento fuerte motivado por la creación de construcciones donde inserta su creación, este enfoque se da en el “aprender haciendo”. Esta nueva solución integral de aprendizaje, permite a los estudiantes el alto grado de motivación, descubre la programación controlando dispositivos reales de entrada y salida. Con la herramienta LEGO MINDSTORMS NXT y la robótica educativa se pretende utilizar los recursos tecnológicos en las asignaturas de la LSC e IS como factor de motivación, a partir del interés y construir el conocimiento del estudiante.

4. Robótica educativa en las aulas de la ESTL

4.1. Introducción

La robótica aplicada con la estrategia consiste en la descripción del cómo es que LEGO y la programación tradicional son similares y pueden interrelacionarse para la enseñanza – aprendizaje en la ESTL en el área de la LSC e IS, tomando en cuenta que la programación de LEGO ya tiene una interfaz dinámica con la cual el estudiante puede interactuar de manera creativa y funcional.

4.2. Aprendizaje basado en problemas

4.2.1. Cubo Rubik con LEGO EV3

El robot CUBESTORMER 3 armado con el robot lego EV3 en conjunto con un procesador de tecnología ARM de un teléfono Samsung Galaxy S4 ha sido capaz de superar el record mundial humano (5.555 segundos) y de su predecesor el CUBESTORMER II (5.270 segundos) en la resolución del Cubo de Rubik con un tiempo de 3.253 segundos.

Este proyecto se mostró el 15 de marzo de 2014 en la feria Big Bang en Birmingham, Inglaterra. Fue realizado por David Gilday y Mike Dobson.

El tiempo para realizar este proyecto fue de alrededor de 18 meses y es capaz de manipular el cubo mediante el uso de cuatro brazos robóticos que son controlados por 8 bloques de Lego EV3. (Media, 2014)



Ilustración 11. Proyecto CubeStormer 3 y creadores. (Media, 2014)

4.2.2. Impresora braille con LEGO EV3.

Normalmente las piezas de LEGO sirven para dar rienda suelta a la imaginación de los niños, pero a veces también son la base para proyectos que pueden cambiar vidas. (Raya, 2015)

El proyecto de Shubham Banerjee es un aprendizaje basado en problemas, los cuales benefician a la sociedad. Este proyecto es una impresora braille que ayuda en la vida diaria de las personas con discapacidad visual. Este proyecto de nombre “*startup Braigo Labs*” que está armado por un niño de 13 años que vive en el suburbio californiano de Santa Clara, muy cerca de la sede central de Intel, el sorprendió a la empresa Intel Corp., ya que en este se usa uno de su microprocesador que pasa el texto a braille antes de imprimirlo. El objetivo de Shubham Benerjee es el de hacer a la tecnología más accesible y simple, ya que

estas impresoras son muy costosas, creando así la esta impresora de 350 dólares con un peso de 9 kg.

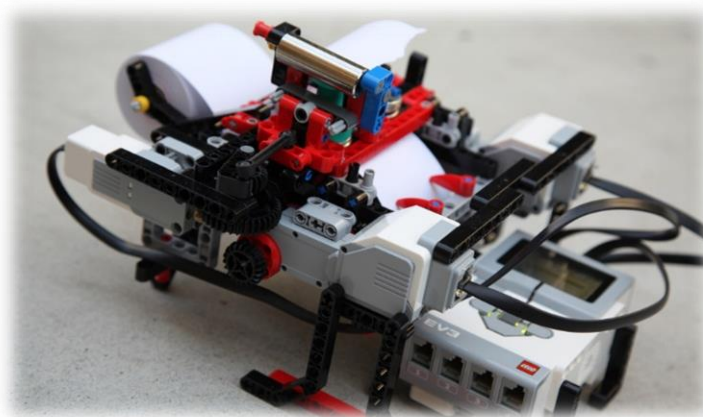


Ilustración 12. *Impresora Braille. (Raya, 2015)*

4.3. La robótica como herramienta para la educación

En la implementación en el tercer congreso de las TIC en la ESTL, un estudio realizado por los alumnos de la institución UAEH-ICBI “*Evaluación del nivel de identificación y comprensión de los componentes de la estructura cíclica, dentro del contexto de los algoritmos iterativos*” mostrando que el problema del aprendizaje de la programación está en la parte de los ciclos de programación básica, a lo aunque conlleva que el funcionamiento principal de un robot que es la función de repetición, es hacer una serie de pasos de manera ordenada y precisa que puede representarse como un algoritmo, y ese algoritmo puede o no repetirse, según desee el usuario, y por tanto el robot puede ser utilizado para aprender ese tipo de programación con ciclos.

Las partes que componen un algoritmo iterativo o que contiene ciclos (Rice y Rice, 1973), son:

1. El inicio o condición inicial (instrucción acerca de dónde y cómo empezar el ciclo). Es necesario en la mayoría de las iteraciones.
2. El conjunto de instrucciones que deben llevarse a cabo.
3. La prueba o condición lógica de paro (para comprobar si el ciclo ha terminado).
4. La modificación o contador del ciclo (para continuar la siguiente repetición, si es necesario).

Los ciclos se clasifican en:

- a) *Ciclos con un número determinado de iteraciones.* Son aquellos en que el número de repeticiones es determinable antes de ejecutarse el ciclo. Este número de iteraciones se puede obtener de la definición del problema, o bien, mediante una entrada de datos cuando el problema indique que un conjunto de acciones se debe efectuar para n ocurrencias. En el lenguaje C/C++, las sentencias repetitivas que siguen este patrón son `while` y `for`.
- b) *Ciclos con un número indeterminado de iteraciones.* Son aquellos en donde el número de repeticiones permanece indeterminado durante la ejecución del ciclo, y el proceso repetitivo termina hasta que el usuario lo indique dentro del ciclo, sin importar cuántas iteraciones se hayan efectuado (Bores y Rosales, 1993). Dentro del lenguaje C/C++, las sentencias que presentan esta estructura son `go-to` y `do-while`.

Para examinar el nivel de identificación y comprensión de las estructuras cíclicas, contenidas dentro de sentencias cíclicas como `while`, `do-while` y `for`, pertenecientes al lenguaje C/C++, se propone desarrollar un estudio de tipo cuantitativo, basado en el siguiente método:

- 1) Diseñar dos test exploratorios que permitan cuantificar, uno, el nivel de identificación y el otro, el nivel de comprensión que poseen los estudiantes, sobre tres componentes de los ciclos (condición inicial, contador y condición lógica de paro del ciclo).

- 2) Desarrollar instrumentos de evaluación para las evaluaciones exploratorias, que cuantifiquen las respuestas recabadas de los estudiantes (tablas estadísticas).
- 3) Aplicar ambos test, en sesiones diferentes, a los grupos de estudiantes seleccionados.
- 4) Recabar los datos proporcionados por los encuestados en el test aplicado, por medio de los instrumentos de evaluación.
- 5) Organizar y analizar los resultados obtenidos.

4.4. Proceso de construcción

En la primera etapa del desarrollo del tema se tiene una gama de información, parte de ella fue proporcionada por la coordinación de la LSC de la ESTL. La recopilación de la información se basa en los programas obtenidos la cual dice que hay 69 materias en total de la carrera de las cuáles 33 contienen la programación de algún lenguaje en el plan de estudio.

<i>TOTAL DE MATERIAS</i>	<i>69</i>	<i>100%</i>
<i>Materias con programación</i>	33	48%
<i>Materias sin programación</i>	36	52%

Tabla 3. Materias de la curricular de LSC. (Fuente propia)

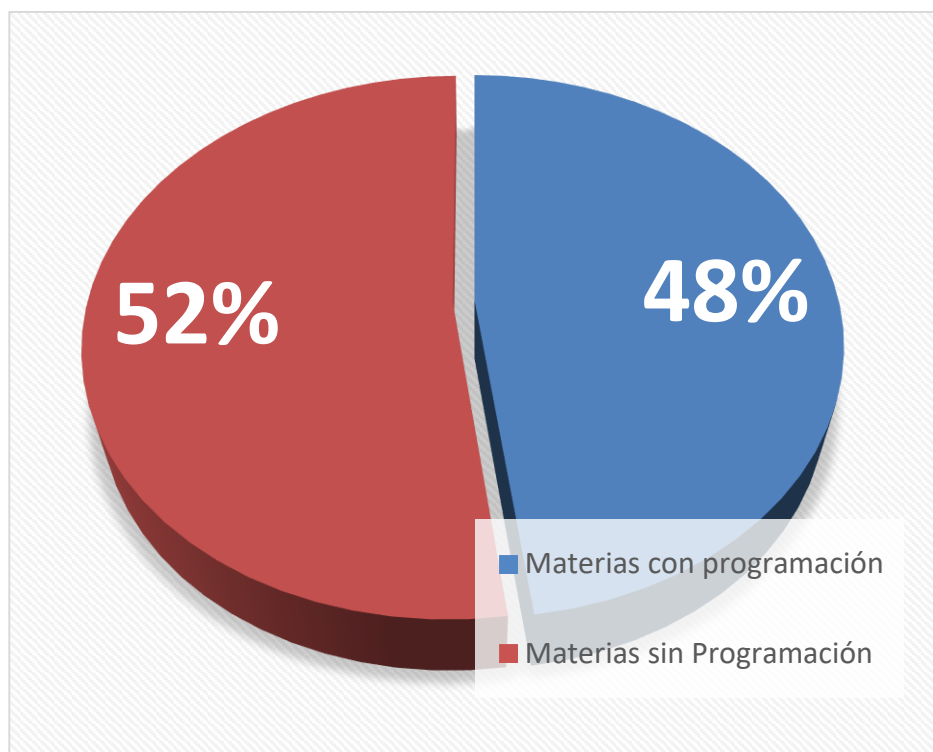


Ilustración 13. *Grafica de pastel de porcentaje de materias (Fuente propia).*

El 48% de las materias con programación se representan en la tabla 3 e ilustración 13, el porcentaje representa una proximidad al 50% de todo el plan de estudios en que se aplica en las diferentes modalidades y durante cada uno de los semestres de la LSC.

Mediante el análisis del plan de estudios de la licenciatura se manifiesta que de forma incluso no planificada, la robótica se utiliza como instrumento en la enseñanza y el aprendizaje, tanto por parte de los docentes, como por parte de los alumnos, fundamentalmente en cuanto a la presentación y búsqueda de información. El enfoque principal debe estar relacionado con los objetivos de cada materia y de los aprendizajes, será una utilización puntual dentro de una unidad de trabajo, igual que puede utilizarse cualquier otro material, pero sin que afecte al enfoque metodológico general.

El plan de estudios de la Licenciatura en Sistemas Computacionales está integrado por cuatro áreas de formación y/o curriculares. (Hernandez, 2014)

- **Ciencias Básicas y Matemáticas.**

Es fundamental para el plan de estudios en virtud de que contribuye a la formación del pensamiento lógico – deductivo del estudiante y además le proporciona una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza.

- **Ciencias de la Ingeniería (Ingeniería Básica).**

Es importante porque sirve de enlace entre las ciencias Básicas y la aplicación de la Ingeniería. Esta área tiene como fundamento a la anterior pero desde el punto de vista de la aplicación creativa del conocimiento.

- **Ciencias sociales y humanidades**

Se debe considerar en el plan de estudios con el fin de formar profesionales conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de toma de decisiones.

- **Otros cursos: Ingeniería Aplicada.**

Se consideran los procesos de aplicación tanto de las Ciencias Básicas como de la Ingeniería, para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas, debiendo estar incluidos los elementos fundamentales del diseño, abarcando aspectos tales como el desarrollo de la creatividad, metodologías de diseño, análisis de alternativas, problemas económicos y de seguridad, así como impacto social.

Las áreas y materia involucradas con la programación son esenciales para la formación profesional del estudiante, pero también es implícitamente importante la relación entre catedrático – alumno, por tanto en una encuesta realizada a los catedráticos de la LSC en el ámbito de la programación se muestra el interés de parte de ellos hacia el proceso

enseñanza – aprendizaje de los estudiantes. Se hace noción a la participación de catedráticos con la integración de la herramienta LEGO MINDSTORMS NXT en las aulas y materias correspondientes a programación. La encuesta descrita en la tabla 4.

PREGUNTA	
¿Al inicio del curso, el alumno cuenta con el conocimiento previo?	
¿Qué porcentaje de los alumnos cuentan con este?	
¿Cuál considera que sea el problema del aprendizaje de su materia y por qué?	
Como considera que el alumno pueda obtener el máximo aprovechamiento de la materia.	
¿Cree usted que la implementación de un robot LEGO MINDSTORM, ayude a reforzar el conocimiento del alumno en la materia que imparte?	

Tabla 4. Encuesta realizada a catedráticos de la ESTL (fuente propia)

Los alumnos no son los únicos interesados y beneficiados en la integración de la herramienta LEGO MINDSTORMS NXT en las aulas de la ESTL en las carreras de LSC e IS, también lo son los catedráticos.

4.5. Aplicación de la estrategia de aprendizaje

En la UAEH – ESTL se organizó el Tercer Congreso Nacional de TIC 2014, en el cuál se llevó a cabo un taller con el robot LEGO MINDSTORM con una asistencia promedio de trece alumnos interesados, este se seccionó en dos etapas para analizar el comportamiento de los participantes, la primera etapa que fue el armado de LEGO MINDSTORM NXT

Educativo (ver ilustración 14), la segunda etapa “la programación” el Robot en LEGO MINDSTORM NXT.

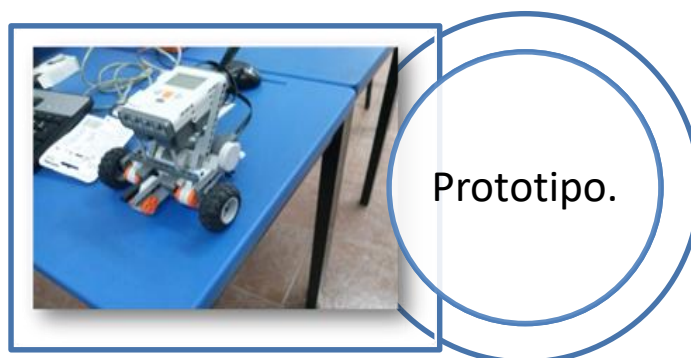


Ilustración 14. *Prototipo final taller LEGO. (Fuente propia)*

El desarrollo del taller de lego comenzó con una breve explicación de lo que es el robot lego, una ligera platica de lo que se puede lograr con el robot, posteriormente el tutor del taller repartió el kit de lego para poder explorarlo y observar las piezas, los sensores, los motores y todo lo que posee el kit y explico brevemente el funcionamiento de cada uno de los dispositivos que maneja el robot. (Ver ilustración 15)



Ilustración 15. *Material utilizado en el taller LEGO. (Fuente propia)*

Después se ejecutó el programa de LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 para poder conocerlo y se explicó cómo es que funciona el software del robot y posteriormente, se comenzó con la construcción de uno de los robots prediseñados y solo se siguieron las instrucciones que el mismo software mostraba para lograr armarlo. (Ver ilustración 16).



Ilustración 16. Programación de taller LEGO. (Fuente propia)

Después de un tiempo se pudo observar como los participantes del taller prestaban demasiada atención a cada detalle del armado para comprobar cómo es que el robot funcionaba y lograba los objetivos deseados, este fue el motivo a seguir construyendo para posteriormente programarlas a como el software indicaba.

Una vez ensamblado todo, los participantes procedieron a programar su prototipo con ayuda del asistente del programa, este fue indicando que función es la que debían introducir y a su vez explicaba brevemente que es lo que realizaba dicha función y así se comprendía mucho mejor el funcionamiento del robot.

Posteriormente, realizado el procedimiento, se carga el programa al bloque del robot LEGO MINDSTORMS NXT, se busca el programa para ejecutarlo, dando así el resultado esperado a los participantes del taller haciendo que el prototipo haga lo que se le ha indicado.

Con el fin de conocer los resultados de satisfacción de los asistentes a dicho taller se diseñó una encuesta sencilla, representando un porcentaje de interés del alumnado en el robot LEGO MINDSTORMS NXT y la capacidad de aprendizaje del mismo.

Pregunta 1. ¿Te pareció que el taller de LEGO fue interesante?

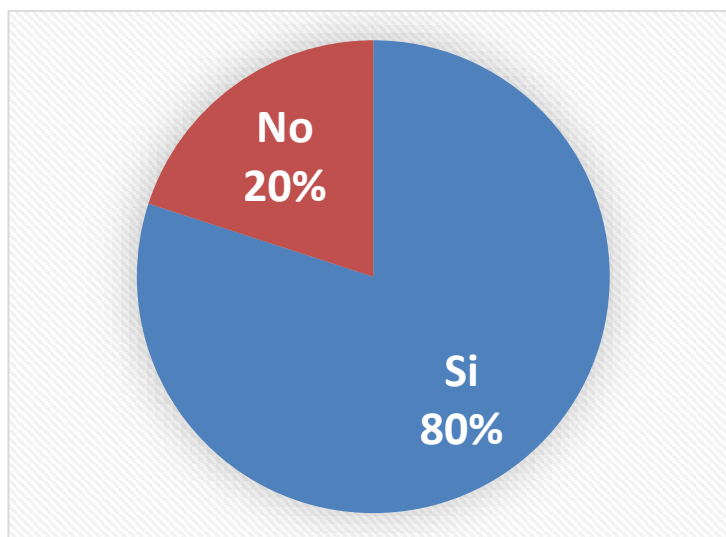


Ilustración 16. *Grafica de encuesta pregunta 1(fuente propia)*

El 80% de los participantes a este taller adquirió el grado de interés esperado, ya que estos encontraron la manera de aplicarlo en sus materias y le vieron un sentido a lo que armaban y programaban, incrementando el gusto por programar este tipo de robots.

Pregunta 2. ¿Te gustaría que en tus clases de programación se implementara la programación de un robot LEGO?

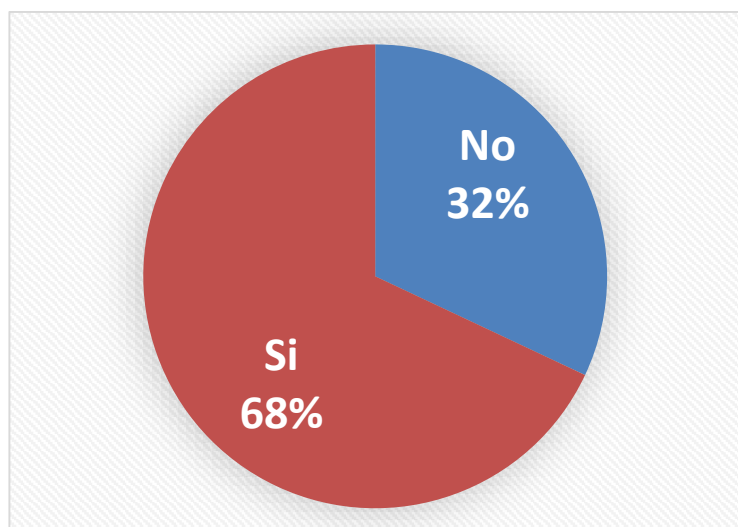


Ilustración 17. Grafica de encuesta pregunta 2 (fuente propia)

Ya que la mayor parte de los participantes adquirieron el interés por este robot, por mismo este interés se convirtió en una aceptación de parte del alumno para que este robot forme parte de su formación y clases. Dándonos un 68% de aceptación de esta herramienta LEGO en las aulas de la ESTL.

Pregunta 3. ¿Crees que la implementación del robot LEGO en tu institución pueda mejorar el aprovechamiento de las materias de programación?

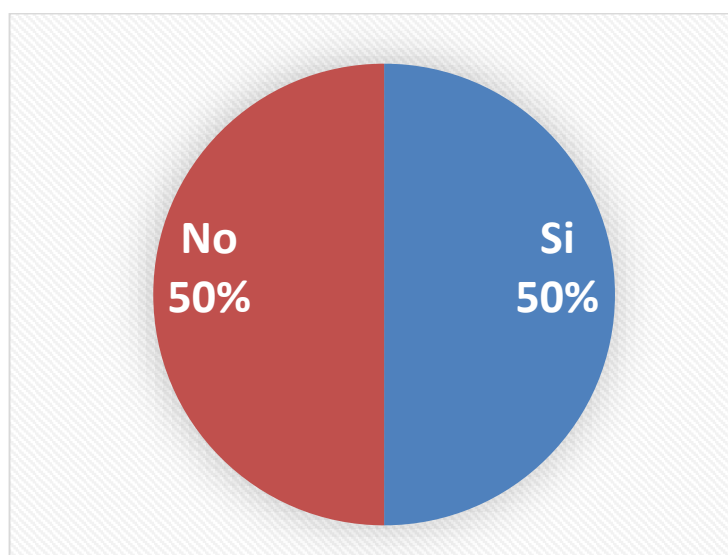


Ilustración 18. Grafica de encuesta pregunta 3 (fuente propia)

En este sentido tanto puede tener un avance como no lo puede tener, ya que cada alumno tiene diferente forma de hacer, pensar y programar.

Pregunta 4. ¿Consideras que tus conocimientos de programación son suficientes para poder construir y programar a tu gusto un robot con funciones básicas?

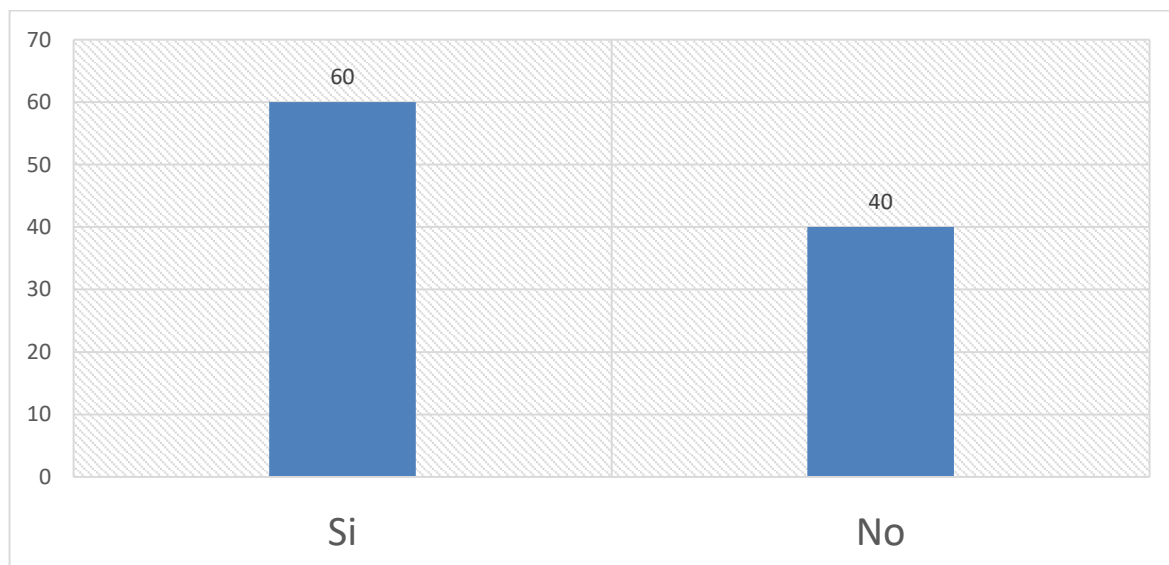


Ilustración 19. *Grafica de encuesta pregunta 4 (fuente propia)*

El 60% de los alumnos participantes se siente capaz de programar este tipo de robots automatizados, para poner en práctica sus conocimientos y proponiéndose un reto en su formación profesional.

5.Desarrollo de nuevas técnicas

5.1. Introducción

Para el desarrollo de una nueva técnica es necesario implementar y ejecutar evaluaciones, las cuáles necesitan un rumbo fijo que se base en el conocimiento del alumno y la forma tradicional en que se enseña en la ESTL. Para esto se planifica un caso de estudio en base a los componentes y las metodologías propuestas en un principio. En el desarrollo e implementación de esta nueva técnica y evaluaciones es necesario interactuar con alumnos de la misma institución de la LSC y actualmente IS. Permitiéndonos que se destaquen los conocimientos y capacidad motriz que posee cada uno de estos alumnos así también como su interés por la programación que viene siendo nuestro punto de interés en esta investigación. Haciendo que estas nuevas técnicas de enseñanza – aprendizaje tomen un lugar en la ESTL.

5.2. Caso de estudio

5.2.1. Implementación de la programación con LEGO MINDSTORMS.

Al implementar el robot LEGO MINDSTORMS en conjunto con un caso de estudio, se necesita de una evaluación que permita identificar y obtener algunos resultados adquiridos por el alumno a través de la estrategia del aprendizaje, dando una solución y plantear la

situación real del avance en el aprendizaje del alumno en la programación, proporcionando datos concretos para reflexionar, analizar y discutir en grupo las posibles salidas.

Objetivo para el caso de estudio.

Analizar y aplicar técnicas, metodologías, formas y estrategias para la implementación y desarrollo de la programación con la herramienta LEGO MINDSTORMS, con el fin de alcanzar e interactuar con el alumno de la LSC y actualmente IS y darle un amplio campo de aplicación.

Metodología.

La fusión de la estrategia de aprendizaje y el caso de estudio basado en problemas y proyectos, tendrá un amplio aprendizaje de práctica de los estudiantes. Desarrollando este tipo de proyectos en grupo que impliquen el integrar diferentes aspectos de la robótica para una aplicación específica del conocimiento de la programación.

Habilidades, actitudes y valores.

La aplicación de esta herramienta en las aulas de la ESTL fomenta el trabajo en equipo, reforzando la colaboración y la solución de problemas. El aprender por cuenta propia y la innovación, así como la capacidad de análisis y síntesis, son algunas habilidades que el alumno adquiere mediante la aplicación del robot LEGO MINDSTORMS NXT en el aula.

Requisitos.

Fundamentos de Inteligencia Artificial.

Programación estructurada.

Programación Orientada a Objetos.

Computación para Ingeniería.

Temario.

Tomando como ejemplo para basar en este caso, el programa curricular de la LSC del tercer semestre, que integra la programación orientada a objetos. Que es un aproximado de temas que podrían interactuar con la herramienta y su programación.

1. Introducción a los lenguajes de programación.
2. Programación orientada a objetos.
 - 2.1 Mecanismos Básicos.
 - 2.2 Características relevantes
 - 2.3 Ventaja orientada a objetos.
 - 2.4 Funciones
 - 2.5 Inicialización de un Objeto
 - 2.6 Destrucción de un objeto
 - 2.7 Miembros estáticos
 - 2.8 Funciones amigas
 - 2.9 Relaciones entre clases
 - 2.10 Relaciones
 - 2.11 Herencia
 - 2.12 Polimorfismo
 - 2.13 Manipulación de cadenas
3. Entorno de desarrollo visual
4. Biblioteca de clases
5. Comandos y mensajes
6. Controles y menús
7. Implementación.

Tema del caso.

Implementación del robot LEGO MINDSTORMS NXT en el aula.

5.2.2. Planeación del caso de estudio.**Situación.**

Imaginar que con LEGO MINDSTORMS NXT se puede construir un robot completo, con sensores, motores, engranajes, reductora, estructuras, poder programarlo y configurarlo, y

todo sin soldar, taladrar o pegar. Esta herramienta será de gran ayuda a los alumnos de la LSC para poder implementar, desarrollar e incrementar su aprendizaje de programación.

La aplicación permite que el alumno interactúe físicamente con un robot mecanizado que es programado, en diferentes entornos o escenarios educativos como la mecánica o electrónica.

Infraestructura.

Para la aplicación de este proyecto se requiere de una infraestructura del Laboratorio de Sistemas Inteligentes que incluya diferentes robots, cámaras de video, computadoras y *software* de desarrollo.

5.2.3. Preguntas a desarrollar.

Las preguntas a desarrollar en el avance de este proyecto se dan en un nivel de comprensión, para poder comprender y analizar cuál es la manera en que el alumno adquiere su conocimiento a través de la manipulación de la herramienta LEGO y la teoría que se le está proporcionando. Y así favorecer el objetivo de enseñanza – aprendizaje.

1. Analizar el desarrollo de aprendizaje del alumno mediante una serie de pruebas o evaluaciones constantes.
2. ¿La evaluación o prueba es favorable para la enseñanza – aprendizaje como una nueva forma de enseñanza?
3. Los conocimientos del alumno: cuales son al principio de la evaluación y cuales son al finalizar la evaluación.
4. ¿La interacción del aprendizaje con lo técnico es favorable para el desarrollo del alumno?
5. ¿Cuáles son los procedimientos para asegurar que todos los involucrados saben comprender y aplicar la estrategia diseñada para la adquisición del conocimiento adecuado?
6. ¿Quién es el responsable de evaluar la implementación de la estrategia?

7. ¿Cuál es la relación entre la enseñanza tradicional y la enseñanza con la herramienta de aplicación LEGO NXT?
8. ¿Quiénes son los usuarios principales de la herramienta de desarrollo?
9. ¿Cuáles son los conocimientos que adquiere el estudiante mediante el uso de la herramienta de aplicación LEGO NXT?
10. ¿Quién es el responsable de emitir el conocimiento a los estudiantes acerca de la herramienta LEGO NXT?

5.2.4. Roles de los grupos de trabajo.

El número de alumnos que realizarán la prueba del caso de estudio son cuatro, de los cuales se obtendrán los resultados necesarios para evaluar los conocimientos en programación de los alumnos, se deben tomar diferentes niveles de la carrera LSC para así poder concretar los diferentes aspectos del conocimiento en programación que tienen los alumnos. Al recolectar estas evaluaciones, también reflejara las deficiencias al resolver un problema con la ayuda de un lenguaje de programación por parte del alumno, pero también servirá al maestro a cambiar, modificar o reforzar su estrategia en estos temas.

5.3. Desarrollo del pensamiento lógico

5.3.1. Seguidor de línea en lenguaje NXT-G.

Resumen:

Antes de comenzar a programar, se deberá definir la idea del funcionamiento del seguidor de línea, este tendrá diferentes utilidades como moverse por una línea trazada en diferentes caminos realizando algunas tareas. Se elaborará y estructurará la forma física del seguidor de línea NXT ejecutando dicho programa así como los sensores que se utilizaran.

Para esta evaluación se mostrará la forma de hacer que el robot LEGO NXT siga una línea, equipado con un sensor de luz, planteando, diseñando y desarrollando un robot capaz de seguir una línea negra sobre una superficie blanca.

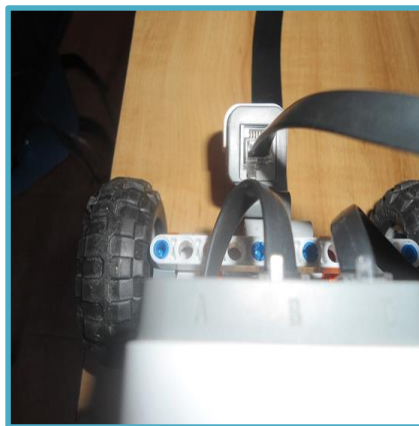
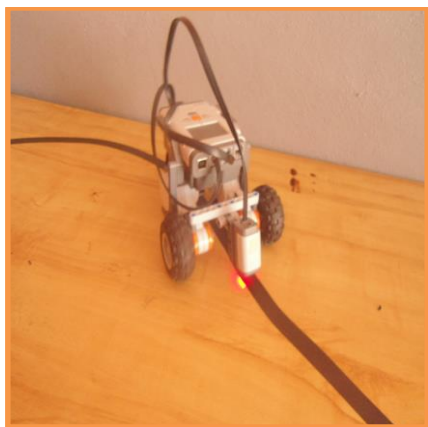


Ilustración 20. Prototipo, seguidor de línea (fuente propia)

El resultado final será el diseño de un controlador encargado de guiar al robot, el cual será programado con LEGO MINDSTORM NXT. Su configuración será detectar cuando sale y entra de la línea, utilizando el sensor de luz en modo activo, de tal modo que la luz emitida por el sensor sea reflejada con mayor intensidad sobre la superficie blanca, realizando un movimiento que le permita regresar a la línea haciendo girar una rueda mientras se refleja la luz y por otra parte, la otra se mantiene estática.

De igual forma, cuando la intensidad de la luz reflejada sea menor, o mejor dicho, cuando se encuentre sobre la línea negra, el robot deberá detener la rueda que giraba mientras estaba en la superficie blanca y moverá la contraria, con ello, el robot realizara un movimiento en *zig-zag* sobre uno de los bordes de la línea, repitiendo el proceso de flujo como infinito.

Esto puede representarse en el siguiente diagrama de flujo ver ilustración 21.

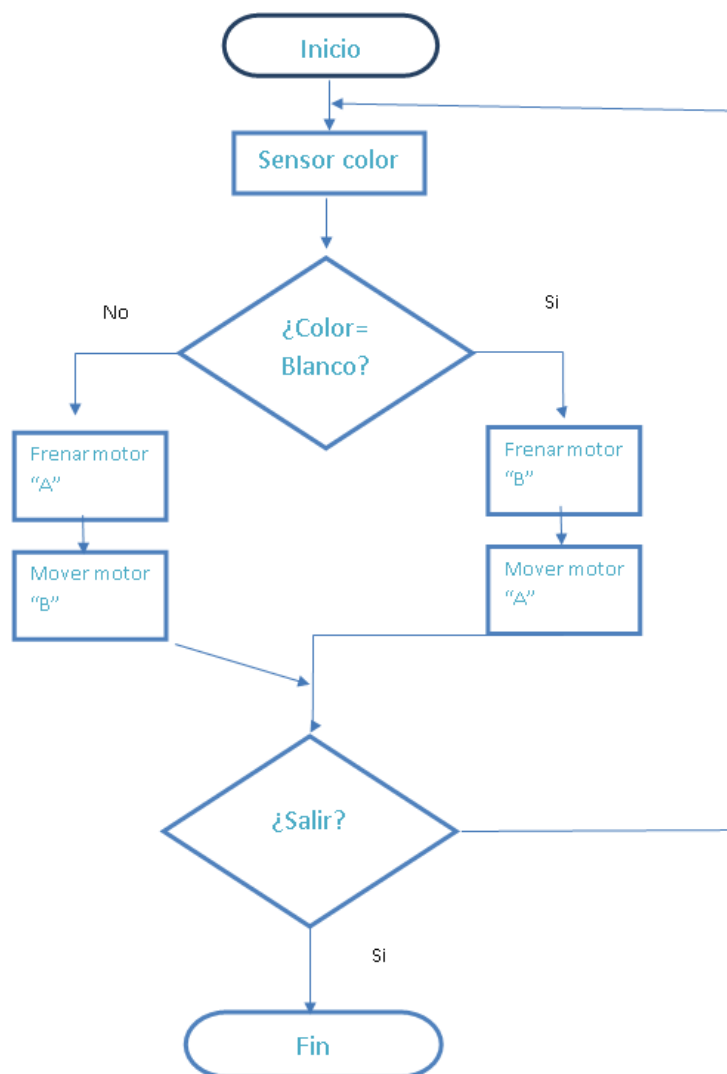


Ilustración 21. Diagrama de flujo de seguidor de línea (Fuente propia).

5.4. Proceso y estructura del conocimiento

5.4.1. Desarrollo de seguidor de línea

El seguidor de línea deberá llevar en su parte delantera el sensor de luz apuntando hacia abajo con una distancia de 5 milímetros con respecto a la superficie sobre la que se mueve.

Una vez que se han establecido los parámetros de funcionamiento del robot y su estructura física, se procederá a crear un programa nuevo mediante el menú file, o bien con el botón nuevo programa de la barra de herramientas del *Software* LEGO MINDSTORMS NXT.

El robot que se construirá, realizará la tarea de desplazarse, sobre el borde de la línea negra, una cantidad indeterminada de veces. Por lo tanto, el programa se desarrollará dentro de un ciclo infinito. El Bloque que identifica esta función tiene el nombre de LOOP (ciclo en inglés), el cual se colocara junto al punto de inicio, en la marca Start (inicio). Este puede obtenerse de la paleta de programación común, al igual que todos los bloques que se ocupan para esta práctica. El ciclo infinito deberá verse en el área de trabajo como en la ilustración 22.

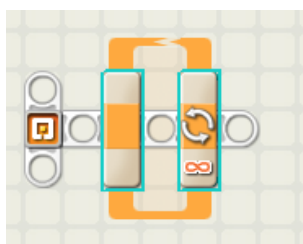


Ilustración 22. LOOP, ciclo (Fuente propia).

Retomando el funcionamiento del robot, como primera acción, deberá sensar la intensidad de luz reflejada de la superficie en la que se encuentra y debe decidir cuál rueda debe girar. Para ello, se utiliza el bloque *Switch* que incluye ambas funciones en el mismo bloque de programación (ver ilustración 23). En la siguiente figura se observa que línea de secuencia se dividió en los dos debido a que el bloque *Switch* genera dos posibles secuencias de ejecución, de las cuales, el robot deberá elegir una de ellas, dependiente del valor sensado y el umbral definido para la toma de decisión.

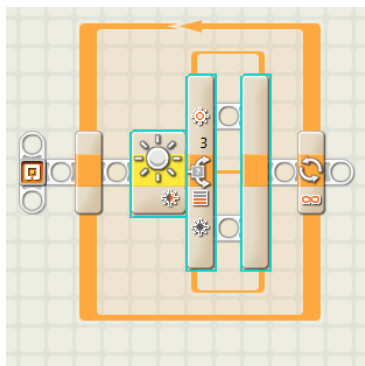


Ilustración 23. *Switch en la toma de decisión (Fuente propia).*

En el panel del bloque *Switch* se encuentra seleccionado por defecto el sensor de tacto. Por tal motivo, es necesario cambiarlo al sensor de luz, en la sección Sensor, dentro del mismo panel. Como el sensor debe funcionar en modo activo, se marcará la opción de *Generate Ligth*.

El umbral se define desde el panel de configuración del bloque *Switch*, dentro de la sección compare, en donde se asigna un valor entero, entre el rango de 0 a 100. El valor que se asigna, deberá obtenerse mediante experimentación, utilizando la opción “*Try me*” que incluye el *firmware* original. De tal modo, podrán registrarse los valores del sensor por el robot, mientras se encuentre sobre el negro o el blanco (ver ilustración 24).

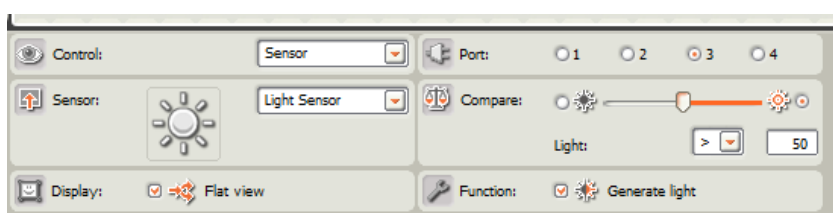


Ilustración 24. *Valores que presenta el sensor en el programa base de LEGO NXT (Fuente propia).*

Ahora que el robot puede tomar decisiones, habrá que definir las acciones que realizara para cada posible decisión. Se utilizara el bloque *Move* para definir la dirección, potencia y duración del movimiento de los motores para ambos casos, obteniendo un programa como el que se observa en la ilustración 25.

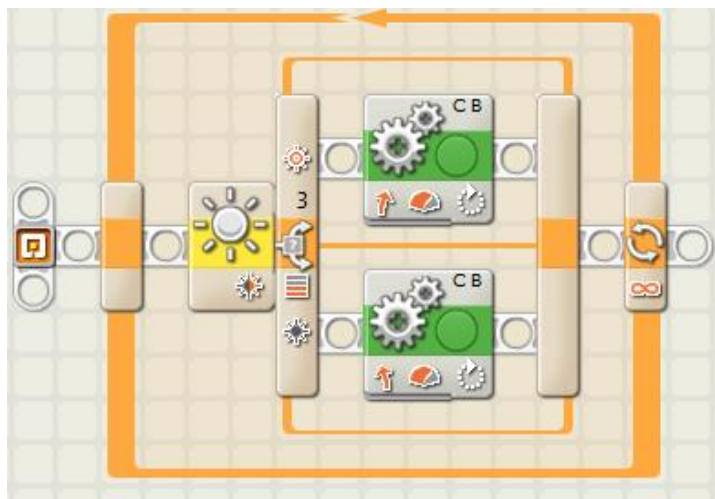


Ilustración 25. Acciones definidas para los movimientos del robot (Fuente propia).

Por defecto, los motores seleccionados dentro del panel de control del bloque *Move* son el b en el lado derecho y el c del lado izquierdo, estos pueden cambiar si es necesario. En la sección *Steering* dentro del panel de uno de los bloques *Move* se asignara la dirección de giro moviendo la barra de desplazamiento hasta uno de los extremos y en el panel del otro bloque *Move* se hará en el sentido contrario. La duración de rotación, asignada en la sección *Duration* dentro del mismo panel, deberá ser ilimitada para que únicamente los motores frenen cuando se le indique girar hacia el lado contrario por medio de la toma de decisión.



Ilustración 26. *Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)*

Como último detalle de configuración de los motores, se asignará la potencia dentro de la sección `Power` utilizando la barra de desplazamiento correspondiente eligiendo un valor entre el rango de 0 a 100. Se recomienda utilizar potencia baja para la mayoría de las pruebas, esta podría cambiar dependiendo de los resultados de las pruebas que se realicen para evaluar el funcionamiento del robot.

En la ilustración 27 y 28 se muestra uno de los paneles de configuración de los motores para esta evaluación.



Ilustración 27. *Configuración de la acción move en caso de capte poca luz (Fuente propia).*



Ilustración 28. Configuración de la acción move en caso de captar mucha luz (Fuente propia).

Por último se habrá que descargar el programa al robot ladrillo NXT utilizando el botón descargar del controlador del Software LEGO MINDSTORMS NXT y probar el funcionamiento del programa creado y corregir o perfeccionar los detalles mencionados para un mejor rendimiento. (Ver ilustración 26 y 29)



Ilustración 29. Proyecto seguidor de línea finalizado (fuente propia)

6.Demostración de nuevas técnicas

6.1. Introducción

Este es el impulso para lograr adquirir el pensamiento lógico del alumno aplicando las nuevas técnicas, se fundamenta con la evaluación diseñada para los alumnos de la ESTL, esta evaluación es puesta en marcha con ayuda de la nueva herramienta de aprendizaje el robot LEGO NXT y con el *software* que nos permite la manipulación del bloque LEGO NXT. Conjuntamente con la aplicación de la evaluación se demuestran favorablemente los tres fundamentos de aprendizaje que permite la interacción entre robot, alumno y programación. El desarrollo de estas evaluaciones son basadas en la construcción de diversos proyectos y la estructuración de un fragmento de código o bien la programación de este robot. En el trayecto de esta etapa final resalta la programación como parte importante de la evaluación, demostrando que el alumno puede programar, manipular y crear inteligencia artificial con su conocimiento.

6.2. Planeación de la evaluación

Toda evaluación debe iniciar con una planeación que es la fórmula de implantar y evaluar las decisiones inter funcionales que permiten llevar a cabo los objetivos de la aplicación del caso de estudio en las evaluaciones a los alumnos de la ESTL. La planeación es una de las herramientas fundamentales de la organización del trabajo docente, puesto que permite

establecer los objetivos que se desea alcanzar al momento de aplicar las actividades que se han diseñado para los alumnos. El resultado de esta debe ser un buen desarrollo integral y una eficaz difusión de los aprendizajes, en este caso, de la programación. (Definicion.de, 2008)

Algunos puntos que se consideran que pueden ayudar a una buena planeación a la aplicación de las evaluaciones a los alumnos de la ESTL. (Kume, 2013)

- ✓ Análisis de la situación actual.
- ✓ Establecer objetivos.
- ✓ Formular estrategias.
- ✓ Diseñar programas o planes de acción.

El diseñar el programa es parte fundamental ya que através de este se puede establecer un límite de tiempo en que debe lograrse el objetivo general, con el cuál podemos definir las conclusiones de las evauaciones. Hace que se tenga un ritmo y un seguimeinto de los pasos para poder llegar al objetivo. Para representar las actividades avanzadas de la aplicación de la evaluación esta el diagrama de barras, esta grafica de gantt es muy util para corroborar que las actividades se realizan en el tiempo estipulado (ver ilustración 31). Por lo tanto en este espacio está planeadas y diseñadas las actividades de acción para poder aplicar las evaluaciones. Cada barra representa una cantidad de tiempo y una actividad distinta, actividad que debera ser cumplida en el periodo de tiempo establecido. Esta metodologia hace que el trabajo se divida en pequeñas porciones de trabajo por tiempo. (Garcia)

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Fase inicial de identificación.	10 días	mar 16/09/14	lun 29/09/14
Elaboración de proyectos	10 días	mar 16/09/14	lun 29/09/14
Definición de objetivos	1 día	mar 16/09/14	mar 16/09/14
Justificación	1 día	mié 17/09/14	mié 17/09/14
Descripción	1 día	jue 18/09/14	jue 18/09/14
Actividades	4 días	vie 19/09/14	mié 24/09/14
Presupuesto	3 días	jue 25/09/14	lun 29/09/14
Fase de diseño o elaboración	10 días	mar 30/09/14	lun 13/10/14
Implementación y ejecución	10 días	mar 30/09/14	lun 13/10/14
Ejecución del proyecto	4 días	mar 30/09/14	vie 03/10/14
Función	3 días	lun 06/10/14	mié 08/10/14
Participación	3 días	jue 09/10/14	lun 13/10/14
Fase de implementación o ejecución.	10 días	mar 14/10/14	lun 27/10/14
Evaluación de proyectos	10 días	mar 14/10/14	lun 27/10/14
Criterios de evaluación	3 días	mar 14/10/14	jue 16/10/14
Población y beneficiarios	2 días	vie 17/10/14	lun 20/10/14
Eficacia	5 días	mar 21/10/14	lun 27/10/14
Evaluación final	3 días	mar 28/10/14	jue 30/10/14

Ilustración 30. Planeación de la aplicación de las evaluaciones (Fuente propia).

Para la utilización de los diagramas de barras se implementa el uso del *software* PROYECT de *Microsoft Office*. El cual facilita una planeación adecuada de acuerdo a la duración de los días planteado para las evaluaciones, selección de alumnos y adquisición de los resultados. Por medio de este se podrá visualizar gráficamente toda la planeación de las aplicaciones de las evaluaciones según el tiempo estimado para obtener un resultado y las estadísticas necesarias para el logro del objetivo. En la ilustración 30 se especifican las tareas a realizar para el proyecto y en la ilustración 31 se muestra el ejemplo de los diagramas de barras de la planeación para la aplicación y desarrollo de las evaluaciones.

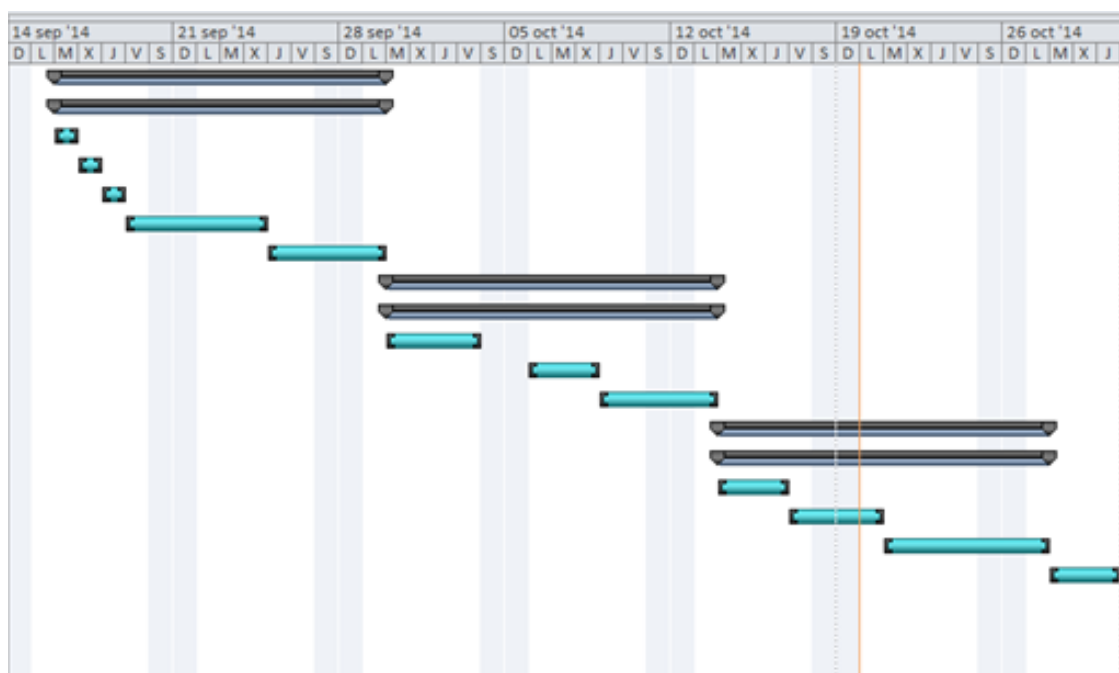


Ilustración 31. Implementación de diagrama de barras (Fuente propia).

Las partes sombreadas de la barra, representan el avance que se lleva hasta la fecha, dando como resultado una idea cuanto se debe trabajar para poder cumplir con cada actividad a tiempo. (Ver ilustración 31)

En la ilustración 30 se especifica el nombre de la tarea a realizar, la segunda columna se especifican los días que llevara realizar la tarea, así mismo se tienen las fechas marcadas de inicio y fin de cada tarea asignada. Cada tarea tiene un propósito el cual se especifica en la tabla 5.

<i>TAREA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
<i>Elaboración de proyectos</i>	Diseño de proyectos para las evaluaciones, lógica, material, <i>software</i> y programación.
<i>Implementación y ejecución</i>	Selección de alumnado, tiempo y espacios disponibles. Implementación de cada proyecto en equipo o individual, según sea el caso del proyecto.

Evaluación de proyectos

Calificación según las rubricas y según las aptitudes, perfil y desarrollo de conocimiento del alumnado a evaluar.

Tabla 5. Descripción de tareas de la planeación de las evaluaciones (fuente propia)

6.3. Elaboración de proyectos

En la elaboración de cada proyecto de LEGO es necesario obtener las herramientas necesarias, pero así también es importante identificar el tipo de herramienta que se está utilizando, es importante saber el tipo de programación que se puede implantar en el bloque de LEGO, es necesario conocer la forma de construcción del robo y también tener en mente el problema o proyecto que se quiere construir y/o resolver, algunos ejemplos de ellos son parte de esta evaluación como lo es el seguidor de línea.

6.3.1. Herramientas

El robot LEGO MINDSTORMS NXT en este caso se divide en tres partes, la primer parte el bloque que es el cerebro, la unidad central de toda esta operación enseñanza – aprendizaje que sirve como un controlador que gestiona todos los procesos de entrada y salida, es el encargado de almacenar y gestionar los programas que se creen, siguiendo con el *software* que puede ser elegido por el usuario a manera que se adecue a su manera y preferencia de programar y la tercera parte el *hardware* que son las partes adicionales que el usuario utiliza para armar y completar su proyecto como lo son los sensores, motores y piezas de armado de este mismo.

Bloque inteligente NXT.

El bloque LEGO viene en una bandeja clasificadora como un conveniente inventario de todos los elementos para un manejo sencillo en el salón de clases. Las cajas de plástico resistentes aseguran un almacenamiento seguro de sus sets por muchos años. Algunas especificaciones de este bloque se muestran en la tabla 6.

- Microcontrolador ARM7 32-bit
- 256Kb flash, 64Kb de RAM
- Microcontrolador AVR 8-bits
- 4Kb flash, 512 bytes de RAM
- Comunicación inalámbrica Bluetooth (Bluetooth Clase II v2.0)
- Puerto USB de velocidad completa (12 Mbit / s)
- Cuatro puertos de entrada, 6 hilos de cable de plataforma digital
- Tres puertos de salida, 6 hilos de cable de plataforma digital
- Pantalla gráfica LCD 100 x 64 píxeles
- Altavoz – 8 kHz de calidad de sonido. Canales de sonido con una resolución de 8 bits y 16.2 kHz de velocidad de muestra
- Fuente de alimentación: 6 pilas AA

Tabla 6. *Detalles de ladrillo LEGO*

Software LEGO MINDSTORM NXT.

Las soluciones de robótica de LEGO MINDSTORM incluyen el *software* ROBOLAB. Este ambiente de programación progresiva se basa en muchos de los conceptos utilizados en la industria hoy en día. ROBOLAB es una herramienta orientada a íconos que permite a los alumnos escribir programas utilizando ilustraciones, lo cual lo hace extremadamente amigable para el usuario. El programa está desarrollado para garantizar que incluso los alumnos de alrededor de 7 años y sin experiencia puedan empezar con principios básicos de programación, al tiempo que los demás experimentados pueden probar y mejorar sus habilidades hasta niveles universitarios.

El robot LEGO MINDSRORM NXT tiene ventajas y una de ella es que se puede desarrollar el código y/o programación en diferentes plataformas (ver tabla 7) con las que se puede trabajar y que los alumnos pueden utilizar en sus proyectos.

PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
LeJOS (Java para LEGO MINDSTORMS)	Es un reemplazo de firmware para LEGO MINDSTORMS programables con JAVA. Actualmente soporta LeJOS NXJ apoya el ladrillo NXT. Incluye una JVM (Máquina Virtual Java), que permite a los robots LEGO MINDSTORMS programarlos en el lenguaje de programación Java. Las dos primeras letras significan LEGO, las letras JOS (Java Operating System). Compatible con SO (Sistema Operativo) Windows, Linux y Mac OS X.
Eclipse	Eclipse es una librería que se utiliza junto con LeJOS.
Fantom Driver's	Driver para bloque NXT.
BricxCC	Es el entorno de desarrollo integrado (IDE) de códigos de bytes, no exactamente C. Estos lenguajes de programación se utilizan para programar los robots en el Lego MINDSTORMS serie y no precisamente tiene una sintaxis como C. RCX Command Center se limita actualmente a los equipos que ejecutan el Microsoft Windows SO. Sin embargo, una versión para el SO Linux está actualmente en desarrollo. Está escrito por John Hansen.
RoboTC	Lenguaje de programación basado en un entorno Windows para escribir y depurar programas además el único lenguaje de programación ROBOTC ofrece a los usuarios un lenguaje de programación común para diferentes plataformas de robótica popular, con un potente depurador en tiempo real único tiempo que permite que el usuario tenga controlados las entradas, salidas y variables de sus programas.
NQC	(Not Quite C) Es el único conjunto de programas que no reemplaza el <i>framework</i> original del bloque. Está disponible para Mac OS y

	Windows, y utiliza como lenguaje de programación una versión propia de C.
Matlab	(Reconocimiento de patrones). Software libre para manipular LEGO MINDSTORMS NXT a través de una conexión bluetooth. Permite el control de sensores y puertos de métodos. Permite muchos más esquemas de control sofisticado al crear sistemas con el robot LEGO NXT.
Physical Etoys	Physical Etoys permite la programación del bloque NXT mediante un entorno de programación visual. Aunque comparte el aspecto visual con el <i>software</i> provisto por Lego, la filosofía de programación de Physical Etoys es muy distinta.

Tabla 7. Plataformas de programación (Fuente propia).

Hardware LEGO MINDSTORM NXT.

La ilustración 33 muestra el sistema conformado por las unidades de sensores, actuadores y procedimientos. También cuenta con piezas mecánicas que permiten realizar diversas funciones como transmisión de potencia mecánica a través de engranajes; así también cuenta con un sistema de comunicación vía *USB* y vía *Bluetooth*. (Barros Fátima, Gonzalez Adrio, Priegue Roberto, 2007)



Ilustración 32. Hardware LEGO MINDSTORMS NXT Educativo (Barros Fátima, Gonzalez Adrio, Priegue Roberto, 2007).

6.3.2. Construcción de LEGO MINDSTORMS NXT

En la etapa de diseño y construcción se hacen algunas recomendaciones las cuáles pueden ayudar al alumno a tener una idea más clara y amplia de lo que se va a construir con LEGO MINDSTORMS NXT.

DISEÑO

- i. Primero, se necesita decidir el tipo de robot que se requiere construir, ya que existen diversas clasificaciones. Para quienes construyen por primera vez, se recomienda que utilicen los manuales con instrucciones existentes. Esto hará que con el transcurso del tiempo el alumno despierte el interés por crear cosas más complejas con los conocimientos que va adquiriendo a lo largo de su experimentación con los manuales.
- ii. Se debe realizar un bosquejo o un modelo de lo que se tiene en mente para que el proyecto sea más fácil de construir considerando las dimensiones del bloque de LEGO MINDSTORMS que siempre debe ser tomado en cuenta en cada diseño y proyecto a realizar.
- iii. Probar el diseño antes de construirlo. Antes de comenzar a construir se debe determinar cómo se moverá o que acciones realizara el robot y se debe asegurar de tener una idea solida antes de iniciar la construcción. Esto ahorra mucho tiempo en la fase de construcción.



Ilustración 33. Comienzo de construcción, Monta cargas (Fuente propia)

CONSTRUCCIÓN

- i. La manera más fácil de construir un robot MINDSTORMS es seguir las instrucciones.
- ii. Si se construirá un modelo personalizado, se debe tener en cuenta: El bloque del robot MINDSTORM deben estar centrado y apoyado, los sensores utilizados deben de tener un fácil acceso y si el robot va a ser autopropulsado, el mecanismo de movimiento es vital (Ver ilustración 33).
- iii. Primero se construye la estructura de soporte para el cerebro. Este no debe de estar cubierto o debajo del exceso de partes. Para la construcción de un robot vertical, esto es ideal. Para uno horizontal que gatee o que tengas ruedas, el cerebro debe estar horizontal (Ver ilustración 34).
- iv. Se agrega la parte motriz del robot. Esto pueden ser dos piernas altas para caminar, si se construye un robot bípedo. Una serie de ruedas o un conjunto de cuatro piernas para un robot tipo animal. Una vez que el cerebro tenga apoyo se podrían agregar los ejes para conectar las piernas o ruedas. Esto servirá para determinar cómo será el resto del robot.
- v. No es necesario utilizar todos los sensores a la vez. Hay diversos proyectos que se pueden ensamblar con un kit de MINDSTORMS. Se pueden agregar uno o dos sensores al ladrillo central. Si se utiliza un sensor de luz o visual, puede estar localizado en cualquier parte, pero además se debe tomar en cuenta que los sensores de sonido no deben estar encerrados en el cerebro ya que el ruido del motor podría interferir con la función del robot aunque el programa este bien estructurado.



Ilustración 34. Proyecto en construcción. Monta cargas (Fuente propia)

PARA EL FINAL

- i. Una vez que el bloque, el sistema de movimiento y los sensores están en su lugar, el robot está casi completo. Para darle un toque personal al diseño del robot, se pueden agregar partes para hacer que este luzca diferente, como un vehículo o un animal.
- ii. Una vez completo el robot, es necesario programar el bloque MINDSTORMS. La mayoría de las funciones básicas que los sensores logran ya están programadas, pero se puede conectar un cable USB y programar el bloque a través de una PC en una variedad de lenguajes (ver tabla 7).
- iii. Si aún no se conoce bien algún lenguaje de programación con el que se pueda trabajar, primero se debe comenzar con las tareas simples incluidas en el software de LEGO para experimentar un poco y conocer las capacidades del robot.
- iv. ¡Prueba el robot! Al comienzo del desarrollo, los resultados pueden no ser los esperados, el mecanismo de movimiento necesita ser ajustado o tal vez algún sensor debe de situarse en un lugar diferente.



Ilustración 35. *Proyecto concluido, Monta cargas (Fuente propia)*

NOTA:

No tener miedo de deshacer y volver a construir el robot, ayuda mucho el tomar fotos de las etapas de construcción del robot y sobretodo procurar ser ordenado con las piezas manteniéndolas en una caja.

En la ilustración 36 muestran algunos modelos que pueden ser contruidos por los alumnos principiantes, como parte de la introducción al uso, diseño, construcción y programación del robot LEGO MINDSTORMS NXT.



Ilustración 36. Diseños ejemplo de LEGO MINDSORMS NXT básico. (Fuente propia)

6.4. Diseño de evaluaciones

La rúbrica elaborada para obtener resultados de la evaluación a los estudiantes se divide en dos fases para tomar ponderaciones y resultados. La primera fase es el perfil del alumno y la segunda es el puntaje que se le da a su desarrollo e implementación del robot LEGO. (Ver tabla 8)

Esta elaborada para evaluar el nivel de identificación en cuanto al *hardware* y *software*.

CRITERIOS	PUNTUACION		
	Si	No	
Perfil del Alumno			
▪ Capacidad para direccionar sus actividades en la búsqueda del conocimiento.			
▪ Capacidad de observación.			
▪ Capacidad de innovación.			
▪ Creatividad.			
▪ Capacidad de razonamiento abstracto, analítico y sintético.			
▪ Capacidad de analisis.			

▪ Facilidad para la toma de decisiones.					
Montado / Ensamblado	5	4	3	2	1
▪ Diseño.					
▪ Aplicación.					
▪ Funcionalidad.					
▪ Calidad.					
Programación					
▪ Claridad y consistencia lógica					
▪ Desarrollo de la programación					
▪ Innovación					
▪ Exploración					
▪ Comprensión del problema					
▪ Conocimientos previos					

Tabla 8. Rubrica de evaluación (Fuente propia).

El perfil del alumno es primordial en esta primera fase de las evaluaciones ya que se debe identificar mediante el proceso de evaluación, porque se puede obtener un nivel de conocimiento estable, se puede identificar qué tipo de habilidades, conocimiento y capacidades tiene y obtienen mediante las evaluaciones el alumno evaluado.

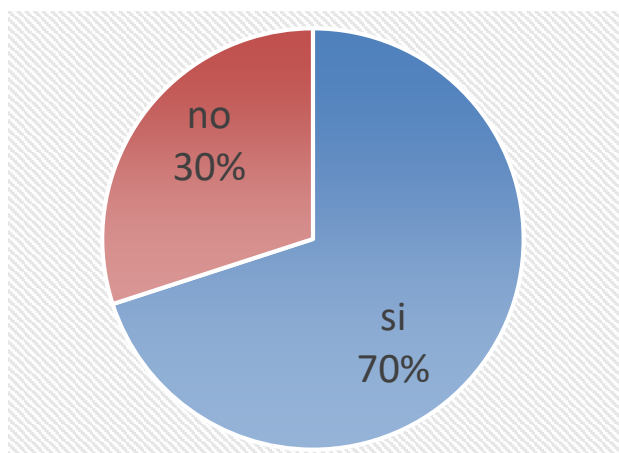
El dar un puntaje a su forma de pensar y construir del alumno ayuda a visualizar a futuro el cómo se podría fortalecer los puntos débiles y poner un balance entre habilidades del conocimiento y debilidades del alumno, haciendo que conjuntamente utilice estas para mejorar su preparación académica en la programación. Dando una idea más amplia de cómo trabajar de manera más sencilla haciendo que aprenda el alumno lo que se tiene como la programación, el impulsarlo de forma más académica llegando desde su habilidad de formar una idea y plasmarla en un robot con su respectiva de programación.



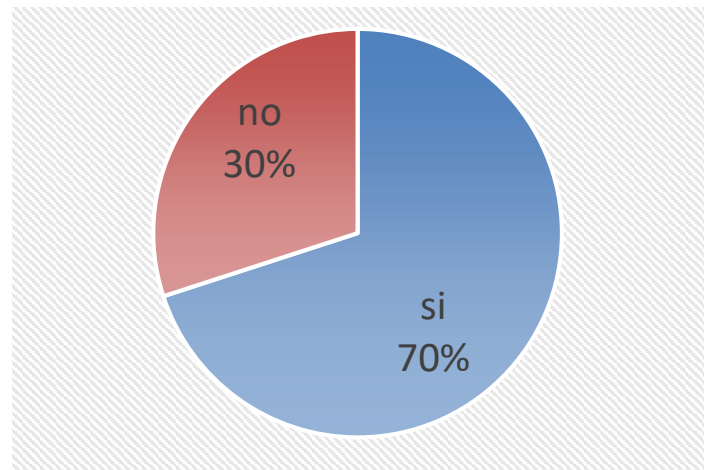
Ilustración 37. Prototipo LEGO. (Fuente propia)

Para evaluar el nivel de comprensión del alumno finalizando la evaluación se tienen las siguientes preguntas, en forma y con objetivo de expresar los resultados esperados, que son el que comprendan el programa y su lógica según sea el caso del proyecto, ya sea utilizando condicionales, ciclos o simplemente contadores, acumuladores y sentencias simples como son las funciones.

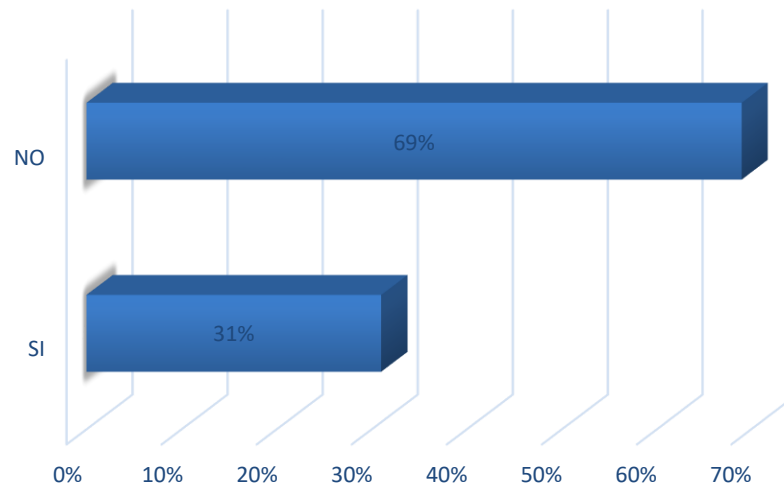
1. ¿Consideras que la información que se te brindó te ayudó en el manejo del robot?



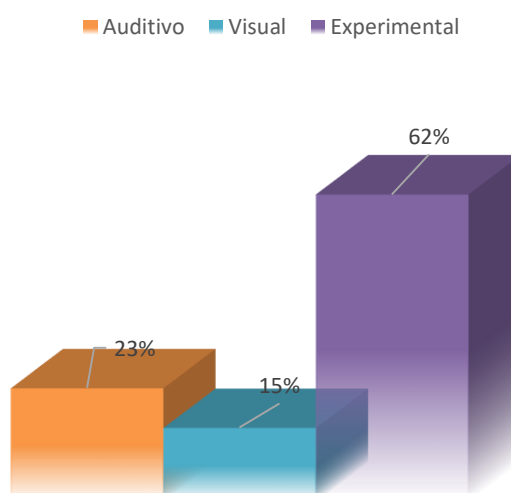
2. ¿Estarías interesado en programar de una manera diferente a la que utilizaste hoy el robot que ha construido?



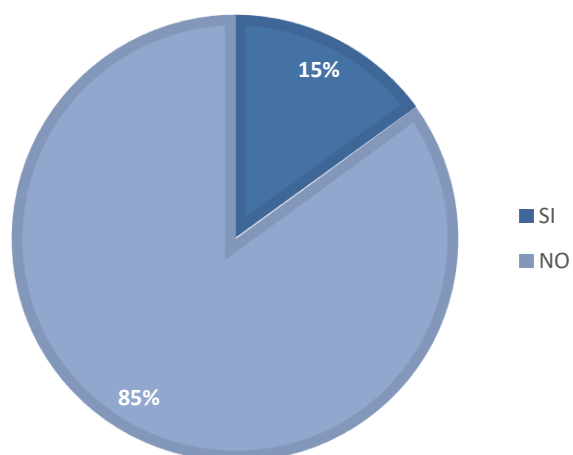
3. ¿Con base a tus conocimientos te sientes capaz de programar este robot en un lenguaje como lo es C o JAVA?



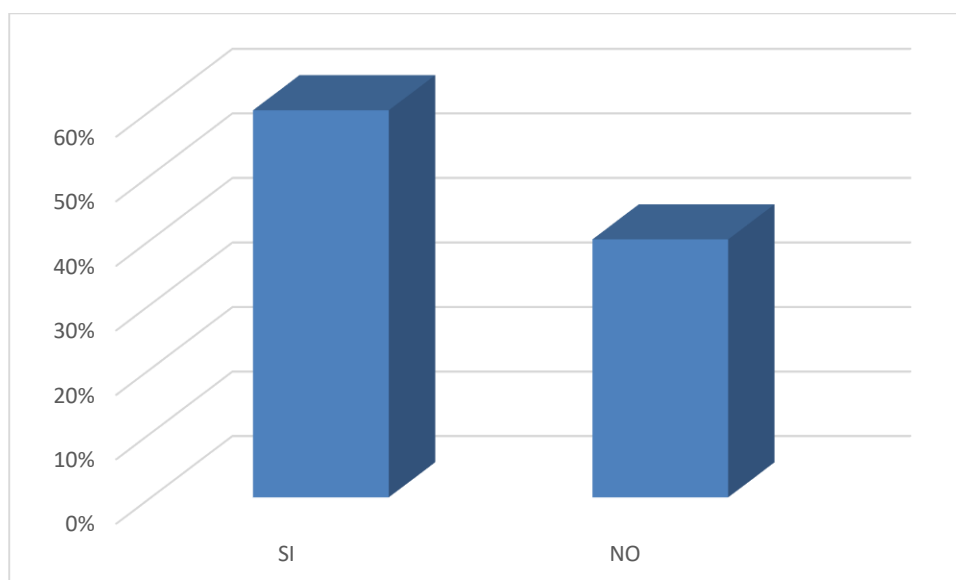
4. ¿De qué manera consideras que aprendiste mejor el manejo del robot? (auditivo, visual o experimental)



5. ¿Te gustaría que el robot se implementara en la ESTL como herramienta de aprendizaje?



6. ¿Te interesaría laborar en un ambiente que opere robots y mecanismos automatizados?



7. Tu como alumno de la ESTL, teniendo acceso constante a un robot LEGO MINDSTORM en las instalaciones de la institución, ¿qué harías?

El alumno está interesado en armar, programar y diseñar sus propios prototipos o modelos en los diversos lenguajes de programación con el fin de desarrollar algún tipo de instrumento o maquinaria que ayude a facilitar alguna actividad de la vida cotidiana, crear proyectos para alguna asignatura o únicamente para experimentar con él.

6.5. Implementación y ejecución de las evaluaciones

Para la ejecución de las evaluaciones diseñadas se obtuvieron datos de los alumnos de las carreras la licenciatura en sistemas computacionales e ingeniería en *software* a través de una lista dichos datos se utilizaron para seleccionar a los alumnos de la ESTL que poseen el mejor promedio de cada grupo de las diferentes áreas (Ingeniería en Software y Licenciatura en Sistemas Computacionales) para la secuencia de selección de alumnos que

consiste en efectuar un test que demostrará sus conocimientos previos de programación a través de un interrogatorio, obteniendo de este, una estadística que denota el nivel de preparación y de conocimientos que gozan los alumnos de la ESTL.

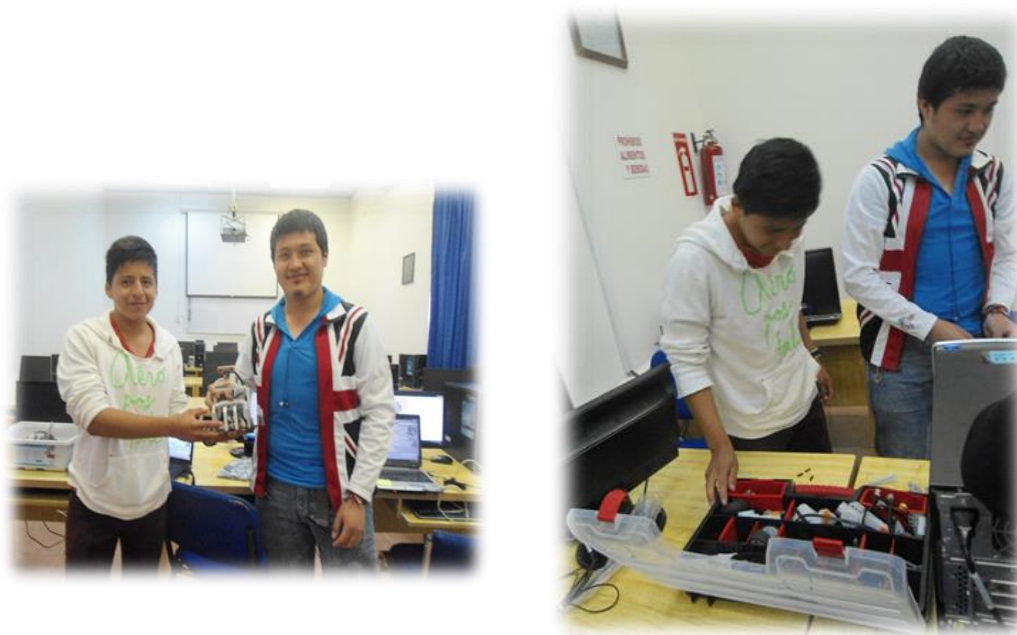


Ilustración 38. *Evaluaciones Proyecto LEGO. (Fuente propia)*

Una vez concluida la prueba, se realizará una práctica utilizando la herramienta educativa LEGO MINDSTORMS NXT, en la cual el alumno recibirá una introducción al *software* de programación de LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 (Ver ilustración 35 y 36) para que pueda concluir el desafío que se le plantea en los manuales de construcción de LEGO NXT. Una vez terminada la experiencia, se estimará una calificación por alumno utilizando la rúbrica previamente diseñada (ver tabla 8), que servirá para corroborar que los alumnos saben y comprenden lo que se estipula en la práctica.

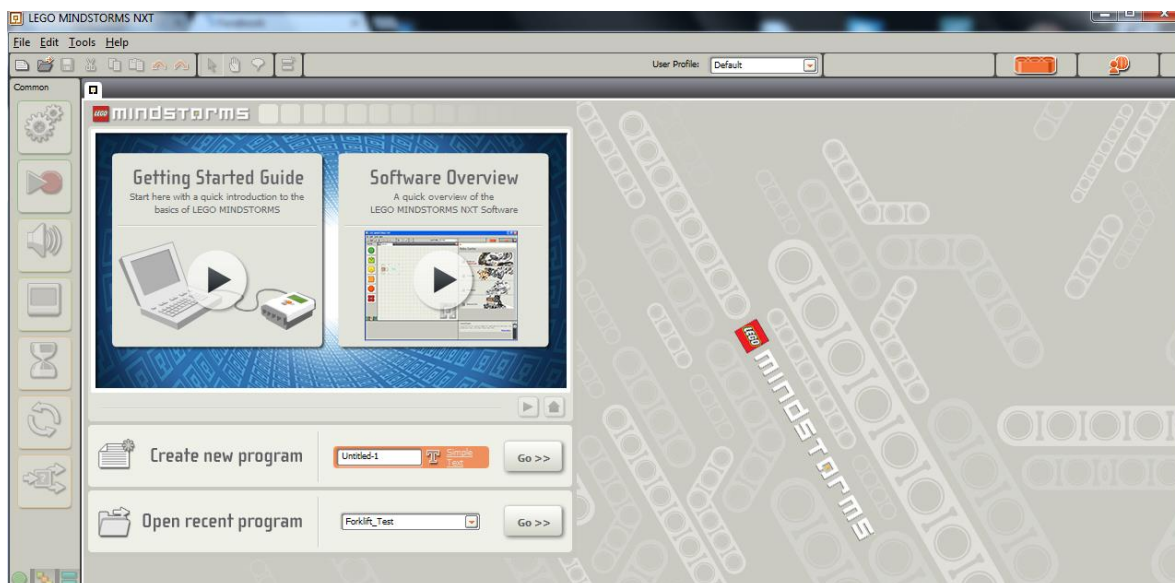


Ilustración 39. *Software LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 (Fuente propia).*

6.6. Resultados de las evaluaciones

La implementación de las evaluaciones a los estudiantes con el robot LEGO MINDSTORMS NXT mostro una resultado favorable ya que se interactuó directamente con los estudiantes de los diferentes niveles de las carreras, desarrollaron la programación desde otro punto de vista al que se enseña y se aplica en las aulas.



Ilustración 40. *Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)*

Las reacciones de los estudiantes demostraron que el robot los motiva a seguir adentrándose en la programación ya que al contar con una variedad de funciones y de sensores, se puede aumentar la complejidad de los proyectos y eso hace que el estudiante se adentre a la investigación de nuevas formas de aplicación y desarrollo de este tipo de proyectos, además de esta reacción, la mayoría de los estudiantes tienen la idea de trabajar en alguna empresa u organización en donde se puedan implementar proyectos aplicando la robótica en el ámbito empresarial y laboral.



Ilustración 41. *Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)*

En el momento que el alumno interactúa con el robot utilizando sus conocimientos va desarrollando su propio método para poder concluir con el proyecto especificado. En la ilustración 37 se muestra la primera parte de los porcentajes que debe obtener el estudiante para la realización de los proyectos con LEGO NXT, este perfil es ideal para el estudiante de las carreras de LSC e IS ya que muestran siete puntos que el alumno desarrolla mediante la carrera y el uso del robot LEGO NXT.

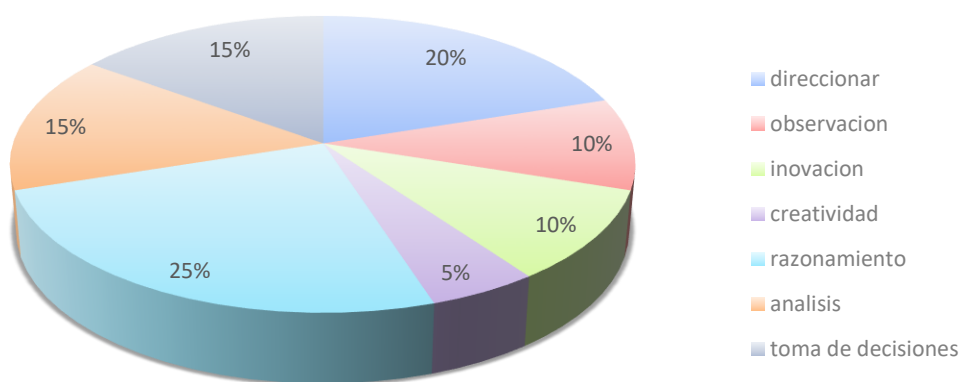


Ilustración 42. *Grafica de perfil del alumno (Fuente propia).*

En la gráfica (ver ilustración 38) se muestran los resultados obtenidos de la segunda parte de las rubricas de evaluación aplicadas a los estudiantes de las evaluaciones con LEGO impartido en la ESTL. Estos valores representan el puntaje máximo alcanzado por cada uno de los estudiantes que participaron en la interacción y desarrollo del robot.

El valor máximo que se obtiene de la segunda parte de la evaluación es de 50 puntos, ya que la rúbrica está dividida en 10 secciones en las que se pueden obtener desde 1 punto hasta 5 puntos. (Ver tabla 6)

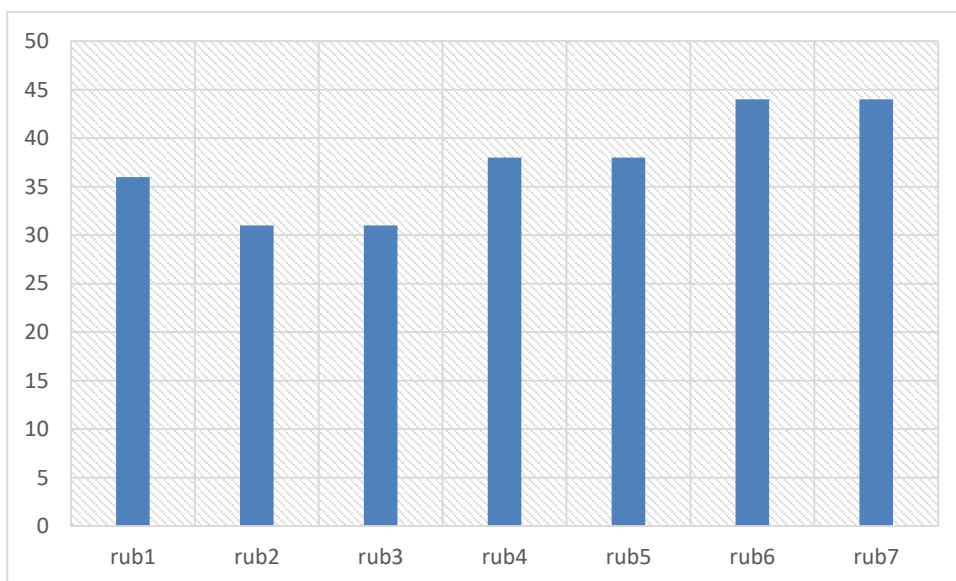


Ilustración 43. *Grafica de porcentajes obtenidos en la segunda sección de la rúbrica (Fuente propia).*

Los resultados que se observan en ilustración 40, representan el porcentaje de todos los puntos que se obtuvieron en todas las rubricas aplicadas en las evaluaciones con el uso del robot LEGO NXT.



Ilustración 44. *Evaluaciones Proyecto LEGO (fuente propia)*

El 75% representado en la gráfica de la Ilustración 42, muestra los puntos que se obtuvieron en total al evaluar las rubricas con los criterios establecidos. El resto representa los puntos que no se alcanzaron en las evaluaciones. Obteniendo un máximo porcentaje del total de puntos cumplidos por los estudiantes de las dos carreras.

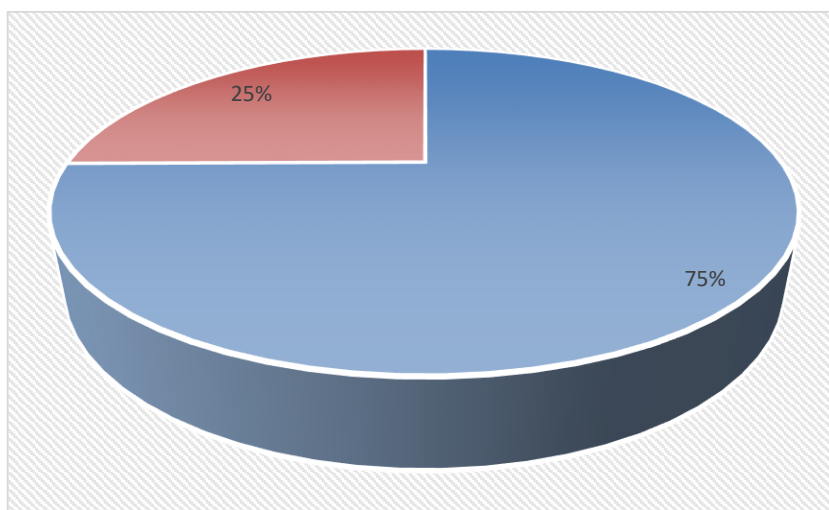


Ilustración 45. *Gráfica de porcentaje de puntos faltantes para cubrir el 100% de todas las rubricas (Fuente propia)*

Conclusiones

La aplicación de la estrategia de aprendizaje propuesta en la ESTL ha demostrado que la implementación de ésta en conjunto con el robot LEGO MINDSTORMS han sido de gran impacto en los estudiantes ya que ha desarrollado el interés por interactuar con el robot para diseñar, construir y programar con la herramienta maximizando el aprovechamiento dentro del aula de una forma innovadora con la que el alumno se sentirá identificado e incitado a seguir desarrollando más proyectos.

Trabajo futuro

Se pretende introducir la implementación del uso de otro lenguaje de programación como lo es C con el software llamado BRICX o JAVA con el software llamado Eclipse para tener un resultado más óptimo en el desempeño del robot, ya que con estas herramientas se puede obtener una precisión mayor en las operaciones cuando se ejecute el robot.

Referencias

- abc, D. (2007). *Rubricas, definicion*. Obtenido de Rubricas, definicion: <http://www.definicionabc.com/general/rubrica.php#ixzz3GhtLzGVk>
- Acuña, A. L. (2004). *Robótica y aprendizaje por diseño*. Recuperado el 2014, de <http://www.educoas.org/portal/bdigital/lae-ducacion/139/pdfs/139pdf7.pdf>
- AFatalFantasy. (25 de febrero de 2004). *urbandictionary*. Obtenido de urbandictionary: <http://www.urbandictionary.com/define.php?term=LAN+party>
- Albalat, V. B. (s.f.). *La evaluacion del centro docente*. Obtenido de La evaluacion del centro docente: <http://usie.es/articu/arti18.htm>
- Ambrose, K. (2014). *eHow*. Obtenido de Demand Media, Inc. : http://www.ehowenespanol.com/cuatro-estilos-aprendizaje-visual-tactil-kinestetico-auditivo-info_184917/
- Angulo, I. R. (Agosto de 2013). *Robótica Educativa*. Sinaloa.
- Barros Fátima, Gonzalez Adrio, Priegue Roberto. (2007). *Programador de Aplicaciones Informáticas*. Galicia: Forem.
- Bernard, A. (Marzo de 2009). *Metodología para los casos de estudio*. México, México.
- Candanedo, A. A. (2013). *LA ROBÓTICA EDUCATIVA, UN NUEVO RETO PARA LA EDUCACIÓN PANAMEÑA*. Recuperado el Febrero de 2014, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201024390002>
- Carpi, A. (2008). *visionlearning*. Obtenido de visionlearning: <http://www.visionlearning.com/es/library/Proceso-de-la-Ciencia/49/M%C3%A9todos-de-Investigaci%C3%B3n:-Experimentaci%C3%B3n/150>
- Castillo, E. B. (Julio de 2011). *Diseño de un sistema de Desarrollo para la enseñanza de la robótica básica*. Mexico D.F.
- Colado, U. Z. (6 de Noviembre de 2010). *Academia.edu*. Obtenido de Procesos de Aprendizaje aplicables en la robótica pedagógica:

- http://www.academia.edu/374901/Procesos_de_aprendizaje_aplicables_en_la_robotica_pedagogica
- Collazos, A. (18 de Marzo de 2014). *Revista Tips de Educacion*. Obtenido de Revista Tips de Educacion: <http://tipseducacion.com/archives/48>
- Corporation, I. (2011). *Manual de Sistema Basico Microsoft SPSS Static 20*. Obtenido de Manual de Sistema Basico Microsoft SPSS Static 20: ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/20.0/es/client/Manuals/IBM_SPSS_Statistics_Core_System_Users_Guide.pdf
- Cortes, Arbeláez y Mendoza. (Mayo de 2009). *El entorno LEGO Mindstorms en la introducción a la robótica y la Programación*. Scientia et Technica. Obtenido de El entorno LEGO Mindstorms en la introducción a la robótica y la Programación.
- Definicion.de. (2008). *Planeación Educativa*. Obtenido de Planeación Educativa: <http://definicion.de/planeacion-educativa/>
- Espejo, M. Á. (2007/2008). Como trabajar la Robotica en el aula. *Estudio de caso*. (s.f.). Obtenido de Estudio de caso: <http://www.udlap.mx/intranetWeb/centrodeescritura/files/notascompletas/estudiodeCaso.pdf>
- Expansión, C. (11 de enero de 2012). *UNIVERSIA*. Obtenido de UNIVERSIA: <http://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2012/01/11/904263/que-buscan-empresas-egresados-ingenieria.html>
- fans, L. M. (2007). The Lego mindstorms nxt idea book . In L. M. fans, *design, invent, and build*. (p. 344).
- Garcia, C. D. (s.f.). *Métodos y técnicas de planeación*. Obtenido de Métodos y técnicas de planeación: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/dominguez_g_as/capitulo3.pdf
- Group, L. (2014). *Lego Mindstorms*. Obtenido de Lego Mindstorms: <http://www.lego.com/es-ar/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com>
- Gudiño-Lau, J., & Arteaga, M. A. (s.f.).
- Hernandez, L. I. (2014). *UAEH*. Recuperado el 9 de Julio de 2014, de UAEH: http://www.uaeh.edu.mx/campus/icbi/oferta/licenciaturas/lic_sistemascomputacionales.pdf

- INEGI. (2002). *Boletín de Política Informática*. Obtenido de Boletín de Política Informática:
<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/articulos/socio-demograficas/sociales.pdf>
- Knudsen, J. (01 de Enero de 2000). *Lego mindstorm: lego y el MTI*. Obtenido de <http://www.oreillynet.com/pub/a/network/2000/01/31/mindstorms/index1b.html>
- Knudsen, J. (01 de enero de 2000). *Lego Mindstorm: Lego y el MTI*. Obtenido de Lego Mindstorm: Lego y el MTI:
<http://www.oreillynet.com/pub/a/network/2000/01/31/mindstorms/index1b.html>
- Kume, A. (24 de 01 de 2013). *CreceNegocio*. Obtenido de CreceNegocio:
<http://www.crecenegocios.com/la-planeacion/>
- LEGO. (2004). Soluciones para ciencia, tecnología y matemáticas. *construyendo ahora las habilidades para el futuro*, 2 y 3.
- Loredo, L. P. (Septiembre de 1997). *La evaluación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje*. Obtenido de La evaluación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje:
<http://medicina.usac.edu.gt/fase4/docu-apoyo-faseiv/evaluacion-dentro-del-proceso-ea.pdf>
- Media, B. (17 de Marzo de 2014). *CTV News*. Obtenido de CTV News:
<http://www.ctvnews.ca/sci-tech/lego-robot-solves-rubik-s-cube-puzzle-in-3-253-seconds-1.1732226>
- Odorico, A. (04 de octubre de 2004). *Marco teórico para una robótica pedagógica*. Recuperado el 06 de junio de 2014, de Marco teórico para una robótica pedagógica:
www.laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/articulos/010103/A4oct2004.pdf
- Party, C. (28 de Noviembre de 2014). *Robótica y hardware*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2014, de Robótica y hardware: http://www.campus-party.com.sv/2014/Robotica_y_Hardware.html
- Payer, M. (2005). *Teoría del Constructivismo*. Obtenido de <http://www.proglocode.unam.mx/system/files/TEORIA%20DEL%20CONSTRUCTIVISMO%20SOCIAL%20DE%20LEV%20VYGOTSKY%20EN%20COMPARACI%C3%93N%20CON%20LA%20TEORIA%20JEAN%20PIAGET.pdf>

- Quevedo Raúl, Bouchan Guadalupe, Martínez Patricia. (s.f.). *Un ambiente de aprendizaje con la robótica pedagógica para embalaje*. Recuperado el 2014, de Un ambiente de aprendizaje con la robótica pedagógica para embalaje: http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3092/1_-_1-IbarraQuevedoRaul.pdf?sequence=1
- R., C. J. (1 de Agosto de 2008). *slideshare*. Recuperado el Febrero de 2014, de <http://www.slideshare.net/cjrodriguez/robotica-pedagogica>
- Ramírez, N. R. (2010). *Educacion Educativa*. Obtenido de Educacion Educativa: https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.ruv.itesm.mx%2Fconvenio%2Ftabasco%2Foas%2Fsc%2Ftema_6%2Frecursos%2Ftema_6.doc&ei=Bbg0VMPEJY6RyATex4HACQ&usg=AFQjCNHAY6kkZtQY3_ekQtSaAS4P8S
- Ramón Rubio Gracia et. Santos, Quirós, Gonzalez. (2003). Evaluacion del alumno mediante nuevas técnicas en pruebas objetivas. Gijón.
- Raya, A. (21 de Enero de 2015). *Omicrono*. Obtenido de Omicrono: <http://www.omicrono.com/2015/01/un-nino-de-13-anos-crea-una-impresora-de-braile-con-lego/>
- Robotica Ing. Informatica y de Sistemas*. (Noviembre de 2006). Obtenido de Robotica Ing. Informatica y de Sistemas: <http://robotica.wordpress.com/about/>
- Rodriguez, C. J. (1 de Agosto de 2008). *slideshare*. Recuperado el Febrero de 2014, de <http://www.slideshare.net/cjrodriguez/robotica-pedagogica>
- RR, J. D. (Viernes 14 de Noviembre de 2008). *Robotica Pedagogica*. Recuperado el Febrero de 2014, de http://robotikpedagogica.blogspot.mx/2008_11_01_archive.html
- Salvador, P. E. (28 de Noviembre de 2014). *MiPortal*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2014, de MiPortal: <http://www.miportal.edu.sv/index.php/novedades/robotica-educativa/itemlist/user/62-miportal?start=28>
- Sandria, J. (20 de Noviembre de 2014). *ITESM - Programación de Robots Lego mindstorms NXT Java*. Recuperado el 2014, de ITESM - Programación de Robots Lego mindstorms NXT Java: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Hf6Prl5heuEJ:www.julio.s>

andria.org/docencia/3-cursos-de-licenciatura/24-itesm-zac-programacion-robots-lego-mindstorms-nxt-con-java.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx

UOC. (2014). *Teorias del aprendizaje*. (uoc) Obtenido de <http://uoctic-grupo6.wikispaces.com/Constructivismo>

Zaldivar Navarro, D., Cuevas Jimenez, E. V., & Pérez Cisneros, M. A. (2008). *Proyectos de Robótica*. Guadalajara, Jalisco, Mexico.

Anexos

ANEXO A

Manual Proyectos LEGO.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ESCUELA SUPERIOR DE TLAHUELILPAN**

**LICENCIATURA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
E INGENIERÍA EN SOFTWARE**

MANUAL DE PRÁCTICAS

Lego para la educación.

Se describe a continuación el proyecto Monta Cargas, se incluyen imágenes, armado, lógica y tres distintas formas de programación, todo este proyecto basado en arquitectura y lógica LEGO MINDSTORMS NXT. La estructura de proyectos con robótica otorga al estudiante la capacidad de aprender importantes conocimientos a través de la construcción, programación y prueba de los robots. Durante este proceso el estudiante se encuentra con conceptos claves que se relacionan con las ciencias de la computación, programación, matemáticas aplicadas, ciencias en general, trabajo en equipo y comunicación. Al mismo tiempo el estudiante aprende el proceso de explorar, planificar y resolver problemas. También se familiariza con el principio de dividir un proyecto en pequeñas partes y así lograr una solución metódica y más abordable.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	LEGO NXT MONTA CARGAS		
No. DE PRÁCTICA:	1	No. DE SESIONES:	1
No. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	3		

INTRODUCCIÓN:

Se llevara a cabo la construcción y programación de un robot LEGO NXT monta cargas el cual tendrá un evento que se programará, este tendrá un objeto cerca, avanzará y se detenga para posteriormente levantarlo. Una vez estando arriba el objeto, el robot procederá a avanzar hacia adelante, dará un giro de 90 grados hacia la derecha y seguirá avanzando en línea recta hasta llegar a una superficie que detectara gracias al sensor ultrasónico y cuando esta superficie este lo suficientemente cerca, el robot se detendrá, levantara la carga a una altura aproximada de 25 cm, avanzara un poco para acomodar la carga, se detendrá nuevamente, dejara la carga, retrocederá para que posteriormente de un giro y bajara su plataforma finalizando así el proceso.

I. OBJETIVO GENERAL:

El alumno será capaz de identificar la estructura de un ciclo infinito y la estructura de una condicional `if` y `switch`, estas funciones son básicas que se utilizan en cualquier tipo de programación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

El alumno aprenderá a manipular el robot de lego para aprender otro tipo de funciones de programación.

MATERIAL, REACTIVOS Y EQUIPOS.

MATERIAL/UTENSILIOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	BLOQUE PROGRAMABLE		
6	BATERIAS AA	1.5 VOLTS (X6)	
1	PAQUETE DE PIEZAS LEGO	CONSTRUCCION	
1	COMPUTADORA	SOFTWARE LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 BRICX COMAND CENTER	

PARTE EXPERIMENTAL O METODOLOGÍA

1. El alumno deberá definir la idea del funcionamiento creando el diagrama de flujo de lo que se estipula en la introducción de esta práctica.

2. El alumno deberá de programar el robot LEGO MINDSTORMS NXT con algún software de su agrado, algunos de estos pueden ser:

- ✓ software de fábrica LEGO NXT.
- ✓ software de BRICX COMAND CENTER.

Para que se ejecuten las ordenes o secuencias estipuladas en la introducción.

OBJETIVOS:

- Demostrar la forma de hacer que el robot LEGO NXT sea capaz de encontrar un objeto cercano a él y a su vez pueda levantarlo y transportarlo gracias a su diseño en forma de carro potenciado por 2 motores, equipado con un sensor ultrasónico.
- Formar un robot que tenga la capacidad de automatizar los procesos de carga de material pesado en las industrias que manejan grandes cantidades de material como por ejemplo cemento.

Se deberá verificar cada acción realizada por el robot en la siguiente tabla marcando las acciones que se hayan realizado bien en el primer intento de la programación.

Acción	Se cumplió la acción	No se cumplió la acción
Avanzar		
Levantar carga		
Avanzar		
Girar 90 grados hacia la derecha		
Avanzar mientras verifica que la distancia sea menor a 25 cm		
Levantar la carga a una altura aproximada de 25 cm		
Avanzar		
Soltar la carga		
Retroceder		
Girar hacia la derecha		
Bajar la plataforma hasta el suelo		

El resultado final será el diseño de un controlador encargado de guiar al robot, el cual será programado con el software de elección por el alumno.

Este proyecto está representado en el siguiente diagrama de flujo ver ilustración 39.

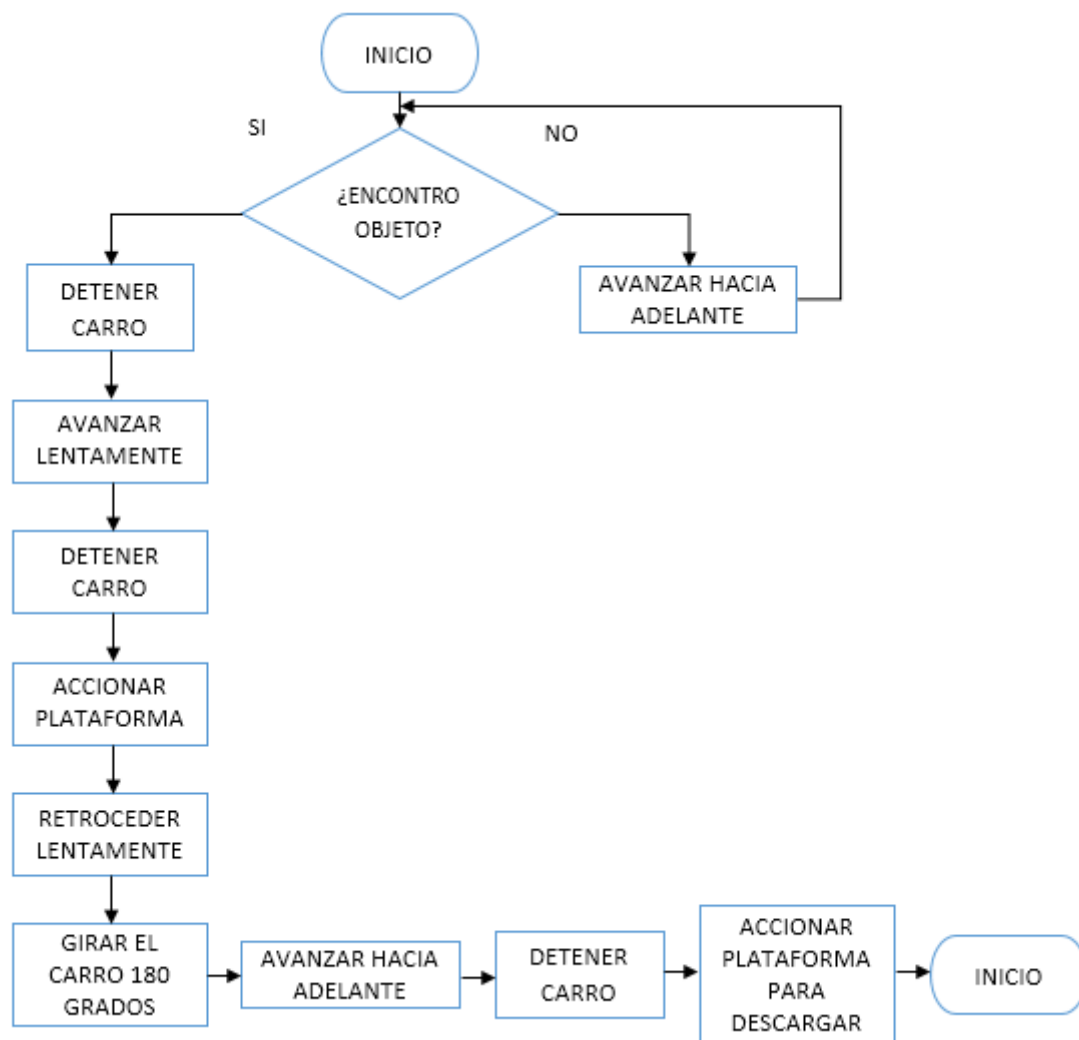


Ilustración 46. Diagrama de flujo de LEGO NXT monta cargas

```

task main()
{
    OnFwd(OUT_BC, 50);
    Wait(1000);
    Off(OUT_BC);
    OnFwd(OUT_A, 50);
    Wait(500);
    Off(OUT_A);
    OnFwd(OUT_BC, 50);
    Wait(1000);
    Off(OUT_BC);
    OnFwd(OUT_B, 50);
    Wait(1000);
    Off(OUT_B);

do
{
    if (SensorUS(IN_4) > 25)
    {
        OnFwd(OUT_BC, 50);
        Wait(1000);
        Off(OUT_BC);
    }
    else
    {
        OnFwd(OUT_A, 50);
        Wait(2500);
        Off(OUT_A);
        OnFwd(OUT_BC, 50);
        Wait(1000);
        Off(OUT_BC);
        OnRev(OUT_A, 60);
        Wait(500);
        Off(OUT_A);
        OnRev(OUT_BC, 50);
        Wait(1000);
        Off(OUT_BC);
        OnFwd(OUT_B, 50);
        Wait(1000);
        Off(OUT_B);
        OnRev(OUT_A, 60);
        Wait(2000);
        Off(OUT_A);
        break;
    }
}
}

```



Ilustración 47. Construcción del proyecto Monta Cargas NXT

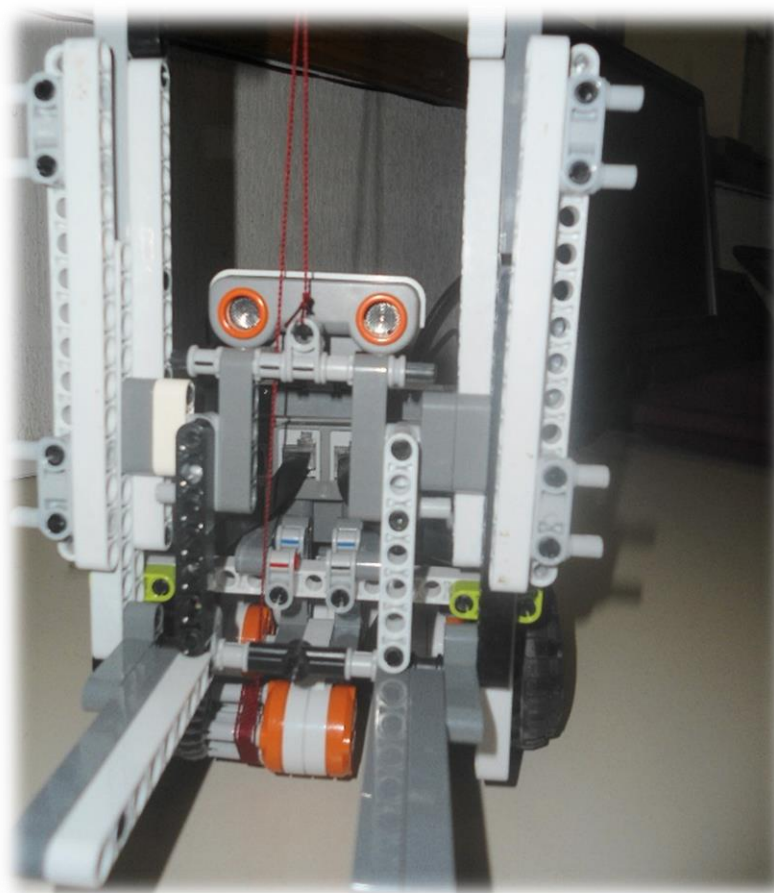


Ilustración 48. *Prototipo de montacargas (Fuente propia)*

CUESTIONARIO:

Estas preguntas son realizadas por el catedrático, de acuerdo a lo visto en la práctica.

REPORTE DE LA PRÁCTICA

El alumno deberá entregar un reporte del comportamiento del prototipo, fallas e innovaciones, así como también el diagrama de flujo y un video como evidencia. Deberá realizar una exposición con su prototipo y programación plasmada en una demostración ante la clase.

BIBLIOGRAFÍA:

<http://www.nxtprograms.com/projects1.html>

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>

<http://lejos.sourceforge.net/nxt/nxj/tutorial/index.htm>

ANEXO B

```
OnFwd(OUT_BC, 50);
```

La función `OnFwd()` nos permite activar los puertos `A`, `B` y/o `C` del cubo programable.

Al establecer los parámetros dentro de los paréntesis podemos elegir entre activar cualquiera de los 3 motores escribiendo ya sea `OUT_A` para activar la salida en el puerto `A`, `OUT_B` para activar salida en el puerto `B`, `OUT_C` para activar salida en el puerto `C`... de igual manera se pueden activar 2 motores a la vez escribiendo `OUT_AB`, `OUT_AC`, `OUT_BC`.

O si se requiere se pueden habilitar los 3 motores a la vez escribiendo `OUT_ABC`.

A continuación escribiremos una coma “,” y estableceremos de manera numérica la velocidad con la que el motor de cada puerto va a trabajar dentro de un rango de `0` a `100`.

```
Wait(1000);
```

La función `Wait()`; permite establecer un tiempo de espera en milisegundos, este parámetro únicamente se escribe dentro del paréntesis y se coloca después de una función para que dicha función dure el tiempo que se establece en la función `Wait()`; en esta función no puede haber decimales ya que trabaja en milisegundos.

Un ejemplo del uso de esta función se muestra a continuación:

```
OnFwd(OUT_BC, 50);
Wait(1000);
```

En esta imagen se muestra la función `OnFwd(OUT_BC, 50)`; en donde se establece que los motores conectados en los puertos `B` y `C` avancen con una velocidad de `50`, la función `Wait(1000)`; permite que esta acción se realice por la cantidad de milisegundos establecida, en esta ocasión es de `1000` milisegundos, o sea `1` segundo.

Si la función `Wait` se coloca antes de una función, dicha función tardará en ejecutarse el tiempo que se determine en la función `Wait`

```
Off(OUT_BC);
```

La función `Off()`; nos permite desactivar los puertos `A`, `B` y/o `C` del cubo programable.

Al establecer los parámetros dentro de los paréntesis podemos elegir entre desactivar cualquiera de los 3 motores escribiendo ya sea `OUT_A` para desactivar la salida en el puerto `A`, `OUT_B` para desactivar salida en el puerto `B`, `OUT_C` para desactivar salida en el puerto `C`... de igual manera se pueden desactivar 2 motores a la vez escribiendo `OUT_AB`, `OUT_AC`, `OUT_BC`.

O si se requiere se pueden deshabilitar los 3 motores a la vez escribiendo `OUT_ABC`.

En la siguiente imagen se muestra como funciona la función `Off()`;

```
OnFwd(OUT_BC, 50);
Wait(1000);
Off(OUT_BC);
```

En este fragmento de código, podemos apreciar que tenemos la función `OnFwd(OUT_BC, 50)`; que dice que activa los motores conectados a los puertos `B` y `C` con una velocidad de `50`, dicha acción se realizará durante un segundo según la función `Wait` y posteriormente la función `Off` detendrá dicha acción estableciendo que los motores se deshabilitarán, en este caso se establece `OUT_BC` que detiene a los motores conectados en el puerto `B` y `C`.

La función `do` nos permite utilizar un ciclo que quiere decir mientras se cumpla una condición, se repetirá una acción.

En este caso la función `do` va acompañada de una función `if` y de los parámetros del sensor ultrasónico. Para entender el comportamiento de las funciones analicemos el siguiente fragmento de código.


```

do
{
  if (SensorUS(IN_4)>25)
  {
    OnFwd(OUT_BC, 50);
    Wait(1000);
    Off(OUT_BC);
  }
  else
  {
    OnFwd(OUT_A, 50);
    Wait(2500);
    Off(OUT_A);
    break;
  }
}

```

Dentro de la función **do** tenemos una condición o toma de decisiones establecida con un **if** y con un **else**. Dentro de la función **if** tenemos los parámetros en donde se establece que se utilizará el sensor ultrasónico. Al escribir dentro de la función **if** `SensorUS(IN_4)>25` estamos estableciendo que utilizaremos el sensor ultrasónico, que se conecta en el puerto número 4 en donde la distancia deberá de ser mayor a 25 centímetros. Traducido a lenguaje humano la función diría lo siguiente:

Si la distancia entre un objeto y el sensor ultrasónico conectado al puerto número 4 es mayor a 25 centímetros... Realizará la acción que este dentro de los corchetes de la función **if**, en este caso es

```

  OnFwd(OUT_BC, 50);
  Wait(1000);
  Off(OUT_BC);

```

Encender hacia adelante los puertos conectados en los puertos B y C a una velocidad de 50.

```

  OnFwd(OUT_BC, 50);

```

Esperar un segundo .

```

  Wait(1000);

```

Y por último desactivar los motores conectados en los puertos B y C.

```

  Off(OUT_BC);

```

La función **else** nos dice que en caso de que la condición establecida en la función **if** no se cumpla se llegará a realizar otra acción.

```

else
{
  OnRev(OUT_A, 60);
  Wait(2000);
  Off(OUT_A);
}

```

La función **else** significa en caso contrario... y en esta ocasión en caso contrario de que la distancia entre un objeto y el sensor ultrasónico sea mayor a 25 centímetros... realizará la siguiente acción.

Se encenderá el motor conectado al puerto A y girará hacia atrás gracias a la función **OnRev** (que es similar a la función **OnFwd** pero la función **OnRev** activa los motores en reversa) a una velocidad de 60

```

  OnRev(OUT_A, 60);

```

Dicha acción se realizará durante 2 segundos

```

  Wait(2000);

```

Y por último se apagará el motor conectado al puerto A

```

  Off(OUT_A);

```