



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SINALOA

Maestría en Enseñanza de las Ciencias

**Construcción de un Prototipo
Mecatrónico y Uso de
Simuladores: Alternativa para
Fomentar el Aprendizaje de la
Física en Estudiantes de Educación
Básica.**

TESIS

para obtener el título de

**MAESTRO EN
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

PRESENTA

Ing. Jesús Armando Gámez Wilson

DIRECTOR

Dr. Piero Espino Román

CODIRECTORA

Dra. Jesús Eugenia Olaguez Torres

Mazatlán, Sinaloa, febrero 2020.

ACTA DE LIBERACIÓN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SINALOA



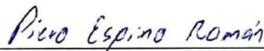
ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

Mazatlán, Sinaloa, a 16 diciembre de 2019.

Los miembros del Comité de Tesis avalada por la Coordinación de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Politécnica de Sinaloa, en virtud de que el Alumno JESÚS ARMANDO GÁMEZ WILSON, aspirante de Grado de Maestro en Enseñanza de las Ciencias, satisface los requisitos señalados por las disposiciones del reglamento vigente, y aprueban la liberación de la Tesis de Grado titulada:

“Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica”

EL COMITÉ DE TESIS


Dr. Piero Espino Román


Dr. Alejandro Lizárraga Lizárraga


MC. Jessica Vianey Montoya Aldecoa


MC. Jesús Gabriel Bernal Villanueva

SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



UTP
COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera Km. 3, Col. Genaro Estrada. C.P. 82199. Mazatlán, Sin. Tel (669) 1800695 y 96

www.upsin.edu.mx

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE SINALOA



CARTA CESIÓN DE DERECHOS

Mazatlán, Sinaloa, a 17 de febrero de 2020.

En la Ciudad de **Mazatlán, Sinaloa** el día 17 del mes de febrero del año 2020, el que suscribe **Jesús Armando Gámez Wilson** del Programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias, con número de matrícula **2017031087**, adscrito a la Universidad Politécnica de Sinaloa, manifiesta que es AUTOR intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Piero Espino Román** y cede los derechos del trabajo intitulado **“Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica”**, a la Universidad Politécnica de Sinaloa para su difusión, con fines académicos y de investigación. Se hace constar, que ni los datos experimentales ni el texto han sido usados para obtener otro grado académico en el país o en el extranjero. Cualquier colaboración o cita textual fue declarada y reconocida en el documento.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la dirección de correo electrónico mec@upsin.edu.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Jesús Armando Gámez Wilson



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria".



Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera Km. 3, Col. Genaro Estrada. C.P. 82199. Mazatlán, Sin. Tel (669) 1800695 y 96
www.upsin.edu.mx

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo primeramente a Dios por permitirme vivir este momento académico y crecimiento intelectual.

A mi familia, por su apoyo incondicional, mi mayor inspiración y mi mayor motor, a ellos les debo todo.

Y a todos quienes de alguna forma u otra contribuyeron en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este proyecto ha significado un gran reto y a la vez una experiencia inmensamente enriquecedora. Sin embargo, el desarrollo de este no hubiera sido posible sin la ayuda y el apoyo de muchas personas, a las cuales quiero agradecer enormemente.

Quiero agradecer a Dios por bendecir mi proyecto de vida.

A mi familia por estar siempre apoyándome.

A la Dra. Jesús Eugenia Olaguez Torres, por su apoyo en todo momento de mi trabajo de posgrado como codirectora de tesis.

A mis profesores de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Politécnica de Sinaloa por compartir todo su conocimiento y experiencias, me ayudaron mucho en la formación de esta maestría.

A mis compañeros y amigos de las instituciones Centro de Ciencias de Sinaloa y DIF # 2 por el apoyo y facilidades otorgadas para el desarrollo de este proyecto formador.

Al Sindicato de Trabajadores al Servicio del Estado (STASE) por su gestión del beneficio de beca en la Universidad Politécnica de Sinaloa.

Agradecimiento al Dr. Piero Espino Román, por su incondicional acompañamiento y orientación como mi director de tesis en este trabajo de investigación.

Construcción de un Prototipo
Mecatrónico y Uso de
Simuladores: Alternativa para
Fomentar el Aprendizaje de la
Física en Estudiantes de
Educación Básica.

"La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica."

ARISTÓTELES

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ACTA DE LIBERACIÓN | 1 |
| CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS | 2 |
| DEDICATORIAS | 3 |
| AGRADECIMIENTOS | 4 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 9 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 10 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | 10 |
| RESUMEN | 11 |
| ABSTRACT | 12 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| CAPÍTULO 1 | 19 |
| FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA | 19 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 20 |
| 1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 23 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 23 |
| 1.4 OBJETIVOS | 25 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 25 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 25 |
| 1.5 HIPÓTESIS | 25 |
| 1.5.1 HIPÓTESIS NULAS | 25 |
| 1.5.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVAS | 26 |
| 1.5.3 HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS | 26 |
| 1.5.4 RENDIMIENTO | 26 |
| 1.6 VARIABLES | 27 |
| 1.6.1 VARIABLE DEPENDIENTE | 27 |
| 1.6.2 VARIABLE INDEPENDIENTE | 27 |
| 1.7 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO | 27 |
| CAPÍTULO 2 | 29 |
| MARCO TEÓRICO | 29 |
| 2.1. TEORÍAS DE APRENDIZAJE | 30 |
| 2.1.1 LA MECATRÓNICA COMO TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN EL AULA | 30 |

| | |
|---|----|
| 2.1.1 EL USO DE LOS SIMULADORES EN EL SALÓN DE CLASE Y LA IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS VIRTUALES | 34 |
| 2.1.2 HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN | 35 |
| CAPÍTULO 3 | 37 |
| DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO MECATRÓNICO | 37 |
| 3.1 EL PROTOTIPO MECATRÓNICO (CARRO AUTÓNOMO)..... | 38 |
| 3.1.1 LA MECÁNICA DEL CARRO AUTÓNOMO | 39 |
| 3.1.2 LA ELECTRÓNICA DEL CARRO AUTÓNOMO | 47 |
| 3.1.3 INTERPRETACIÓN DE MÓDULOS ELECTRÓNICOS A EMPLEAR EN EL CARRO AUTÓNOMO. | 51 |
| CAPÍTULO 4 | 58 |
| USO DE SIMULADORES COMPUTACIONALES DE USO LIBRE..... | 58 |
| 4.1 LA SIMULACIÓN COMPUTARIZADA | 59 |
| CAPÍTULO 5 | 65 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 65 |
| 5.1 TIPO DE ESTUDIO | 67 |
| 5.2 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN..... | 68 |
| CAPÍTULO 6 | 73 |
| ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS | 73 |
| 6.1 ANÁLISIS | 74 |
| 6.2 RESULTADOS | 78 |
| CAPÍTULO 7 | 83 |
| CONCLUSIONES | 83 |
| 7.1 CONCLUSIONES | 84 |
| 7.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS..... | 84 |
| REFERENCIAS | 86 |
| ANEXOS | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para la práctica de laboratorio “LOS ROBOTS REQUIEREN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS”..... | 22 |
| Figura 2. Vistas superior e isométrico de la mecánica del prototipo..... | 40 |
| Figura 3. Vista lateral de la estructura del prototipo..... | 40 |
| Figura 4. Tamaño de los tubos de PVC..... | 41 |
| Figura 5. Vista lateral e isométrico del ensamblaje parcial del prototipo..... | 43 |
| Figura 6. Vista en isométrico del ensamblaje tubular del prototipo..... | 44 |
| Figura 7. Secuencia del ensamblaje de los canales y varilla roscada a la base..... | 45 |
| Figura 8. Orden de ensamblado de la estructura tubular y la base..... | 46 |
| Figura 9. Ensamblado final mecánico..... | 46 |
| Figura 10. Diagrama eléctrico básico, arranque y paro de un motor de cd..... | 47 |
| Figura 11. Ley de Ohm..... | 49 |
| Figura 12. Circuito eléctrico de encendido y apagado de un diodo led..... | 50 |
| Figura 13. Circuito eléctrico representativo de cables e interruptores..... | 53 |
| Figura 14. Ensamblaje de los interruptores en el techo del carro autónomo..... | 53 |
| Figura 15. Circuito eléctrico completo..... | 54 |
| Figura 16. Detalle del conexionado entre Arduino uno y sensor ultrasónico..... | 55 |
| Figura 17. Diseño ensamblado en Solidworks..... | 56 |
| Figura 18. Producto final inspeccionado para su exhibición..... | 56 |
| Figura 19. Pantalla de inicio del simulador de circuitos eléctricos..... | 60 |
| Figura 20. Circuito eléctrico básico..... | 61 |
| Figura 21. Circuito de inversión de giro en un motor de corriente directa básico..... | 62 |
| Figura 22. Circuito del encendido y apagado de un led..... | 62 |
| Figura 23. Género de los alumnos..... | 74 |
| Figura 24. Edades de los alumnos..... | 75 |
| Figura 25. Escolaridad de los alumnos..... | 75 |
| Figura 26. Promedio inicial del grupo..... | 76 |
| Figura 27. Promedio final del grupo..... | 76 |
| Figura 28 Gráfico de dispersión..... | 77 |
| Figura 29. Fotografía del personal del CCS y DIF # 2..... | 93 |
| Figura 30. Profesora entrevistada por el investigador..... | 94 |
| Figura 31. Encuesta tipo Likert aplicada a los alumnos..... | 96 |
| Figura 32. Exámenes aplicados a los alumnos..... | 99 |
| Figura 33 y Figura 34. Alumnos trabajando en la electrónica del carro autónomo..... | 100 |
| Figura 35 y Figura 36. Alumnos trabajando en la mecánica y programación del carro autónomo..... | 101 |
| Figura 37. Producto final a punto de ser probado..... | 101 |
| Figura 38. La pantalla de inicio del software de simulación..... | 102 |
| Figura 39. Simulación de un circuito eléctrico básico..... | 102 |
| Figura 40. Encuesta de satisfacción aplicada..... | 115 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla I. Medida de los tubos de PVC..... | 41 |
| Tabla II. Materiales electrónicos del carro autónomo..... | 51 |
| Tabla III. Unidad de observación en la investigación cualitativa..... | 69 |
| Tabla IV. Metodología, estrategias y entornos de aprendizaje..... | 72 |
| Tabla V, Estrategia empleada y calificación obtenida..... | 77 |
| Tabla VI. Resultados obtenidos del trabajo de investigación..... | 78 |
| Tabla VII. Instrumentos de evaluación..... | 103 |
| Tabla VIII. Secuencia didáctica..... | 111 |
| Tabla IX. Encuesta de satisfacción..... | 114 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| Ecuación 1. Cálculo del valor de la resistencia..... | 49 |
|--|----|

RESUMEN

En este proyecto se plantea una alternativa de enseñanza basada en la construcción de un prototipo mecatrónico del tipo carro autónomo y la simulación por computadora con software de acceso libre. Está basado en la premisa de que la mecatrónica, la robótica educativa y la simulación computarizada tienen amplias posibilidades de ser una herramienta constructora de conocimientos en la física y en particular en el área de la electricidad.

Esta investigación se realizó con la participación de dos instituciones públicas del gobierno del estado de Sinaloa donde un grupo de nueve alumnos de educación básica de distintas escuelas de la ciudad de Culiacán fueron los actores principales.

Se hace una recopilación de las teorías y aportaciones de autores que sustentan el trabajo de investigación. Se realizan y muestran los procedimientos para la construcción mecatrónica del prototipo en las áreas de la mecánica, electricidad, electrónica, programación y simulación como estrategias de enseñanza. Una metodología de corte mixto fue empleada en este proyecto para la recolección, análisis e integración de los datos cuantitativos y cualitativos para responder al planteamiento del problema. Se diseñaron y emplearon distintos instrumentos de investigación para la recolección de los datos acordes a los paradigmas y variables a utilizar en este trabajo de investigación.

Palabras clave: Alternativa de enseñanza, prototipo mecatrónico, carro autónomo, simulación por computadora, herramienta constructora de conocimientos, física, electricidad, datos cuantitativos y cualitativos, metodología mixta, instrumentos de investigación, paradigmas, variables.

ABSTRACT

This research work uses a teaching alternative which is based on the construction of a mechatronic prototype (a kind of autonomous car type) and computer simulation with free Access software, it is based on the idea that mechatronics, educational robotics and computer simulation have great potential to be a knowledge building tool in physics, mainly in the area of electricity. Two public institutions of the state government of Sinaloa participated, where a group of nine elementary students from diferente schools in Culiacán were the main actors in this research. A compilation of the theories and contributions of authors that support the research work is made. The procedures for the mechatronic construction of the prototype in the areas of mechanics, electricity, electronics, programming and simulation as a teaching strategy are carried out and shown. A mixed methodology was used in this project for the collection, analysis and integration of quantitative and qualitative data to respond to the problem statement. Different research instruments were designed and used to collect data according to the paradigms and variables to be used in this research work.

Keywords: Teaching alternative, mechatronic prototype, autonomous car, computer simulation, knowledge building tool, physics, electricity, quantitative and qualitative data, mixed methodology, research instruments, paradigms, variables.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realiza una investigación focalizada en encontrar la diferencia de los niveles de aprendizaje significativo que los alumnos de nivel básico adquieren con la enseñanza tradicional en el salón de clase, comparado con aquellos que llevan una enseñanza con estrategias de construcción de prototipos mecatrónicos, particularmente en la fabricación de un carro autónomo y uso de simuladores por computadora de libre acceso. Este trabajo evidencia que el uso de esta estrategia es una alternativa para fomentar la enseñanza de la física en los estudiantes de educación básica y particularmente en quinto y sexto de primaria y todos los niveles de secundaria.

Una de las características principales de este trabajo es el hecho de involucrar a los alumnos en la construcción de su conocimiento basado en estrategias empleando los sistemas mecatrónicos y la simulación por computadora, este enrolamiento hace propicio el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que este campo se vuelve interesante para los alumnos cuando ellos, de manera lúdica, adquieren conocimientos simulando fenómenos físicos del tipo eléctrico, diseñando y construyendo aparatos o prototipos mecatrónicos y “robots con cierto grado de inteligencia”; aquí, el alumno se ve inmerso en la construcción de su propio conocimiento, se vuelve más participativo, encontrando una mecatrónica incentiva y que invita a la creatividad. A la par, los estudiantes van adquiriendo las competencias tanto disciplinares como transversales.

Esta investigación también hace uso de las filosofías de trabajos colaborativos, aprendizajes basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, estrategias y metodologías que coadyuvan los aprendizajes esperados en los alumnos.

Enfrentar los desafíos en esta nueva sociedad del conocimiento, significa ampliar los conocimientos y elevar los niveles de aprendizaje significativo de los alumnos. Algunas competencias que las nuevas generaciones de estudiantes deben adquirir, son las habilidades comunicativas, aptitudes para el trabajo en equipo, identificar problemas del mundo real, entre otros. Es en este último, donde este trabajo tiene mayor injerencia, claro, sin dejar de lado a los anteriores ya que pocos alumnos de educación básica e incluso posteriores, poseen habilidades para resolver problemas de la física como es el caso de la electricidad, la mecánica, la electrónica, así como las matemáticas y programación.

“A nivel escolar y universitario, se han publicado diversas experiencias de enseñanza basadas en el aprendizaje por descubrimiento de Bruner y el aprendizaje significativo de Ausubel”. (Arias Gallegos & Oblitas Huerta, 2014).

“Una buena enseñanza debe ser constructivista, promover el cambio conceptual y facilitar el aprendizaje significativo”. (Moreira, 1997).

El uso de prácticas experimentales en la educación básica se ve limitado debido a que la mayoría de las escuelas primarias no cuentan con una infraestructura adecuada para el uso de laboratorios para con ello fomentar la ciencia y la tecnología entre los estudiantes, además si se considera que en años recientes México se encuentra en los últimos lugares en conocimiento académico en matemáticas, español y ciencias entre los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Estudios recientes y de acuerdo con Nota País, (2015), indican que ...los estudiantes de educación básica presentan dificultades para el aprendizaje de las ciencias básicas tales como la física.

En el trabajo de Franco Pesantez et al.(2017) señalan que una de las principales causas que enfrenta la enseñanza de la cátedra de física y los resultados que esta emite, es la falta de conciencia común de los catedráticos para preparar a los estudiantes con un grado de actualización que les permita vivir de acuerdo a la época, es decir aplica los ejemplos y problemas tradicionales lo cual no permite fomentar el espíritu crítico y valorativo ante la situación. Declaran también que otra de las causas es la falta de interés y motivación por estudiar la cátedra de física en los estudiantes debido a la desconexión que la relaciona con el día a día.

Varios estudios señalan que “muchos de los estudiantes están teniendo dificultades en la comprensión conceptos de la ciencia y a menudo desarrollan preconceptos sobre estos temas, incluso estudiantes universitarios aún tienen ideas erróneas, procedentes de la secundaria, sobre conceptos básicos relacionados con la electricidad, lo cual implica un problema persistente, si los métodos de enseñanza tradicionales se adoptan continuamente en el aula” (Holguín Castaño et al., s.f.).

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés), proyecto de la OCDE, evalúa las competencias en las áreas de Lectura, Matemáticas y Ciencia. En estas tres áreas, México se encuentra por debajo del promedio

OCDE, en ciencias (416 puntos), lectura (423) y en matemáticas 408, en ellas, menos del 1% de los estudiantes en México logran alcanzar niveles de competencia de excelencia (nivel 5 y 6).

“Los encabezados y las posturas que resaltan los malos resultados de México en las pruebas PISA, usualmente urgen sobre la necesidad de realizar cambios o reformas sustanciales en el sistema educativo, bajo la idea de que la educación puede mejorar con estrategias simples que afectan principalmente al sistema escolar” (Márquez Jiménez, 2017).

Márquez Jiménez (2017) dice que, “sin embargo, seguir este cauce para orientar la política educativa tiende a generar más problemas que los que soluciona, dado que, como también ha mostrado la investigación educativa, los resultados de las pruebas estandarizadas no reflejan las complejas dinámicas educativas que operan al nivel de las escuelas y salones de clase, y en razón de ello, son insuficientes para orientar las prácticas de enseñanza”.

En Díaz Barriga Arceo & Hernández Rojas (2002), nos dicen que, “el proceso de enseñanza debería orientarse a aculturar a los estudiantes por medio de prácticas auténticas (cotidianas, significativas, relevantes en su cultura)”.

Investigadores han propuesto el desarrollo de laboratorios virtuales y construcción de prototipos como alternativa para resolver los problemas de aprendizaje en los alumnos de educación básica, tal es el caso de este trabajo de investigación en alumnos de primaria alta y secundaria.

“Algunas ventajas del uso de laboratorios virtuales en el proceso enseñanza-aprendizaje están la variedad metodológica, la flexibilidad y el fácil acceso a las aplicaciones informáticas, una atractiva presentación de contenidos, la posibilidad de contar con nuevos entornos y situaciones problema, así como la optimización de recursos y costos”. (Infante Jiménez, 2014).

En el trabajo de investigación de Rojas Eslava et al. (2012) se “promueven los peldaños de una competencia, principalmente el tercero (aprender a emprender) a través de la elaboración del prototipo de automatización de una máquina llenadora, con la finalidad de proponerla como parte del aprendizaje significativo de la formación integral de los alumnos de bachillerato, combinando la teoría con la práctica en las diversas actividades”.

El objetivo del trabajo de investigación realizado por Espino Román et al. (2015) es precisamente el diseño de una plataforma virtual como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje en los temas de vibraciones mecánicas. En este trabajo los autores concluyen, entre otras cosas que el uso de la plataforma virtual diseñada propició indudablemente un ambiente de enseñanza aprendizaje y que la convierte en un recurso importante en el desarrollo de mecanismos de enseñanza.

Entre las motivaciones para el uso de laboratorios virtuales están, por mencionar algunas, el fácil acceso al internet y el bajo costo de este servicio, que en el mejor de los casos, y para Sinaloa se tiene contemplado, según una fuente informativa local, ...buscarían garantizar que los planteles educativos y lugares públicos contaran con el servicio de internet, en Sinaloa la Secretaría de Innovación Gubernamental dotará en una primera etapa de esta herramienta tecnológica que permitirá que los estudiantes puedan complementar su aprendizaje mediante tutoriales, videos y otras plataformas. (Elizalde, 2018).

En un ensayo publicado por (Recursos y medios didácticos para el aprendizaje, 2014), aluden que los medios didácticos deben poseer las siguientes características:

- Utilidad de la información para docentes y alumnos
- Guía para el aprendizaje
- Carácter motivador y expresivo
- Variedad de recursos
- Fomento de las habilidades individuales
- Equilibrio entre materiales actuales y tradicionales útiles

Existen varios tipos de medios tecnológicos didácticos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

1. Páginas Web
2. Buscadores
3. Correo electrónico
4. Desarrollo de material didáctico
5. Bibliotecas y museos virtuales

6. Juegos en línea
7. Applet
8. Aplicaciones de la Web 2.0

“El docente debe buscar páginas web llamativas, sencillas, pero de calidad y valor conceptual para las metas propuestas”. (Cegarra, 2008).

Barker, B & Mahacek (2011), en su trabajo menciona que “los jóvenes que interactúan en la robótica pueden participar en torneos del área de robótica, asimismo participar en el salón de clase, pero que en ocasiones las actividades con robots resultan costosas, ellos diseñaron un programa llamado 4-H que permite a los estudiantes aprender robótica de tres maneras:

1. Mediante un ambiente virtual de robótica.
2. Construcción de aparatos robóticos a partir de chatarras.
3. Empleo de kits de robótica (Using off-the-shelf robotic kits).

La meta con este programa 4-H, es proporcionar a los estudiantes y profesores temas y materiales de robótica, fue diseñado por profesores, ingenieros e investigadores de la universidad”.

En Álvarez et al. (2009), se alude que “en la actualidad el uso de herramientas de software de simulación para modelar controladores análogos y digitales son ampliamente utilizadas en la mayoría de los laboratorios de educación superior y en organizaciones dedicadas al control automático. En general, dado un fenómeno físico que se desea controlar disponemos de un modelo matemático que representa dicho fenómeno, o bien se tiene una curva de respuesta del proceso, que mediante técnicas de identificación de procesos podemos obtener los parámetros de un modelo aproximado del fenómeno real, y de esta forma diseñar y obtener el controlador del proceso”. Los autores Álvarez et al. (2009), reconocen que existen variadas herramientas de software que permiten simular controladores, entornos robustos para la programación de rutinas en diferentes lenguajes y software orientado a la construcción de los circuitos electrónicos. Ante este gran abanico de soluciones, se detecta una carencia de herramientas que permitan generar programas que funcionen en un ambiente físico utilizando microcontroladores a partir de los parámetros de controladores.

El presente trabajo de tesis consta de siete capítulos:

Capítulo 1. Tiene la finalidad de establecer los antecedentes del objetivo de investigación. En él se abordan importantes aportaciones de la investigación educativa y se justifica el uso de simuladores y construcción de prototipos mecatrónicos como alternativa de estrategia didáctica en la educación básica. Asimismo, se describen también los alcances y limitaciones del proyecto.

Capítulo 2. Aquí se recopilan las teorías y aportaciones de autores que sustentan el trabajo de investigación.

Capítulo 3. Este apartado muestra el diseño y desarrollo del prototipo mecatrónico conocido como carro autónomo, en él se visualizan los pasos a seguir para el armado mecánico y electrónico, asimismo se reúnen los materiales y herramientas a utilizar para la realización de los trabajos.

Capítulo 4. En este punto se dan a conocer las instrucciones o la secuencia a seguir para la simulación tanto de los circuitos eléctricos, electrónicos y la programación, estrategia realizada antes del armado o ensamblado físico final de los módulos, componentes del prototipo mecatrónico “carrito inteligente”.

Capítulo 5. En él se abordan, en un primer plano, el tipo de método, tipo de estudio y enfoques a seguir en el proyecto, asimismo se presentan los instrumentos de investigación diseñados para la recopilación y tratamiento de los datos, logrando con ello, obtener los datos para el reporte de los resultados.

Capítulo 6. Aquí se presenta un análisis y los resultados de los instrumentos de investigación aplicados. Gráficos y tablas son también aquí mostrados para evidenciar el grado de aprendizaje esperado y logrado por los alumnos.

Capítulo 7. Este apartado corresponde a las conclusiones, es dedicado a la presentación de los hallazgos más relevantes de los resultados de este trabajo de investigación. Se contrastan las hipótesis planteadas con los resultados obtenidos, concluyendo finalmente que si existe diferencia significativa entre el aprendizaje tradicional y la modalidad empleada en el presente trabajo.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Centro de Ciencias de Sinaloa es un organismo descentralizado del gobierno del estado, en él se cuenta con espacios diseñados para complementar o coadyuvar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tal es el caso del Laboratorio de Manufactura Flexible. En este espacio se imparten prácticas donde se atienden alumnos desde la educación básica hasta los niveles universitarios en actividades relacionadas a la mecatrónica, robótica, electricidad, electrónica y la programación.

Para aprender significativamente los conceptos científicos y los fenómenos de la física, los alumnos necesitan construir representaciones mentales adecuadas, por lo anterior expuesto, se integra una propuesta experimental basada en el uso de simuladores computacionales y la construcción de prototipos experimentales como estrategia para la enseñanza de fenómenos físicos de la conducción y resistencia eléctrica en alumnos de educación básica. Este trabajo se centra en un estudio de caso de un grupo de alumnos de educación básica cuyas edades oscilan entre 9 y 11 años que visitan el Centro de Desarrollo Comunitario # 2 del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México, en coordinación con el Laboratorio de Manufactura Flexible del Centro de Ciencias de Sinaloa.

En una entrevista realizada por (Varela, 2018) al encargado del Laboratorio de Manufactura Flexible, el ingeniero Jesús Armando Gámez Wilson, quien es el diseñador responsable de este proyecto de tesis, manifiesta que, “El Centro de Ciencias de Sinaloa es un organismo creado con la finalidad de fomentar las tareas de investigación e innovación para sembrar la semilla de la cultura y la ciencia en todos los niveles del sistema, y para promover y difundir la ciencia y la tecnología mejorando así las condiciones de vida de los sinaloenses”.

Una de las prácticas más solicitadas por las escuelas de educación básica (primaria alta y secundaria) en el laboratorio de manufactura es la actividad denominada; “LOS ROBOTS REQUIEREN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS”, esta es una práctica que tiene relación con el área de la electricidad y electrónica, tal como su nombre lo indica. Durante el

desarrollo de esta actividad se han identificado, por parte del responsable del laboratorio, algunas debilidades en cuanto a las ideas y conocimientos previos en los alumnos visitantes sobre la temática del diseño y construcción tanto de circuitos eléctricos, electrónicos y la construcción de modelos, maquetas y prototipos mecatrónicos, es aquí donde gran número de alumnos manifiestan el desconocimiento de los principios básicos del diseño y armado de circuitos eléctricos sugeridos en los planes y programas de estudio vigentes para la educación básica, también es notorio que ignoran el principio de operación básica de los motores eléctricos, cableado y armado de circuitos, construcción de aparatos mecatrónicos, principios elementales para representar fenómenos físicos del tipo eléctrico.

Para el desarrollo de la actividad, los estudiantes asisten al laboratorio de manufactura a realizar la práctica arriba mencionada, en la cual emplean, entre otras cosas, simuladores computacionales para comprobar el funcionamiento de circuitos eléctricos básicos acorde con las indicaciones proporcionadas por el responsable y facilitador.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo del proceso a seguir por los estudiantes en el desarrollo de la actividad práctica en el laboratorio de manufactura empleando simuladores computacionales para la preparación del modelado y construcción de un prototipo mecatrónico básico.

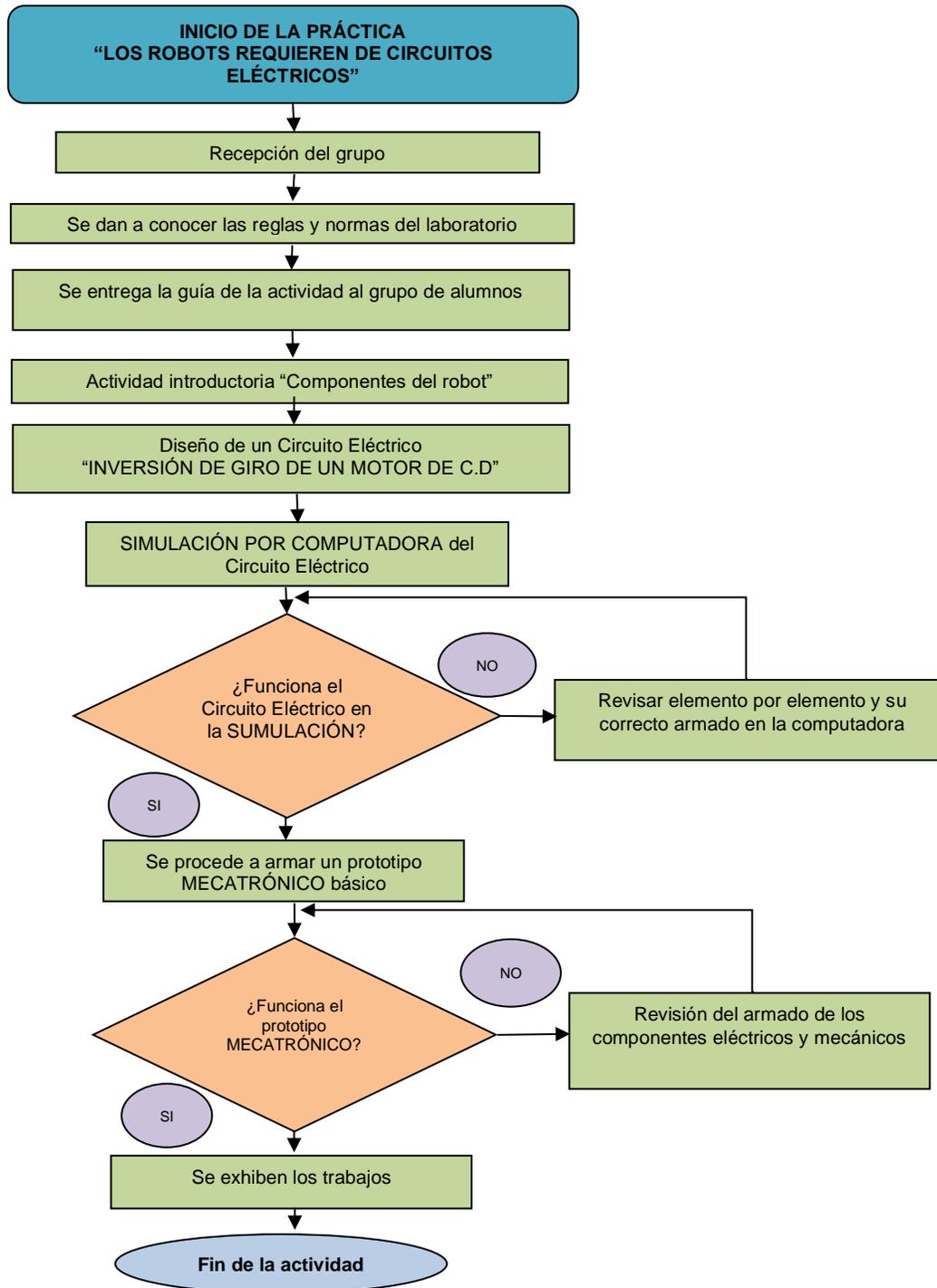


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso para la práctica de laboratorio "LOS ROBOTS REQUIEREN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS".

En el análisis de la secuencia lógica del diagrama de flujo anterior, en muchos de los casos, al llegar a la toma de decisiones: “¿funciona el circuito eléctrico en la simulación?”, “¿funciona el prototipo mecatrónico?”, se observa, en el monitoreo realizado por el responsable del laboratorio de manufactura, una desviación hacia la respuesta NO en el desempeño de los alumnos, esto sucede, debido, entre otras cosas, a que en las escuelas donde los alumnos atienden su clase tradicional, no cuentan con espacios acondicionados para la simulación y mucho menos para la construcción de aparatos o prototipos mecatrónicos.

En la gran mayoría de las visitas a actividades de laboratorio realizadas, los alumnos reconocen el desconocimiento de los temas de los contenidos programáticos relacionados con esta actividad, y, por lo tanto, no traen ni las ideas ni los conocimientos previos para un buen desarrollo de la práctica. Por otra parte, hay que mencionar que, algunos maestros también manifiestan tales desconocimientos.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué actividades con estrategias didácticas se pueden emplear para fomentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en el área de la electricidad en alumnos de educación básica?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La educación básica requiere complementarse con actividades prácticas, además de las teorías, los salones de clase deben apoyarse con actividades de laboratorio, el uso de ellos es eminentemente indispensable, sin embargo, a pesar del papel tan fundamental que se realizan en espacios de este tipo, son muy escasas las prácticas que se realizan en las escuelas de educación básica, algunas de estas causas son debido a la falta de recursos tanto humano como materiales, abajo se citan algunos casos:

- La escuela no cuenta con laboratorios.
- Pocos o nulos materiales y equipos para actividades prácticas.
- Falta de conocimiento en cuanto a competencias científicas por parte del profesorado.

- Uso único de métodos tradicionales basados en la transmisión de conocimientos ya elaborados.
- Dependencia directa de los libros de texto.

Todo lo anterior, trae como consecuencias:

- Una gran parte de los alumnos de las escuelas de educación básica no visitan un laboratorio.
- No se fomenta una enseñanza más activa.
- Docentes permanecen en zona de confort.

Por lo anterior, debemos recurrir al uso de actividades con estrategias que manifiesten un valor agregado en la formación de entes de bien, alumnos formados y futuros formadores, clases sociales, personas éticas, responsables y con valores inclinados hacia mejorar sus capacidades y comportamientos.

En este sentido, y con la participación, previa capacitación del profesorado de la educación básica, se deben aplicar estrategias y técnicas didácticas innovadoras que inciten, inquieten y motiven al alumnado en la adquisición de conocimientos de una forma que no resulte “aburrida” pero al mismo tiempo que no impliquen mucho costo, ¿Cómo?: Con la *simulación por computadora*, *construcción de prototipos mecatrónicos*, construcción de material de diseño y elaboración propia por parte del profesor, esto, si los recursos no “alcanzan” para adquirir equipos de enseñanza basados en la mecatrónica o robótica educativa como robots de LEGO.

Teniendo en cuenta lo anterior, es primordial el hecho de utilizar la construcción de prototipos mecatrónicos como un carro inteligente empleando materiales, teorías y leyes que demuestren los principios de la física y particularmente en el área de la electricidad, así también emplear simuladores o laboratorios virtuales de libre acceso como Tinkercad[®] para el entrenamiento en la mecatrónica y robótica educativa en el aula, promover el diseño y construcción propia.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Integrar una propuesta experimental basada en el uso de simuladores computacionales de libre acceso y la construcción de un prototipo mecatrónico como estrategia para la enseñanza de la física en estudiantes de educación básica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un prototipo mecatrónico del tipo carro autónomo para la enseñanza de la física en el área de la electricidad.
- Diseñar e implementar actividades que involucre el uso de simuladores computacionales de libre acceso.
- Desarrollar un instrumento de evaluación acorde a las necesidades de los estudiantes de educación básica.
- Diseñar una práctica de laboratorio donde los alumnos comprueben los fenómenos físicos de la conducción y la resistencia eléctrica a través de la simulación y la construcción de prototipos mecatrónicos básicos.

1.5 HIPÓTESIS

- El uso de simuladores o laboratorios virtuales en la enseñanza de la física mejora motiva y promueve el proceso de aprendizaje en alumnos de educación básica en el área de la electricidad.
- La mecatrónica y la robótica educativa tienen amplias posibilidades de ser una herramienta constructora de conocimientos en la física en el área de la electricidad.

1.5.1 Hipótesis nulas

- Ho1: El uso de simuladores o laboratorios virtuales en la enseñanza de la física no mejora el proceso de aprendizaje en alumnos de educación básica en el área de la electricidad.

- Ho2: La mecatrónica y la robótica educativa no tienen amplias posibilidades de ser una herramienta constructora de conocimientos en la física en el área de la electricidad.

1.5.2 Hipótesis alternativas

- Ha1: El uso de simuladores o laboratorios virtuales en la enseñanza de la física pueden o no mejorar el proceso de aprendizaje en alumnos de educación básica en el área de la electricidad.
- Ha2: La mecatrónica y la robótica educativa tienen o no amplias posibilidades de ser una herramienta constructora de conocimientos en la física en el área de la electricidad.

1.5.3 Hipótesis estadísticas

- G1.1: Estudiantes que usan simuladores o laboratorios virtuales.
- G2.1: Estudiantes que no usan simuladores o laboratorios virtuales.
- G1.2: Estudiantes que usan la mecatrónica y la robótica educativa.
- G2.2: Estudiantes que no usan la mecatrónica y la robótica educativa.

1.5.4 Rendimiento

- H1: $XG1.1 > XG2.1$
- H2: $XG1.2 > XG2.2$
- Ho1: $XG1.1 < XG2.1$
- Ho2: $XG1.2 < XG2.2$
- Ha1: $XG1.1 = XG2.1$
- Ha2: $XG1.2 = XG2.2$

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variable dependiente

- Variable dependiente Y= “Calificación Promedio de Todo el Grupo” (aprendizaje significativo por parte de los alumnos, antes y después).

1.6.2 Variable independiente

- Variable independiente X= “Estrategia utilizada para la enseñanza de la física (circuitos eléctricos)” (clase tradicional o empleo de simuladores por computadora y construcción de prototipos mecatrónicos “antes y después”).

1.7 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

El objeto de este trabajo de investigación se centra en un estudio de caso de un grupo de alumnos de educación básica que visitan el Centro de Desarrollo Comunitario # 2 del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), con domicilio conocido en la ciudad de Culiacán Sinaloa, donde el responsable del Laboratorio de Manufactura Flexible del Centro de Ciencias de Sinaloa, el ingeniero Jesús Armando Gámez Wilson es diseñador responsable de este trabajo de investigación.

El estudio se delimita a estudiantes de educación básica de los niveles de primaria alta y secundaria, los cuales se atienden en las instalaciones del DIF # 2 y empleando los equipos y materiales de la propia institución.

Se limitó al diseño de un prototipo mecatrónico particularmente un carro autónomo y la simulación computarizada para posteriormente diseñar las actividades enfocadas a la simulación por computadora con software de acceso libre en el área del conocimiento de fenómenos físicos tanto eléctricos como mecánicos y la construcción de prototipos mecatrónicos básicos como productos entregables por los alumnos.

Se aplicó una encuesta tipo Likert con la finalidad de conocer si los alumnos emplearon alguna estrategia similar en su escuela.

Dos cuestionarios tipo examen se aplicaron a los alumnos para conocer los niveles de aprendizaje adquiridos antes y después de este trabajo de investigación.

Los productos entregables por parte de los alumnos se evaluaron con los instrumentos: unidad de observación, listas de cotejo, rúbricas, proyectos, pruebas tanto orales como escritas, autoevaluaciones, reportes, monitoreo para la revisión de cuadernos, observación de actividades prácticas de taller, exposiciones, así como de los proyectos encomendados, estos formatos se pueden observar en los anexos del presente trabajo.

El grupo para este caso de estudio no se excedió de quince alumnos por cuestiones didácticas, de espacios, así como por la cantidad de materiales a emplear en las actividades prácticas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. TEORÍAS DE APRENDIZAJE

La mecatrónica tiene como antecedentes inmediatos a la investigación en el área de cibernética realizada en 1936 por Alan Turing, en 1948 por Norbert Wiener y Morthy, las máquinas de control numérico, desarrolladas inicialmente en 1946 por George Devol, los manipuladores, ya sean operados, en 1951 por Goertz, o robotizados, en 1954 por Devol, y los autómatas programables, desarrollados por Bedford Associates en 1968 (D'Addario, 2018).

Acorde con D'Addario (2018), Tetsuro Mori, ingeniero de la empresa japonesa Yaskawa Electric co., acuña el término *mecatrónica*, y en 1971 se le otorga el derecho de marca. En 1982 Yaskawa permite el libre uso del término.

2.1.1 La Mecatrónica como Tecnología Educativa en el Aula.

Actualmente se considera a la mecatrónica y a la robótica como una ciencia multidisciplinaria que involucra a la mecánica, electrónica, informática, física, matemáticas, diseño entre otras. La mecatrónica y la robótica han pasado a extenderse en diversos contextos en nuestras vidas, tienen muchas aplicaciones las cuales lo van desde la industrial, la robótica industrial, también se emplea en la medicina, en actividades subacuáticas, en la agricultura, entre otras muchas más.

Carvajal Rojas (2013), en su trabajo alude que, “el diseño mecatrónico integra tres disciplinas en un nuevo producto, mecánica, electricidad electrónica, e informática y que además, para la realización del diseño mecatrónico, se distinguen las tareas del diseño conceptual, modelado y simulación” entre otras.

“Para el diseño conceptual: definir función de cada disciplina Fd, cada disciplina se diseña por módulos disciplinares, módulo de diseño mecánico, módulo de diseño eléctrico electrónico, módulo de diseño de software, y establecer parámetros y variables de diseño. Modelado: modelado gráfico, modelado matemático, y aplicación de software especialista para cada disciplina. Simulación: simulación en ambiente virtual de módulos disciplinares o integrados parcialmente, simulación del prototipo mecatrónico, y aplicación de software especialista” (Carvajal Rojas, 2013).

Con la mecatrónica y la robótica en la educación, se incita al alumno hacia los aprendizajes de diversas disciplinas como la mecánica, el diseño, la electricidad, programación.

En cuanto a la educación en la mecatrónica, Carvajal Rojas (2013) señala que “se verifica la existencia de programas de ingeniería, maestría y doctorado en mecatrónica a nivel internacional desde 1983, cuando se creó el primer programa de maestría en ingeniería mecatrónica en Toyohashi University of Technology de Japón, y que además se verifica la oferta de programas denominados ingeniería mecatrónica y afines en Iberoamérica. En Brasil alrededor de 186 programas, en México 135 programas y en Colombia 18 programas. Se verifica también que, hay ofertas de programas de maestría en ingeniería mecatrónica o afines en Brasil, México, Chile, Perú y Colombia”.

Para Ruiz-Velasco Sánchez, et al. (2006), Algunas de las principales bondades de la robótica pedagógica son:

- Integración de distintas áreas del conocimiento.
- Operación con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto a lo abstracto.
- Apropiación por parte de los estudiantes de distintos lenguajes (gráfico, matemático, informático, tecnológico, etcétera).
- Operación y control de distintas variables de manera síncrona.
- Desarrollo de un pensamiento sistémico y sistemático.
- Construcción y prueba de sus propias estrategias de adquisición del conocimiento mediante una orientación pedagógica adecuada.
- Creación de entornos de aprendizaje.
- Aprendizaje del proceso científico y de la representación y modelización matemática.

Malec (2001) señala que la robótica es utilizada en la educación en una variedad de formas y para múltiples propósitos:

“Robotics is used in education in a variety of ways and for a multitude of purposes.”

En la educación, la robótica ha tenido mucho auge principalmente en las escuelas privadas en México en los últimos años. En Culiacán, por ejemplo, existen diversos

colegios donde los alumnos presentan proyectos de robótica armados con LEGO, no así en las escuelas públicas, ellas presentan poca o nula presencia en eventos o torneos de robótica.

Ruiz-Velasco Sánchez (2015) dice que “las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) nos permiten actualmente diseñar entornos ricos de aprendizaje ya sea en contextos significativos, reales o simulados en donde los estudiantes realmente tengan una inmersión total en el entorno y se comprometan de manera activa en la solución de problemas propios de su ambiente educativo y su realidad y en donde continuamente están desarrollando una interactividad cognitiva”. Asimismo, Ruiz-Velasco Sánchez (2013) muestra a la robótica pedagógica como una disciplina que puede ayudar en el desarrollo e implementación de una nueva cultura tecnológica y que las computadoras juegan un rol esencial, puesto que va a permitir la conexión del fenómeno con una representación más abstrata del mismo.

El trabajo de Carrasco Orozco (2016) se hace una reflexión sobre un cambio en la estructura educativa y la forma de enseñanza, así como sobre la idea de innovación, propone método emergente con el que podemos innovar y abarcar las nuevas tecnologías de la educación desde una perspectiva diferente: la robótica educativa (RE).

En el resumen de Rogers & Portsmore (2004) mencionan que “la incorporación de la ingeniería en el currículo de las escuelas de educación básica proporciona en los estudiantes maneras de conectar, aplicar y reforzar los conocimientos en matemáticas, ciencias y diseño”.

Un concepto relativamente nuevo es el uso de “espacios maker” o “makerspaces”, concepto muy aceptado según el artículo publicado por el Doctor Manuel Martínez Torán en la revista científica Cuadernos de Investigación en la Juventud, en dicho artículo alude que, en estos momentos, existe un número importante en todo el mundo de espacios creativos destinados a compartir tanto herramientas e instalaciones de fabricación digital y manual, como el conocimiento y las habilidades necesarias para el desarrollo y creación de las ideas que uno tiene. Son los llamados “makerspaces”, “hackerspaces”, “fablabs”,

“techshops” u otras denominaciones alrededor de las tecnologías de autoproducción. (Martínez Torán, 2016).

El trabajo de investigación de Barrera Lombana (2015), propone actividades lúdicas en el aula con robots educativos, el autor diseñó actividades de robótica con LEGO para la apropiación de conocimientos por parte del profesor y principalmente del alumno.

Garnica Estrada y Franco Calderón (2014), plantean la enseñanza bajo prototipos robóticos, su trabajo de investigación está orientada a la creación de un ambiente de aprendizaje a partir de robots, el estímulo de aprendizaje teniendo en cuenta las necesidades, emociones e intereses de los estudiantes, dar significado a la información, hacerla comprensible, estimular el pensamiento y la retroalimentación inmediata.

En Monsalves González (2011), la investigación realizada pretende dar cuenta, de manera exploratoria, la utilidad de la Robótica Educativa (RE) desde la perspectiva de los docentes que desarrollan esta disciplina. Sin embargo, implica algunas acciones: aprender el funcionamiento de determinadas áreas de la realidad, idear y planificar un objeto con alguna utilidad, aprender la utilidad y las reglas del lenguaje computacional y construir una maqueta y robotizarla.

El trabajo de Ruiz-Velasco Sánchez, et al. (2006), aspira a ser un referente para la iniciación al estudio de las ciencias y la tecnología en los estudiantes jóvenes en educación básica y, una guía en el desarrollo de robots didácticos con estudiantes y profesores del nivel medio superior y superior”. El autor aporta algunas ideas para la generación de entornos de aprendizaje, tal es el caso de su situación didáctica constructora:

“El carrusel”, “La rueda de la fortuna”, “El brazo mecánico”, “Robots para armar”.

En cada una de las propuestas anteriores, el autor va guiando en cada una de las fases para el diseño y construcción las cuales lo van desde la fase mecánica, eléctrica, electrónica e informática.

2.1.1 El uso de los Simuladores en el salón de clase y la implementación de actividades prácticas virtuales.

Con el uso de simuladores y prácticas virtuales en el aula motivamos al alumno a continuar con la superación, el logro de retos y mejora de resultados entregados, por otro lado, esto genera el desarrollo de las habilidades, conocimiento y destrezas que se sugieren en los planes y programas de estudio actuales para los estudiantes.

“Actualmente la simulación se ha convertido en una parte central de las metodologías de estudio por las innumerables ventajas que se obtiene en su utilización llevando al aula situaciones que de otro modo serían impensables”. (Odorico, 2004).

Con los simuladores, el alumno experimenta y descubre, se pueden reproducir fenómenos y los alumnos aprenden de una manera lúdica.

Para Rivera, et al. (2009) uno de los objetivos de su proyecto es conseguir aprendizajes significativos virtuales en los estudiantes de primer año de bachillerato del Colegio Experimental “Manuel Cabrera Lozano”, de una manera diferente a la educación tradicional, que propicie una formación innovadora e integral acorde con la tecnología actual. Los autores reportan que resultados arrojados fueron óptimos en cuanto a las respuestas dadas por los estudiantes. En síntesis, demuestran que existe mucho interés por la utilización de herramientas virtuales en la educación ya que nos ofrece un sinnúmero de funcionalidades didácticas, además despierta el interés, motiva, facilita el desarrollo de las capacidades cognitivas de los educandos, que es lo que justamente evidencian en las encuestas evaluadas.

En el trabajo de Gómez Miranda & Vázquez Torres (2005) reportan unos resultados en su investigación donde diseñaron espacios virtuales de aprendizaje donde tomaron en cuenta el paradigma educativo centrado en el alumno y, por lo tanto, el alumno es la parte central en el proceso de aprendizaje y el docente su guiador y facilitador de dicho proceso; esto se puede lograr creando tres espacios virtuales importantes: espacio de aprendizaje colaborativo (EAC), espacio de aprendizaje (EA) y espacio de administración del conocimiento (EAC).

2.1.2 Herramientas de simulación.

Actualmente existen diversos programas computarizados utilizados como herramientas de simulación, con estos, se pueden representar fenómenos físicos en ausencia de laboratorios costosos, materiales y equipos de igual manera difíciles de adquirir.

El laboratorio virtual *Phet 3.20*[®] y acorde con (University of Colorado Boulder, 2019), es un archivo que se puede obtener gratis de internet, actúa como un “Kit de construcción de circuitos”, es gratuito, basta con descargar el ejecutable desde su página oficial y empezar a navegar por sus diversas áreas, se puede simular si los objetos comunes son conductores o aislantes, explorar también la electrostática como la atracción, repulsión, carga inducida, construir un imán a partir de alambre y una batería.

Mediciones de velocidad, aceleración, fuerza y energía pueden simularse fácilmente de acuerdo con (Design Simulations Technologies, 2019), empleando el software *Design Simulation Technologies*[®], y mejor aún, aprender conceptos abstractos, además se pueden dibujar círculos, bloques, polígonos, entre otros, para utilizarlos como herramientas de diseño de ambientes de simulación. Una versión de evaluación puede solicitarse ya que actualmente este software es comercializado.

Ensamblajes mecánicos y la simulación correspondiente pueden realizarse con *Solidworks*[®], software también comercial y dedicado al diseño mecánico. Conforme al desarrollador (Dassault Systemes, 2019) este software es diseñado para mejorar el proceso de desarrollo de productos.

Fenómenos como el electromagnetismo en el funcionamiento de un motor eléctrico, resistencia eléctrica y el efecto fotoeléctrico, son solo algunos ejemplos de proyectos que se pueden desarrollar en *Tinkercad*[®], es un software desarrollado por la compañía Autodesk[®], aquí se trabaja en línea, sólo se requiere un registro empleando una cuenta de correo personal. Tal como lo exhibe su desarrollador (Autodesk, 2019), existe una enorme ventaja con este simulador, ya que es gratis y de fácil acceso en línea, posee un menú donde se puede tomar y “arrastrar” componentes hacia el área de diseño para posteriormente simular y comprobar si el circuito eléctrico o electrónico ha sido correctamente elaborado. Placas

como Arduino están también disponibles en esta parte del menú para poder ser programadas para controlar prototipos con cierto grado de inteligencia.

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO
MECATRÓNICO

3.1 EL PROTOTIPO MECATRÓNICO (CARRO AUTÓNOMO)

Un prototipo mecatrónico denominado “carro autónomo” es diseñado y desarrollado como una alternativa para la transferencia de conocimientos por parte del profesor, así una mejor comprensión de conceptos en estudiantes mediante la utilización y construcción de modelos, maquetas y prototipos.

Sarmiento Ocampo (2017), alude que “la construcción de prototipos resulta muy didáctica para los alumnos, lo cual les permite tener contacto con los materiales (para saber cómo son, qué cualidades tienen, cómo se comportan) en una experiencia directa”.

Uno de los objetivos particulares de este trabajo de investigación es, precisamente, el diseño y construcción de un carro autónomo, y, que este sea utilizado como herramienta constructora de conocimientos y aprendizajes en el caso de estudio.

Como alternativa se utiliza la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para el desarrollo del carro autónomo, los alumnos atendieron las teorías y prácticas al inicio de este trabajo de investigación y posteriormente emplearon gran parte de este proyecto en la construcción del carro autónomo.

Los componentes del carro autónomo incluyen, entre otros:

- Base, en ella se montan todos los componentes eléctricos, electrónicos, de control y las fuentes de poder.
- Estructura tubular fabricada en tubos y conexiones de PVC de media pulgada de diámetro.
- Motorreductores con sus respectivas llantas para dar la movilidad hacia adelante y atrás al carrito autónomo.
- Controlador o placa de Arduino para dar la autonomía al carrito.
- Puente H (driver) para permitir la “inversión de giro” del carro autónomo.
- Sensor ultrasónico (HC-SR04) para interactuar con el medio ambiente, así esquivar o sortear obstáculos.
- Diodos led.

- Resistencias eléctricas, cables, baterías, entre otros componentes para lograr el correcto funcionamiento del carro autónomo.

El carro autónomo consta del diseño mecánico y la integración de circuitos electrónicos básicos, antes de todo se describe a detalle cada uno de los componentes y detalles para iniciar con la construcción del prototipo.

3.1.1 La mecánica del carro autónomo

Para el desarrollo del carro autónomo es necesario que los alumnos conozcan las normas de seguridad y uso del equipo de laboratorio, por tal motivo es necesario que se siga la siguiente metodología:

- 1- Los alumnos podrán estar organizados en equipo o trabajar de forma individual acorde con las instrucciones del facilitador.
- 2- Se muestra a los alumnos el producto final a desarrollar, el modelo es diseñado mediante dibujo asistido por computadora en sus siglas en inglés CAD utilizando el software Solidworks[®], en la figura 2, se observa el diseño mecánico final.

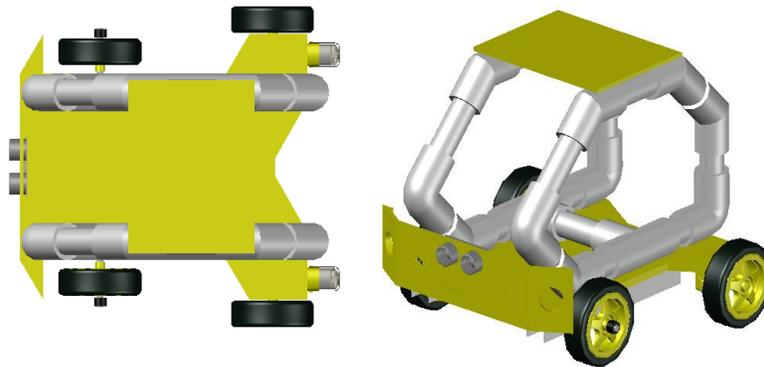


Figura 2. Vistas superior e isométrico de la mecánica del prototipo.

La figura 3, muestra la vista lateral del chasis, el cual está construido por tubos y codos de PVC de un diámetro de media pulgada.

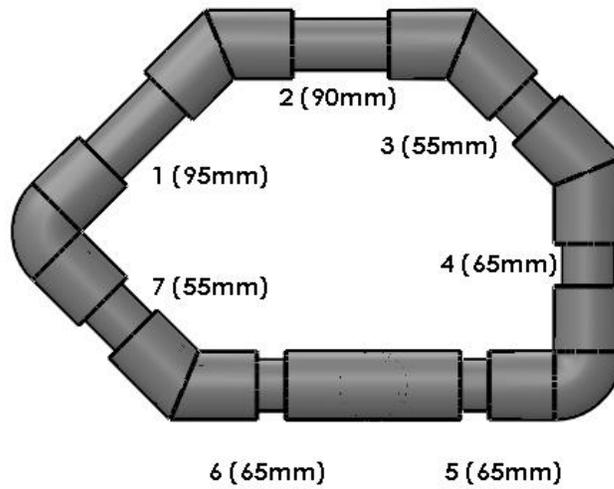


Figura 3. Vista lateral de la estructura del prototipo.

En la tabla I se muestra las medidas de los tubos PVC.

Tabla I. Medida de los tubos de PVC.

| Material | | |
|-----------------------------|----------|---------------------------|
| Pvc de 1/2 pulg de diámetro | | |
| Descripción | Cantidad | Dimensiones (largo en mm) |
| Tubo 1 | 1 | 95 |
| Tubo 2 | 1 | 90 |
| Tubo 3 | 1 | 55 |
| Tubo 4 | 1 | 65 |
| Tubo 5 | 1 | 65 |
| Tubo 6 | 1 | 65 |
| Tubo 7 | 1 | 55 |
| Codo 90° | 2 | - |
| Codo 45° | 4 | - |
| Tubo 8 (cople unión) | 1 | 80 |

3- A continuación, se presenta a los alumnos, proyecciones del diseño del carro autónomo realizado en solidworks® y videos del producto terminado donde se aprecia el resultado final.

La figura 4, muestra la dimensión de los tubos de PVC de 1/2 pulg de diámetro.

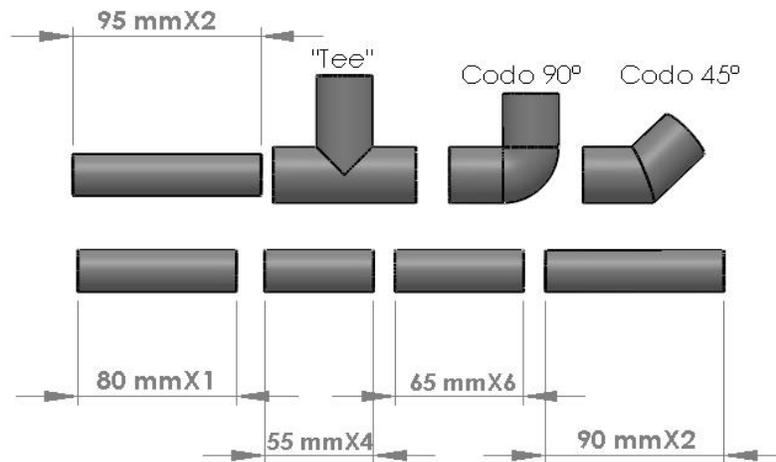


Figura 4. Tamaño de los tubos de PVC.

4- A continuación, se muestra la lista de las herramientas y materiales que se emplean para los ensamblajes a realizar tanto en lo mecánico y electrónico, la parte de programación y simulación se abordará en el siguiente capítulo.

- Gafas de seguridad y guantes de mecánico.
- Taladro.
- Corta tubo.
- Segueta.
- Guantes de mecánico
- Cautín tipo lápiz.
- Soldadura de estaño.
- Fuentes de poder (pilas, porta pilas y broches porta pilas).
- Brocas en medidas de 1/8", 1/4" y 9/32" (brocas para metal).
- Llave inglesa o española 3/8".
- Varilla roscada 3/16".
- Tuercas de seguridad para varilla de 3/16" (varias).
- Pijas para tabla roca de 3/4" o chilillos varios.
- Pegamento para PVC.
- Pegamento instantaneo (TOP o Kola Loka).
- Bicarbonato.
- Motorreductores rectos tipo "hobbie".
- Llantas de 66 milímetros de diámetro.
- Sensor ultrasónico HC-SR04.
- Arduino UNO.
- Puente H.
- Interruptores de palanca un polo, dos tiros, dos posiciones (mini switch).
- Cables dupont "macho-macho", "macho-hembra".
- Cable color rojo calibre 22.
- Cable color negro calibre 22.
- Para choques.
- Base y "techo del carrito" ambos recortados de hojas de trovicel o PVC.

- Canales de aluminio “junquillo para perfil de 1 ½””.
- 8 codos de PVC de ½” a 45°.
- 4 codos de PVC de ½” rectos (90°).
- 2 “tee’s” de PVC de ½”.
- 15 tramos de tubo de PVC de ½” varias medidas (ver en tamaño de los tubos en la figura 4).

5- En este punto los alumnos ensamblan los tubos en las conexiones (codos y “tees”) empezando con el codo de 90° de la izquierda, siguiendo el orden 1-2-3-4-5-6-7 enumerado tal como se aprecia en la figura 5, emplean para ello pegamento para PVC para una mejor unión de las partes. La figura 5, muestra el ensamblaje parcial de la estructura del carrito autónomo.

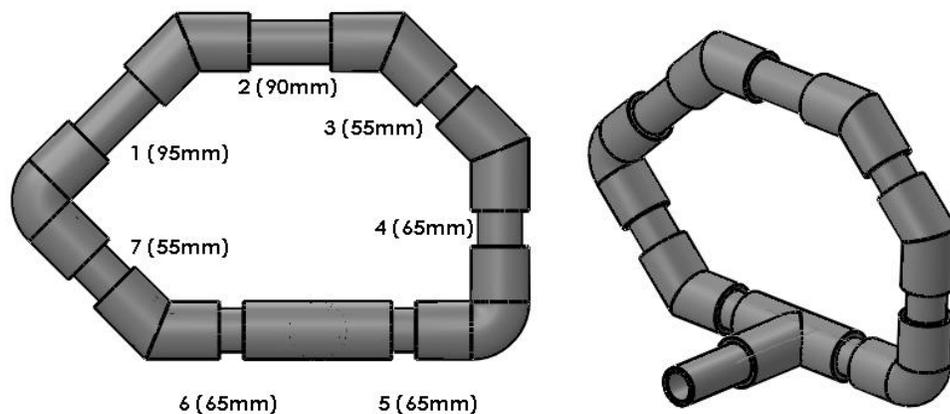


Figura 5. Vista lateral e isométrico del ensamblaje parcial del prototipo.

Para el ensamblaje del resto de la estructura tubular se siguen los pasos anteriores del ensamblaje parcial anterior como se muestra en la figura 6.

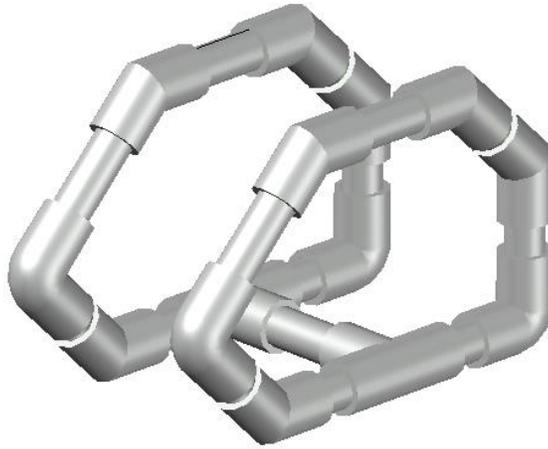


Figura 6. Vista en isométrico del ensamblaje tubular del prototipo.

6- Posterior al ensamblaje tubular realizado en el punto anterior, se procede al corte, maquinado (taladrado) y ensamblaje de materiales y componentes adicionales como se lista a continuación.

- Cortar dos canales de aluminio de 16 cm cada uno (use segueta y guantes de mecánico para este fin).
- Taladrar un agujero en cada canal a 4.5 cm desde el extremo con broca de $\frac{1}{4}$ ".
- Ensambla la varilla roscada (espárrago) y dos tuercas en los canales de aluminio.
- Pega con pegamento para PVC los canales (ensamblaje anterior) a la base del carrito.

La secuencia del ensamblaje de las instrucciones anteriores se aprecia de izquierda a derecha en la figura 7.

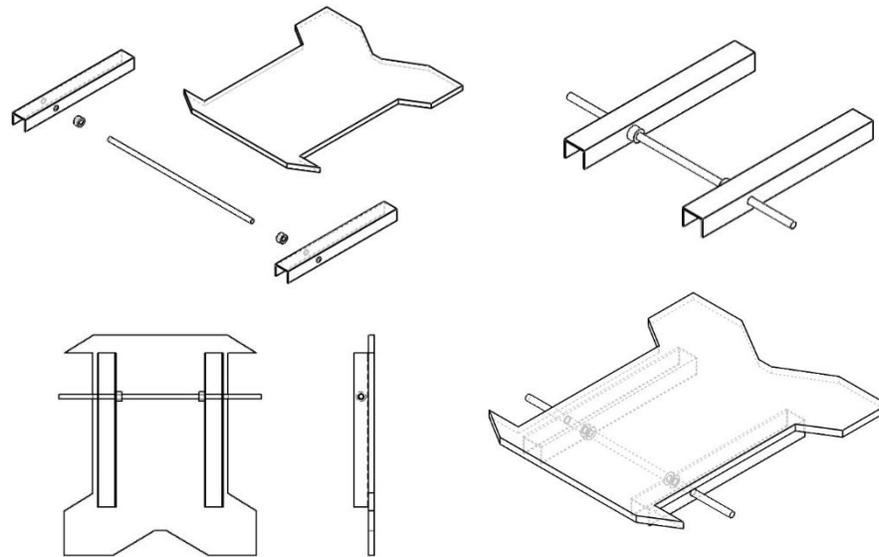


Figura 7. Secuencia del ensamblaje de los canales y varilla roscada a la base.

7- El ensamble de la estructura consiste en construir la base del prototipo en el orden que se indica y se muestra en la figura 8.

- Ensambla (pega toda la estructura tubular con pegamento para PVC) en la base del carrito.
- Pega el techo en la parte superior del carrito.
- Utiliza tornillos (pijas o chilillos para tabla roca) para fijar la base y el techo a la estructura tubular (barrena con broca de 1/8" previamente) (ver figura 8).

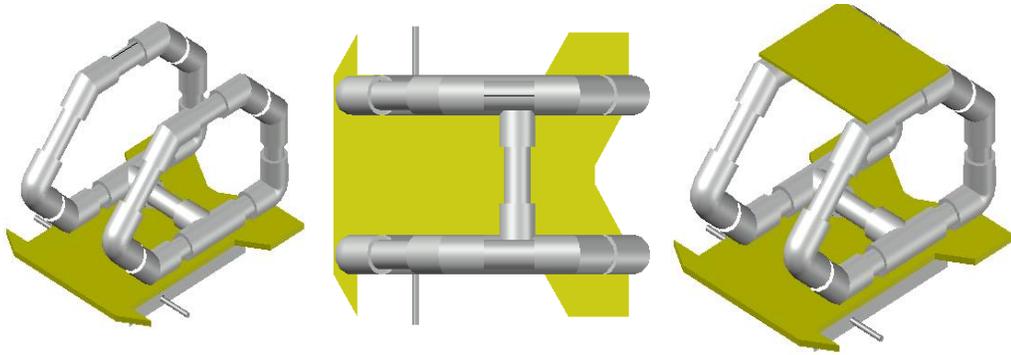


Figura 8. Orden de ensamblado de la estructura tubular y la base.

8- El ensamblado final mecánico puede realizarse acorde con la figura 9.

- Ensamblar los motorreductores a la base (utiliza pegamento instantáneo “TOP o Kola Loka”).
- Ensamblar las llantas en los motorreductores y en la varilla roscada, emplea tuercas de seguridad en las llantas delanteras.
- Ensamblar el parachoques (pega la defensa con pegamento para PVC y refuerza con TOP y bicarbonato).
- Ensamblar el sensor ultrasónico en los barrenos (agujeros) del parachoques, utiliza pegamento instantáneo (TOP o Kola Loka) y bicarbonato (ver figura 9).

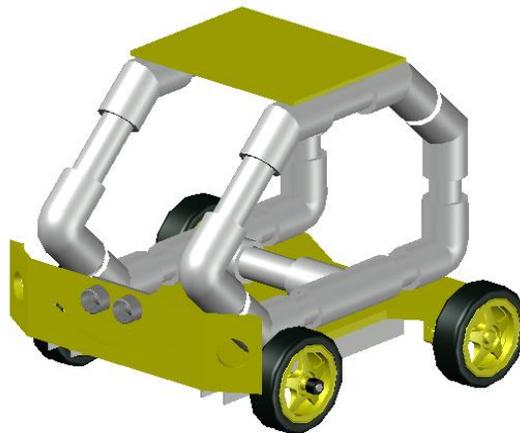


Figura 9. Ensamblado final mecánico.

3.1.2 La electrónica del carro autónomo

A continuación, se procede con la integración de los componentes electrónicos, es necesario indicar a los alumnos las teorías e incluso leyes relacionadas con la física en el área de la electricidad. Para el armado de los módulos electrónicos del prototipo, los alumnos atienden una práctica de laboratorio acorde con una secuencia didáctica para el desarrollo de un caso de estudio, misma que se puede observar en la tabla 5, del anexo 7, en esta actividad se realizan simulaciones por computadora con el propósito adquirir las competencias en el campo de la electrónica básica, los alumnos de manera lúdica aprenden y se apropian de conceptos, intencionalmente dañan componentes cuando abordan el aspecto de la simulación computarizada, este punto es desarrollado en el siguiente capítulo.

Es necesario desarrollar el diagrama eléctrico básico, el cual es expuesto y explicado al grupo de control para que comprendan los conceptos básicos del tema de la electricidad y electrónica del prototipo. La figura 10 muestra el diagrama eléctrico básico para el “arranque y paro” de un motor de corriente directa (cd).

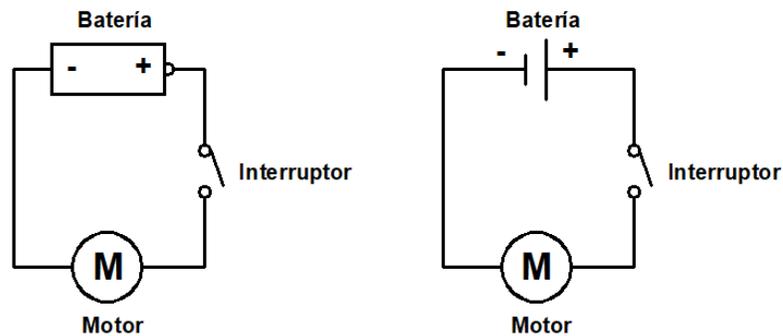


Figura 10. Diagrama eléctrico básico, arranque y paro de un motor de cd.

En la figura 10 se muestra, en la parte izquierda, de forma representativa del diagrama eléctrico, a la de la derecha, su representación mediante simbología eléctrica básica, en ambas se puede apreciar que la circunferencia que rodea a la letra M representa al motor de cd y que tanto el motor, la fuente de poder (batería) y el interruptor deberán estar conectados por medio de cables conductores de la electricidad, asimismo se aprecia que la electricidad no circularía completamente ya que el interruptor está “abierto” y por lo tanto el circuito está abierto, de ahí que el motor está apagado. El instructor pregunta a los alumnos: ¿Qué podríamos hacer para que el motor encienda?, los alumnos responden:

“cerrar el interruptor”. Los alumnos han aprendido a interpretar un circuito eléctrico básico para el “arranque y paro” de un motor de corriente directa, componente de su prototipo, en el siguiente capítulo los alumnos simulan y comprueban el correcto funcionamiento del circuito del motor.

El carro autónomo está integrado por diodos led cuya función únicamente es decorativa. En esta etapa, es común, al no realizar de forma adecuada la conexión del diodo led que este sufra algún daño, por tal motivo se les cuestiona a los alumnos por parte del instructor: ¿Por qué se dañaría el diodo led?, los alumnos generalmente responden: “le llegó mucho voltaje, pasó mucha corriente por el cable”, por tal motivo a los alumnos se les da una explicación de la ley de Ohm para el cálculo de las resistencias eléctricas, conceptos de voltaje, amperaje.

Según Buqué (2008), “un material conductor ofrece poca resistencia al paso de la corriente eléctrica, de aquí se desprende que una de las características esenciales de un conductor es su resistencia, y se representa con la letra (R), esta se mide en ohmios (Ω), y que la causa que origina el movimiento de los electrones libres de unos átomos a otros es la fuerza electromotriz y esta tiene como unidad de medida el voltio (V). La cantidad de electricidad que circula en la unidad de tiempo se llama intensidad de corriente representada por la letra (I) y su unidad es el amperio”.

Para evitar dañar a los diodos led, se debe instalar una resistencia, previo a esto, los alumnos realizan los cálculos correspondientes tomando las recomendaciones que el instructor les hace llegar en cuanto a la cantidad de corriente y voltaje de operación de los diodos led. La figura 11 corresponde al “triángulo mágico” correspondiente a la ley de Ohm para el cálculo de magnitudes eléctricas.

Ley de Ohm

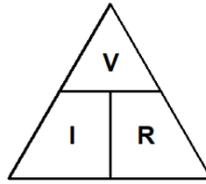


Figura 11. Ley de Ohm.

Las magnitudes fundamentales que más intervienen en el estudio de la corriente eléctrica, que son la intensidad, tensión (voltaje) y resistencia se relacionan mediante la ley de Ohm (relación entre magnitudes). A través del triángulo de la ley de Ohm se calcula solo con “tapar” la magnitud que queremos encontrar, así quedaría descubierta la ecuación a emplear, en este caso, la ecuación (1) para calcular la resistencia para el caso del diodo led quedaría dada por:

$$R = \frac{V - V_{led}}{I} \quad (1)$$

Ecuación 1. Cálculo del valor de la resistencia.

Donde:

- R: Es el valor la resistencia en ohms (Ω).
- V: Es el voltaje o tensión en voltios de la fuente o batería en este caso (V).
- Vled: Es el voltaje de operación en voltios que requiere el diodo led (V).
- I: Es la intensidad de corriente en amperios que consume el diodo led (A).

Sustituyendo los valores:

- V es el voltaje de la fuente, en este caso 6 voltios
- Vled es 1.2 voltios para un diodo led rojo
- I es la corriente que consume el diodo les y es de 0.015 amperes.

$$R = \frac{6V - 1.2V}{0.015A}$$

$$R = 320 \Omega$$

En la figura 12 se puede apreciar el circuito realizado por el instructor para la comprensión por parte del grupo piloto donde se representa, entre otros, la resistencia eléctrica.

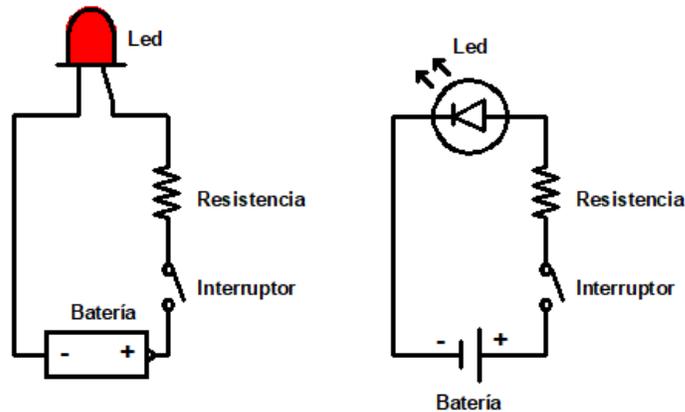


Figura 12. Circuito eléctrico de encendido y apagado de un diodo led.

9- A continuación, se dan las indicaciones a los estudiantes para realizar las conexiones del circuito eléctrico y en los motorreductores siguiendo el código de colores para el cableado (rojo al positivo, negro al negativo o “tierra”) en el orden siguiente

- Corta dos cables color rojo y dos negros calibre 22 (15 centímetros aproximadamente cada uno).
- Deja al descubierto un centímetro de cobre aproximadamente en los extremos de los cables.
- Inserta un cable rojo y un cable negro en cada uno de los agujeros de las terminales de los motorreductores.
- Suelda, empleando cautín y soldadura de estaño los cables a las terminales de los motorreductores.
- Energiza los motorreductores empleando la fuente de poder alimentando con el positivo de la fuente al cable rojo y negativo (tierra) al cable negro del motorreductor.
- Ahora invierte los colores en la alimentación (positivo de la fuente al cable negro y negativo o “tierra” al cable rojo del motorreductor), observa y comprueba que el motorreductor invierte el giro o sentido de las revoluciones por minuto (rpm).

3.1.3 Interpretación de módulos electrónicos a emplear en el carro autónomo.

En la tabla II se pueden identificar los componentes electrónicos, así como una breve explicación de la función que desempeñan estos en el carro autónomo.

Tabla II. Materiales electrónicos del carro autónomo.

| Materiales electrónicos | | |
|-------------------------|---------------------|---|
| Identificación | Equipo o componente | Función. |
| 1 | Arduino uno | Arduino uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328 el cual realiza la función del controlador o “cerebro electrónico” del carro autónomo. |
| 2 | Baterías | Las baterías son las fuentes que proveen de energía eléctrica tanto al Arduino uno como al puente H para la realización del control y movimiento del carro autónomo. |
| 3 | Interruptores | Interrumpen el flujo de la corriente eléctrica para el encendido y apagado del controlador (Arduino) y del puente H. |
| 4 | Puente H | Componente electrónico que hace posible la inversión de giro de los motorreductores. |
| 5 | Motorreductores | Son los “actuadores” que permiten que el carro autónomo se desplace por los espacios o áreas de trabajo. |
| 6 | Sensor ultrasónico | Elemento que interactúa con el medio ambiente haciendo posible la autonomía del prototipo. |
| 7 | Cables Dupont | Son los elementos conductores de la electricidad, así como de las señales de entrada y salida del controlador Arduino, puente H y demás componentes del carro autónomo. |

Tal como se menciona en la tabla II y acorde con (Arduino, 2019), Arduino uno es una plataforma de código abierto y es utilizada en el armado o ensamblado del prototipo, la cual se puede programar para controlar motores, luces y diversos dispositivos o componentes a través de un hardware y software de libre acceso, esta plataforma fue utilizada como el controlador o “cerebro electrónico” del prototipo mecatrónico desarrollado en este trabajo con alumnos.

Para el proceso del conexionado de los componentes electrónicos, los alumnos atienden las instrucciones del facilitador, siguiendo los pasos y visualizando las figuras 13 a la 16.

- Corta cuatro cables rojos a 20 cm. Aproximadamente y pela las puntas.
- Estaña las puntas del cable utilizando el caudín, soldadura y pasta para soldadura.
- Sueda los cables a los interruptores una al centro y otro al extremo (dos en cada uno) (ver figura 13).
- Monta los interruptores en el techo del carrito (ver figura 14).
- Conecta en serie cada uno de los interruptores a las fuentes de poder del Arduino y puente H respectivamente (cortar el cable rojo de la fuente del Arduino “cortar el plug”), el rojo de la fuente del puente H va al VMS tal como se visualiza en la figura 15.
- Con los cables sobrantes “macho” conecta la tierra común entre el Arduino y el puente H (ver figura 15).
- Conecta los cables de los motores a las terminales correspondientes del puente H tal como se aprecia en la figura 15.
- Conecta las salidas 2-4-12 y 13 del Arduino a las entradas IN1- IN2-IN3 e IN4 del puente H (ver figura 15).
- Conecta corriente y tierra del sensor hacia el Arduino con cables dupont hembra-macho (ver figura 16).
- Conecta el trigger del sensor al pin 7 del Arduino (ver figura 16).
- Conecta el echo del sensor al pin 6 del Arduino (ver figura 16).
- Fija todos los componentes (Arduino, puente H y fuentes de poder) con cinta doble contacto (ver figura 17).
- Fija el sensor ultrasónico al frente con pegamento TOP (resuelto en la parte mecánica) (ver figura 17).
- Descarga el programa en el controlador Arduino UNO (solicítalo a tu instructor).

- El producto terminado (carro autónomo) deberá ser similar al mostrado en la figura 17 y figura 18 respectivamente.

La figura 13 representa el circuito eléctrico de los cables e interruptores que “encenderán y apagarán” el carro autónomo.

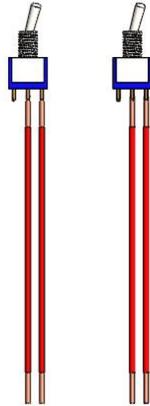


Figura 13. Circuito eléctrico representativo de cables e interruptores.

En la figura 14 se puede ver el montaje de los interruptores ya “cableados” en el techo del carro autónomo.

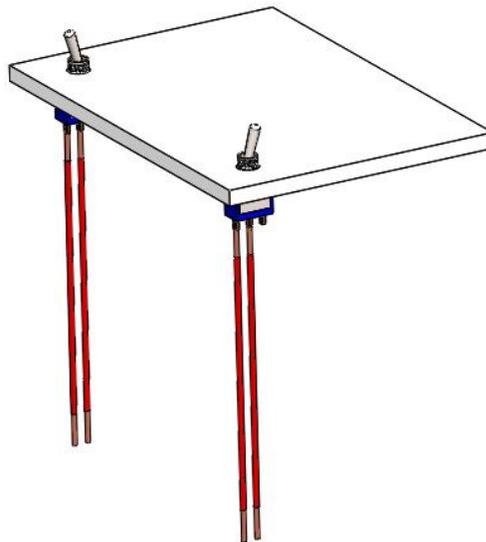


Figura 14. Ensamblaje de los interruptores en el techo del carro autónomo.

La figura 15 corresponde al circuito eléctrico y electrónico completo con el cual se logra dar movimiento al carro autónomo “carrito inteligente”, han sido incorporados los componentes de control como el Arduino uno, puente H, cables “dupont”, sensor ultrasónico, fuentes de alimentación, entre otros.

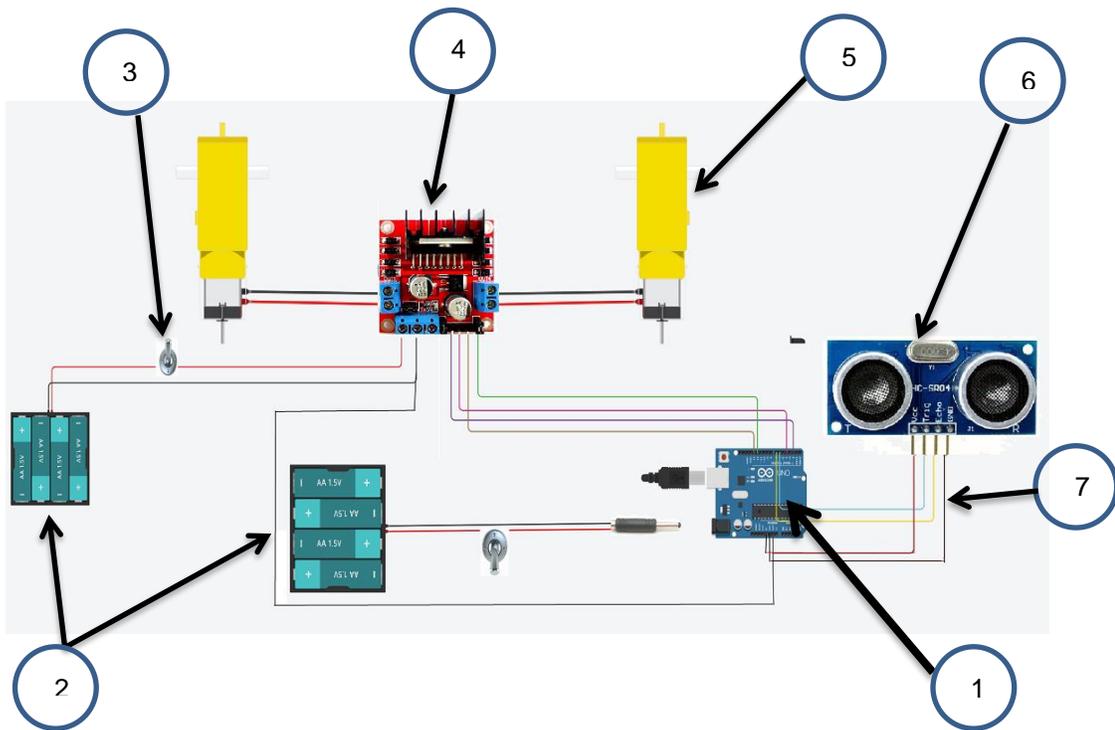


Figura 15. Circuito eléctrico completo.

La figura 16 muestra con mayor detalle las conexiones entre el Arduino uno y el sensor ultrasónico.



Figura 16. Detalle del conexionado entre Arduino uno y sensor ultrasónico.

Las figura 17 muestra el diseño realizado y ensamblado en Solidworks® y la figura 18 corresponde a la inspección que un alumno realiza al carro autónomo construido.

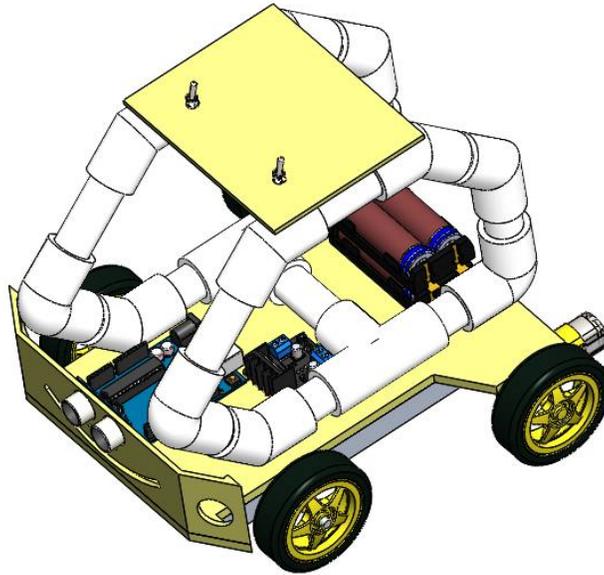


Figura 17. Diseño ensamblado en Solidworks.

Las figuras 33 a la 37 de los anexos, muestran las fotografías donde los alumnos trabajaron tanto en la parte mecánica, electrónica, de control y programación. El producto terminado es reportado y exhibido por los alumnos mediante una explicación y demostración del funcionamiento. La figura 18 muestra el momento en que un alumno hace los ajustes e inspecciones finales a su producto.

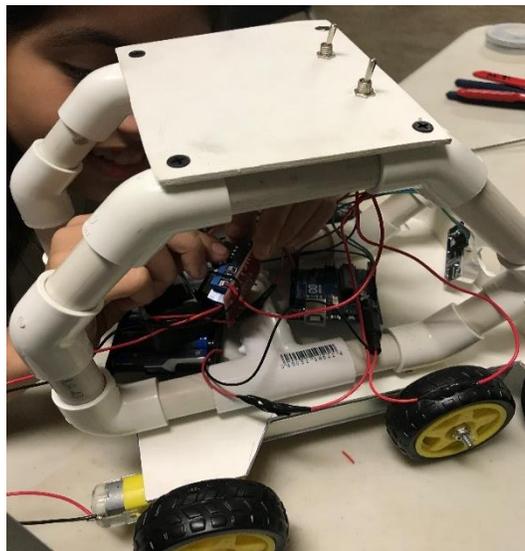


Figura 18. Producto final inspeccionado para su exhibición.

En la siguiente pagina de internet, se muestra como evidencia, la realización de un video donde se muestra el funcionamiento el carro autónmo desarrollado por los alumnos.

<https://drive.google.com/file/d/17HSHD6tqTS4FtAtH25TonmjdW-eIdwmE/view?usp=sharing>.

CAPÍTULO 4

USO DE SIMULADORES COMPUTACIONALES DE USO
LIBRE

4.1 LA SIMULACIÓN COMPUTARIZADA

La realización de actividades experimentales empleando simuladores virtuales ha facilitado el proceso del aprendizaje en estudiantes de todos los niveles al poner en práctica los contenidos teóricos vistos en clase. Actualmente existen muchos programas o softwares diseñados para ser utilizados con esta finalidad.

Tinkercad[®] es un software de acceso libre creado por la compañía desarrolladora de software Autodesk[®], en él, se puede diseñar tanto las piezas mecánicas para su impresión en 3D como los circuitos eléctricos y electrónicos para la simulación y comprobación del correcto funcionamiento de los mismos, en este último punto (simulación de circuitos eléctricos y electrónicos).

Tinkercad[®] Posee muchas ventajas, la primera: es un software de acceso libre, otra, como la arriba citada y referente a la simulación y por ende comprobación de circuitos antes de la construcción real o física de estos, otra más es el hecho que se puede también simular programas basados en lenguajes compatibles con un controlador conocido como Arduino, tecnología también utilizada en este proyecto.

Fenómenos físicos en el área de la electricidad son también simulados y comprobados con un simulador de acceso libre desarrollado por la compañía Autodesk[®] conocido como Tinkercad[®]. En la figura 19 se puede visualizar la pantalla de inicio del simulador de circuitos electrónicos, a la derecha de esta, están los componentes disponibles para el diseño y armado.

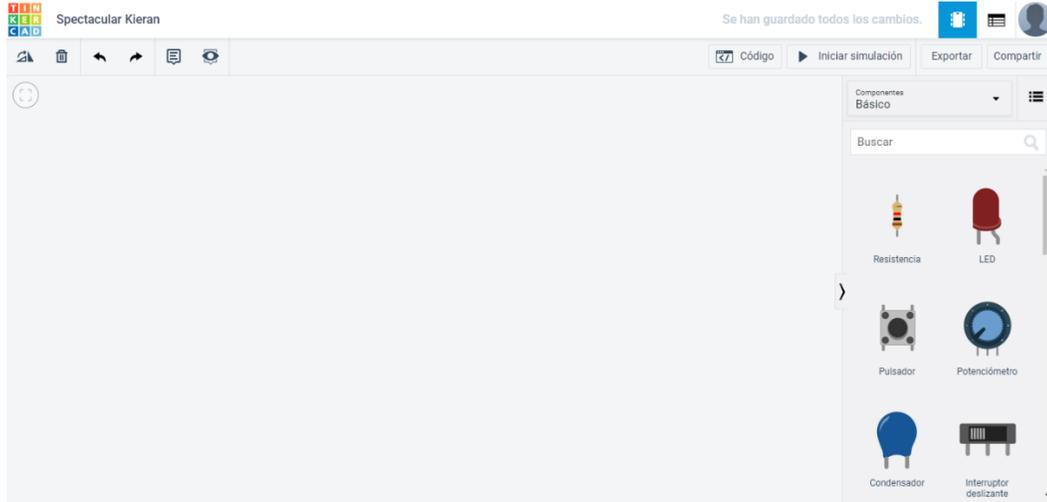


Figura 19. Pantalla de inicio del simulador de circuitos eléctricos.

Luces led, baterías, interruptores, resistencias, motores de corriente directa, entre otras muchas más pueden seleccionarse hacia el área de diseño y simulación.

En la figura 20, se aprecia el circuito eléctrico básico construido en Tinkercad[®], este fue empleado por el instructor en la apertura de la actividad práctica tal como se solicita en la secuencia didáctica, se puede también observar que en la parte superior de la imagen el motor está en reposo o apagado y en la parte inferior el motor está encendido, (vea la posición del interruptor y los valores de las revoluciones por minuto en el motor, “arriba y abajo de la imagen”).

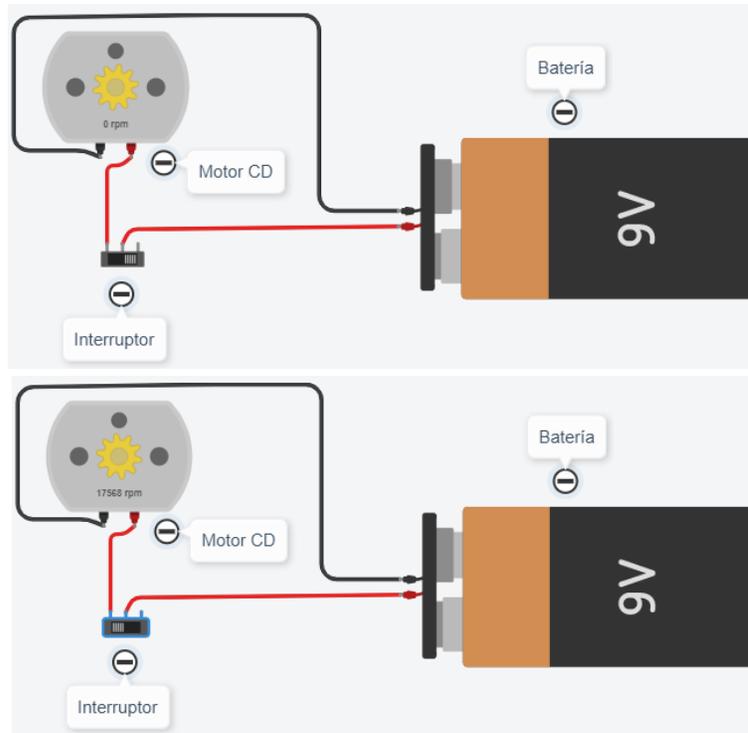


Figura 20. Circuito eléctrico básico.

La figura 21 muestra gráficamente como los alumnos resolvieron el reto, primeramente, a nivel simulación y posteriormente la construcción real del primer módulo para invertir el giro de un pequeño motor de corriente directa con sus respectivos interruptores propuesto y asesorado por el facilitador. Se utiliza un “puente H” para este fin en el carro autónomo para, precisamente, una mejor automatización, pero la intención aquí es que el participante conozca y aprenda el concepto de “inversión de giro” resuelta por ellos mismos.

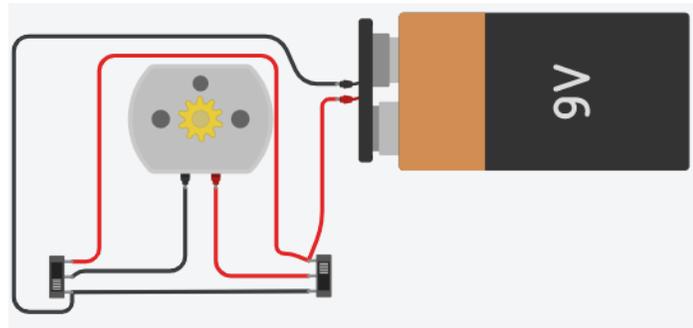


Figura 21. Circuito de inversión de giro en un motor de corriente directa básico.

Una simulación del encendido y apagado de un diodo led es mostrado en la figura 22, en la actividad práctica los alumnos realizaron los cálculos correspondientes de la resistencia eléctrica empleando la ley de Ohm para evitar daños al componente luminoso conocido como led (diodo emisor de luz por sus siglas en inglés). A la izquierda se puede observar el diodo led apagado, a la derecha se encuentra encendido cuando “cerramos el circuito” al accionar o deslizar el interruptor.

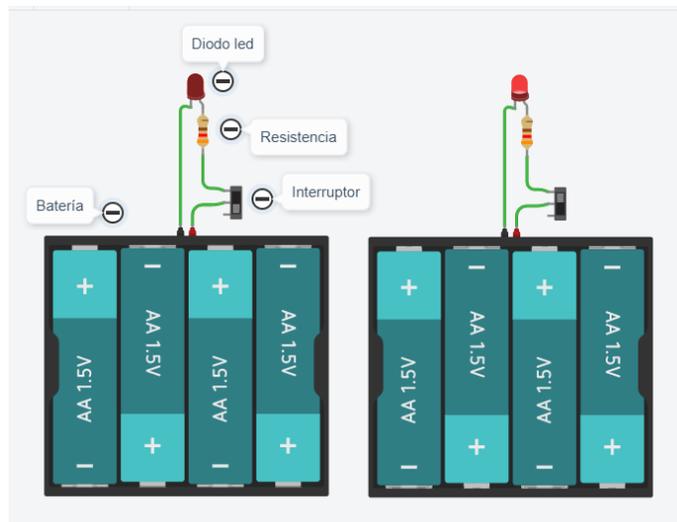


Figura 22. Circuito del encendido y apagado de un led.

La estrategia de la simulación por computadora da un grado cualitativo al proceso de enseñanza aprendizaje cuando queremos comprobar que los circuitos diseñados funcionarán correctamente sin necesidad del armado físico.

La simulación de programas basados en C++ para el controlador Arduino es otro de los grandes potenciales que posee Tinkercad[®]. Un programa basado en este lenguaje (C++) se les proporciona a los estudiantes para que ellos lo instalen en el controlador Arduino vía USB, este es el último paso que los alumnos realizan antes de probar que su carro autónomo funciona correctamente. Líneas abajo se muestra el programa que controlará al “carrito inteligente”.

```
#define Pecho 6
#define Ptrig 7
long duracion, distancia;
void setup() {
  Serial.begin (9600);// inicializa el puerto seria a 9600 baudios
  pinMode(Pecho, INPUT);// define el pin 6 como entrada (echo)
  pinMode(Ptrig, OUTPUT);// define el pin 7 como salida (trigger)
  pinMode(13, OUTPUT);// Define el pin 13 como salida
  pinMode(12, OUTPUT);// Define el pin 12 como salida
  pinMode(2, OUTPUT);// Define el pin 2 como salida
  pinMode(4, OUTPUT);// Define el pin 4 como salida
}
void loop() {
  digitalWrite(Ptrig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Ptrig, HIGH);// genera el pulso de trigger por 10ms
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Ptrig, LOW);
  duracion = pulseIn(Pecho, HIGH);
  distancia = (duracion/2) / 29;// calcula la distancia en centímetros
  if (distancia >= 1000 || distancia <= 0){ // si la distancia es mayor a 1000cm o menor a 0cm
    Serial.println("---");// no mide nada
  }
  else {
    Serial.print(distancia);// envia el valor de la distancia por el puerto serial
    Serial.println("cm");// le coloca a la distancia los centimetros "cm"
```

```

digitalWrite(13, 1);// en ALTO el pin 13 para girar las dos ruedas hacia adelante
digitalWrite(12, 0);// en BAJO el pin 12 girar las dos ruedas hacia adelante
digitalWrite(4, 1);// en ALTO el pin 4 girar las dos ruedas hacia adelante
digitalWrite(2, 0);// en BAJO el pin 2 girar las dos ruedas hacia adelante
    }
if (distancia <= 30 && distancia >= 1){
digitalWrite(13, 0);// en BAJO el pin 13 si la distancia es menor a 30cm para detener las dos ruedas
digitalWrite(12, 0);// en BAJO el pin 12 si la distancia es menor a 30cm para detener las dos ruedas
digitalWrite(4, 0);// en BAJO el pin 4 si la distancia es menor a 30cm para detener las dos ruedas
digitalWrite(2, 0);// en BAJO el pin 2 si la distancia es menor a 30cm para detener las dos ruedas
delay(600);
digitalWrite(13, 0);// en BAJO el pin 13 para girar las dos ruedas hacia atrás
digitalWrite(12, 1);// en ALTO el pin 12 girar las dos ruedas hacia atrás
digitalWrite(4, 0);// en BAJO el pin 4 girar las dos ruedas hacia atrás
digitalWrite(2, 1);// en ALTO el pin 2 girar las dos ruedas hacia atrás
delay(600);
digitalWrite(13, 1);// en ALTO el pin 13 Para girar a la izquierda
digitalWrite(12, 0);// en BAJO el pin 12 Para girar a la izquierda
digitalWrite(4, 0);// en BAJO el pin 4 para detener la rueda y girar a la derecha
digitalWrite(2, 1);// en BAJO el pin 2 para detener la rueda y girar a la derecha
delay(600);
Serial.println("Alarma.....");// envia la palabra Alarma por el puerto serial
    }
delay(400);// espera 400ms para que se logre ver la distancia en la pantalla
}

```

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología a emplear en este trabajo es de corte mixto, ya que tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo procuran resolver problemas o la reproducción del conocimiento en el área o campo científico, tal es el caso de este trabajo de investigación, es en ellas que se llevarán a cabo la observación y la evaluación de los fenómenos, se establecerán las suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluaciones realizadas, demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen su fundamento, revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis, propone nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas o incluso para generar otras. Aquí se recolectan, analizan e integran los datos cuantitativos y cualitativos para responder al planteamiento del problema, se buscan soluciones prácticas y realizables.

La variable dependiente, se midió de manera cuantitativa mediante una estadística del tipo descriptiva, en ella se reportan las gráficas de los promedios, tanto inicial como final obtenidas en el grupo piloto en este trabajo de investigación al ser evaluados con los respectivos exámenes.

La recolección y análisis de los datos cualitativos tienen relación con la variable independiente, pues es a través de la observación y también la comparación de los resultados obtenidos cuando se emplea o no la estrategia de la simulación por computadora y construcción de prototipos mecatrónicos.

La tabla 3 que se puede apreciar en el apartado de los *instrumentos de investigación*, corresponde a una unidad de observación general en lo cualitativo obtenida a partir del desempeño de los alumnos, en ella, se muestran los datos recabados durante el desarrollo de las actividades encomendadas y realizadas por el grupo del caso de estudio a lo largo del trabajo de investigación; así como, los avances en los aprendizajes, ideas y conocimientos previos y finales son también evidenciados en esta tabla.

Mediante la observación en las expresiones y aprendizajes de los sujetos de estudio se reportan también los resultados cualitativos que se vinculen con los objetivos trazados en este trabajo de investigación.

“Observar nos ayuda a conocer nuevas técnicas y estrategias, a valorar las propias, a considerar ideas y recursos y a entender nuestras fortalezas y debilidades. Esta práctica

constituye una parte importante de aprender a enseñar, pues nos brinda la oportunidad de ver profesores de la vida real en situaciones de la vida real y su forma de enfrentar situaciones impredecibles y variables que intervienen en el aprendizaje y enseñanza y que son imposibles de visualizar con antelación”. (Estrada, 2012).

“La investigación hoy en día necesita de un trabajo multidisciplinario, lo cual contribuye a que se realice en equipos integrados por personas con intereses y aproximaciones metodológicas diversas que refuerza la necesidad de usar diseños multimodales”. (Hernández Sampieri, et al. 2014).

“Los datos cualitativos en cuanto al paradigma sociocrítico se definen como el “modo de análisis crítico y comprensión de la pedagogía para dar sentido a la educación como un espacio de construcción social, especialmente, hacia una educación contextualizada. Formación de la autoconciencia encaminada a la transformación social, con una visión emancipatoria” (Padilla Beltrán, et al.), quienes citan a (Giroux, 2008).

Basado en esta metodología se dan resultados en cuanto a ciertas evaluaciones a aplicar a los alumnos, ofrece una respuesta al planteamiento del problema y se señalan las estrategias que se utilizaron en su abordaje, así como los datos que fueron recogidos.

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación es casual-comparativa ya que busca, “comparar” o establecer relaciones causa-efecto sobre el desempeño de un caso de estudio con un grupo de alumnos de educación básica, empleándose el diseño no experimental del tipo transversal, en donde no se manipulan las variables y se limitó a estudiar los resultados de los alumnos con aprendizaje en la clase tradicional ya realizados versus la aplicación en los mismos, obtenidos de un curso-taller empleando la estrategia de la simulación por computadora y construcción de prototipos mecatrónicos.

5.2 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para la recolección de los datos se diseñaron y aplicaron seis instrumentos acordes a los paradigmas y variables a utilizar en este trabajo de investigación: Una entrevista abierta con la docente responsable del programa del Centro de Desarrollo Comunitario DIF # 2, con la intención de conocer si acepta (n) una invitación para que sus alumnos formen parte de este trabajo de investigación, donde ellos serán los principales actores en este trabajo cuyo propósito es hacer notorio la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje en cierta parte de la población seleccionada. Una encuesta inicial a alumnos (encuesta tipo Likert) con preguntas abiertas para determinar cuántos estudiantes de la población y muestra utilizan o han utilizado simuladores o laboratorios virtuales, así como la construcción de modelos o prototipos mecatrónicos, con ella se reportarán los resultados cuantitativos en la estadística de este trabajo de investigación. Dos cuestionarios tipo examen con preguntas abiertas para medir el grado de aprendizaje significativo y por lo tanto cualitativo que tienen los alumnos. Con esto, se probó la variable dependiente “Y= “Calificación Promedio de Todo el Grupo” antes y después de realizar las actividades empleando simuladores y construcción de modelos o prototipos mecatrónicos, así comprobar las hipótesis. Dos rúbricas, una para evaluar los cuestionarios (exámenes antes y después) arrojando con ello los niveles de aprendizaje de los alumnos, una segunda rúbrica para evaluar el desempeño y creatividad utilizados en la elaboración de productos tales como modelos o prototipos mecatrónicos, y por último una lista de cotejo para evaluar exposiciones solicitadas, todos estos instrumentos son mostrados en la parte correspondiente de los anexos.

La parte correspondiente a la observación es otro instrumento utilizado y mostrado en la tabla III, en ella se reportan y evidencian los resultados obtenidos en los alumnos, mismos que se detallan con más precisión en el capítulo correspondiente a los resultados.

Tabla III. Unidad de observación en la investigación cualitativa.

| Alumno(a) | Emplea la simulación y prototipos mecatrónicos en su escuela | Resultado en examen inicial | Resultado en examen final | Observación |
|--------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|--|
| Emily (5to. primaria) | NO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Emily siempre mostró ser la alumna promedio y fue subiendo en sus calificaciones y participaciones aún más, era la más pequeña del grupo, pero mostraba madurez en los trabajos y actividades encomendadas, si bien es cierto su prototipo no “jaló” (así lo dijo ella), logró encontrar la falla e hizo “jalar” su carrito inteligente (cuestiones del cableado en la alimentación del voltaje en el sensor ultrasónico). |
| Santiago (6to. primaria) | NO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Santiago, el más participativo, él siempre quería hacer todo, le gustaba mucho explorar y experimentar, su nivel de aprendizaje fue en aumento con el avanzar de las actividades, siempre fue de los primeros en resolver los retos, se mostró muy contento al terminar su proyecto. |
| César (6to. primaria) | NO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | A Cesar en un principio lo observaba algo dependiente, no daba el siguiente paso si no veía los trabajos de sus compañeros, le costaba asimilar algunos conceptos técnicos, siempre preguntaba o cuestionaba a sus compañeros en cuanto a cómo resolvieron algún reto práctico manual, esto fue mejorando cuando iniciamos con la simulación, le gustó mucho “quemar” diodos led en la computadora y ver como los |

| | | | | |
|---------------------------|----------|-----------------|-----------|--|
| | | | | motores giraban hacia un lado y otro tanto en la simulación como en la vida real. |
| Guillermo (6to. primaria) | MUY POCO | PROMOVIDO (64%) | PROMOVIDO | Guillermo, “el compaye”, inteligente sí, pero muy distraído, participaba muy poco, le costaba mucho colaborar, (rompió las terminales del motorreductor y dañó un diodo led por error en la selección del valor correcto en ohms de la resistencia), se fue integrando poco a poco al grupo hasta obtener muy buenos resultados, le tomó fotos y videos a su producto final para mostrarlo a sus familiares. |
| Grecia (6to. primaria) | NO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Grecia es una niña muy disciplinada e inteligente, sin embargo, al inicio se le complicaba captar o entender los conceptos básicos del área de la electricidad, pero con el avanzar de los trabajos ella demostró que, gracias a su disciplina, inteligencia y la perseverancia se logra llegar a la meta (obtuvo un 100% en su calificación final y su prototipo fue el primero en funcionar a la perfección). |
| Ángel (6to. primaria) | NO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Ángel, el “tocayo” de Ángel Geovani, niño muy capaz e interesado al igual que la gran mayoría de los participantes. Es cierto que al inicio no “acertaba” algunas preguntas, pero su desempeño fue creciendo muy rápido al grado de interesarse tanto en la electrónica que pidió a su abuelo le comprara un “kit de mecatrónica” para continuar con este tipo de prácticas, traía consigo un cautín y soldadura en su mochila para “presumir” |

| | | | | |
|------------------------------------|----------|-----------------|-----------|--|
| | | | | que era ya un ingeniero. |
| A. Geovani (1ro. secundaria) | MUY POCO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Ángel Geovani, “el Ángel”, “compaye” de Guillermo, siempre demostrando que él lo sabía todo, en realidad si traía consigo algunos conocimientos previos sobre la temática, él apoyaba mucho al grupo en actividades que tenían que ver con el uso de herramientas y materiales, logrando el aprendizaje grupal gracias al trabajo colaborativo, aprendió mucho y su prototipo fue el que mejor desempeño mecánico tuvo, además se dio el tiempo para decorarlo y mejorar la estética del carrito, su producto fue muy bien evaluado. |
| Karime (2do. secundaria) | MUY POCO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Karime, una niña algo distraída, con poco interés en el área al inicio del presente trabajo, le gustaba llamar la atención con comentarios incluso fuera de lugar, usaba mucho su celular, al final logró enrolarse y los resultados fueron en realidad sorprendentes (sin subestimar sus capacidades) ya que traía consigo en realidad no muy buena disciplina, su mamá también estuvo presente en la demostración del producto final e incluso ofreció palabras halagadoras. |
| Daniel (2do. secundaria) | NO | NO PROMOVIDO | PROMOVIDO | Daniel, el más serio y aislado, niño muy inteligente, pero me costó lograr enrolarlo en los trabajos colaborativos, todo la hacía y resolvía muy bien casi por sí solo, fue el segundo mejor en cuanto resultados obtenidos. |

La tabla IV, muestra parte de la metodología y estrategias empleadas en el trabajo con alumnos, así también se listan los entornos o espacios de aprendizaje.

Tabla IV. Metodología, estrategias y entornos de aprendizaje.

| MÉTODO | ESTRATEGIA | ENTORNO |
|--|---|--|
| Controlado por el Facilitador | <ul style="list-style-type: none"> • Explicación del profesor en clase. • Asesoría por parte del profesor. | <ul style="list-style-type: none"> • Salón de clase ordinario. |
| Controlado por el Facilitador y el Alumno. | <ul style="list-style-type: none"> • Prácticas de laboratorio. • Observación. • Aprendizaje Basado en Problemas. • Revisión de las notas y apuntes (Portafolio). • Simulación por computadora. • Prácticas de taller. • Construcción de prototipos mecatrónicos. | <ul style="list-style-type: none"> • Salón equipado con computadoras con acceso a internet. • Salón de clase ordinario. • Espacio equipado con herramientas tipo taller mecánico. |
| Controlado por el Alumno | <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje Colaborativo. • Exposiciones. • Reportes. • Simulaciones por computadora. • Construcción de prototipos mecatrónicos. | <ul style="list-style-type: none"> • Salón equipado con computadoras con acceso a internet. • Salón de clase ordinario. |

El apoyo en secuencias didácticas ofrece buenos resultados al momento de implementar actividades prácticas, así cumplir con los objetivos trazados en aras de complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la tabla 5 del anexo 8, se puede apreciar un desarrollo con secuencia didáctica empleado para una actividad apegada al plan y programa de estudios vigente 2018. Asimismo, en el anexo 7 se puede observar los instrumentos de evaluación empleados.

Acorde con Estrada (2012), “la observación es una fuente de información práctica que no solo nos proporciona a los docentes en formación ideas y sugerencias para una enseñanza efectiva y adecuada a las características de un contexto educativo particular, sino que también puede suscitar entre nosotros reflexión sobre nuestro desarrollo profesional y sobre nuestro rol en la enseñanza y en la sociedad”.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS

A continuación, se presenta el análisis y la recolección de datos.

Se llevó a cabo una entrevista el día 30 de octubre del 2018 con la profesora María del Rosario Hernández, encargada del centro comunitario DIF # 2 (ver tabla 6 en los resultados y figura 30 en el anexo 2), se levantó un censo con fecha 07 de diciembre del 2018 con la intención de conocer el género, edades y grado de estudio correspondientes de los alumnos participantes (ver figuras 23, 24 y 25), se utilizó y aplicó un instrumento (encuesta tipo Likert) durante el periodo comprendido del 08 al 13 de febrero del 2019 (ver figura 31 en el anexo 3), se aplicó un cuestionario inicial el día 04 de marzo del 2019, asimismo un cuestionario final el 06 de junio del 2019 (ver figura 32 en el anexo 4).

El estudio tuvo lugar con estudiantes que asisten al centro comunitario DIF # 2 con domicilio en Heroico Colegio Militar SN, cp. 80260 en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México.

El estudio está conformado de la siguiente manera: tres niñas y seis niños con edades de diez, once y trece años, tal como se muestra en las figuras 23 y 24.

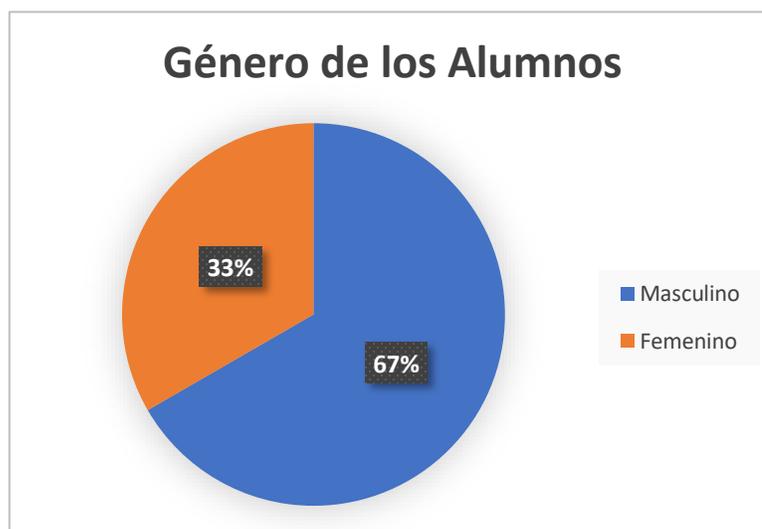


Figura 23. Género de los alumnos.

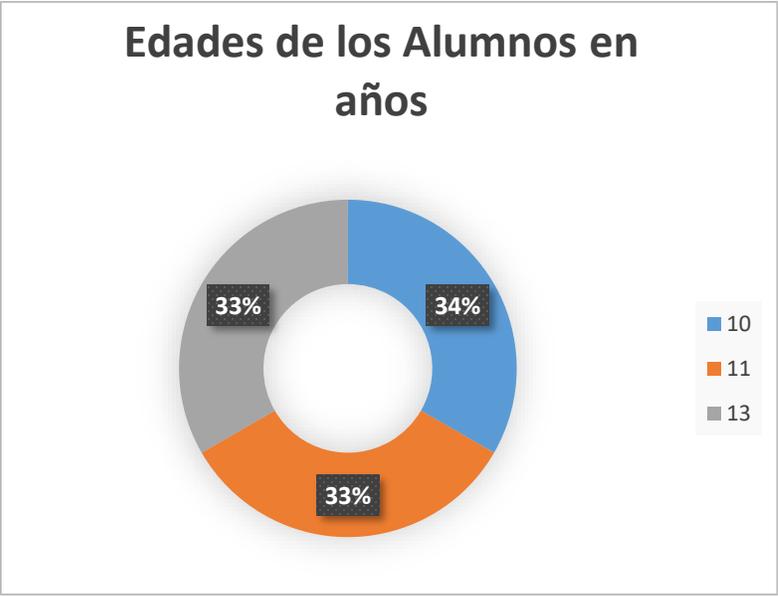


Figura 24. Edades de los alumnos.

La figura 25 muestra el grado de estudio de los alumnos distribuido por: un alumno de quinto de primaria, cinco alumnos de sexto de primaria, uno de primero de secundaria y dos de segundo de secundaria.

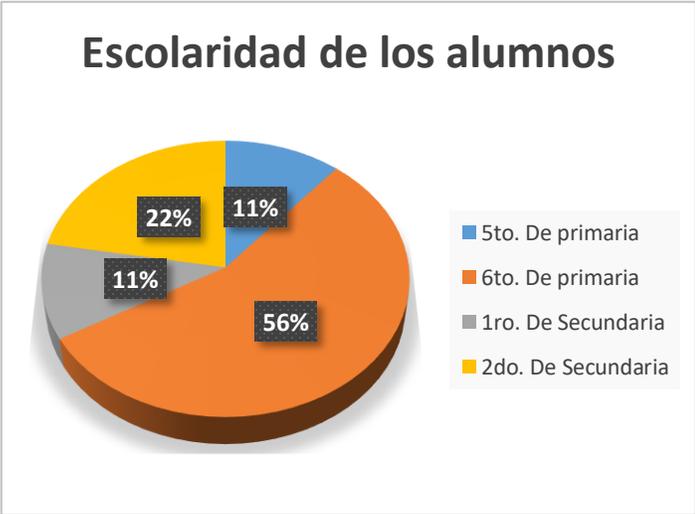


Figura 25. Escolaridad de los alumnos.

En la figura 26 se puede observar el promedio obtenido por los alumnos que tomaron la clase de manera tradicional, este promedio se generó con la aplicación del cuestionario inicial tipo examen al grupo de estudio.

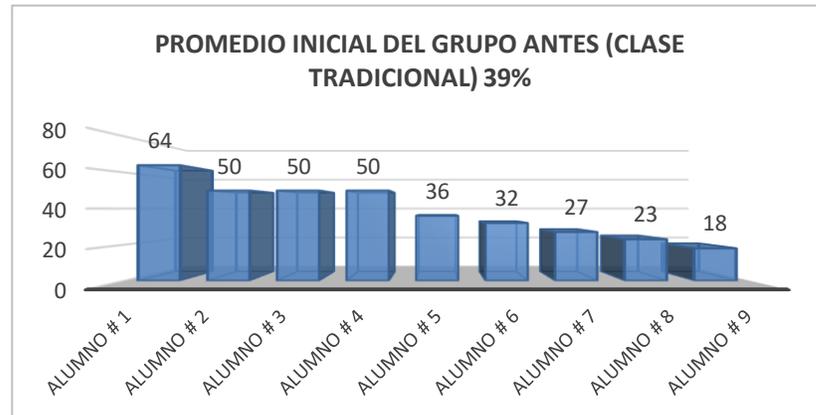


Figura 26. Promedio inicial del grupo.

En la figura 27 se muestra el promedio obtenido por los estudiantes que tomaron el taller con el uso de simuladores y mecatrónica básica, este promedio es basado en el resultado del cuestionario final tipo examen también aplicado al grupo de estudio.

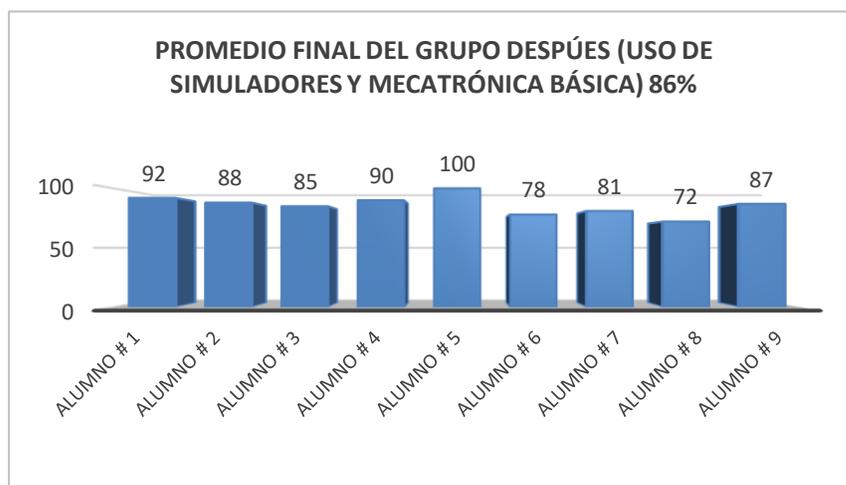


Figura 27. Promedio final del grupo.

A continuación, se muestra el gráfico de dispersión con la línea de tendencia ascendente con su ecuación y el valor de R^2 correspondiente obtenido automáticamente en EXCEL[®] respecto de los promedios de las calificaciones antes y después acorde con las variables en la tabla V y en el gráfico correspondiente de la figura 28.

Tabla V, Estrategia empleada y calificación obtenida.

| Estrategia empleada | Calificación Promedio |
|--|-----------------------|
| Clase tradicional | 39 |
| Uso de simuladores y prototipos mecatrónicos | 86 |

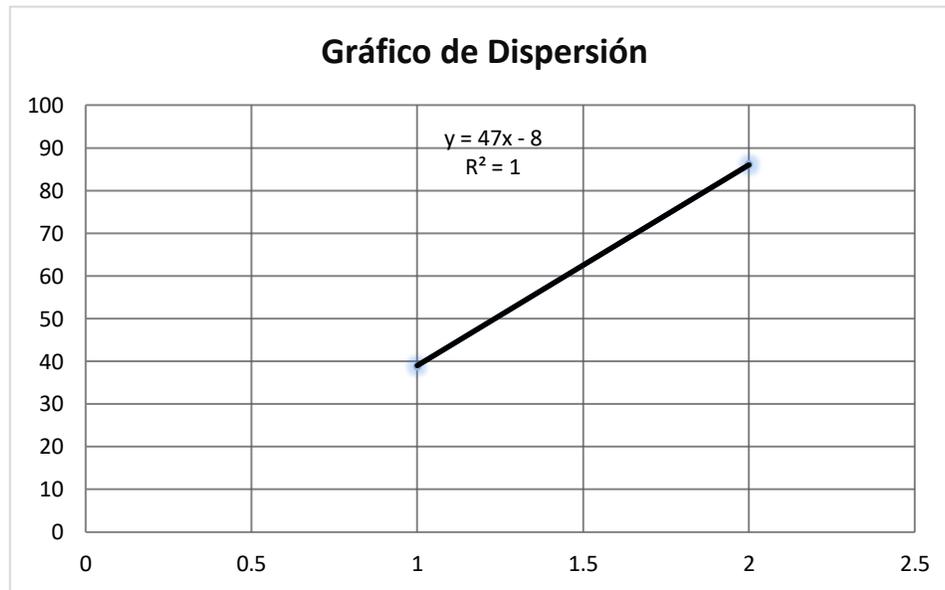


Figura 28 Gráfico de dispersión.

Por lo anterior, y dado que R es igual a la unidad, se puede considerar una correlación positiva perfecta, el promedio de calificación en alumnos que utilizan simuladores y prototipos mecatrónicos aumenta, mientras que, por el contrario, disminuye, a medida que disminuye el uso de simuladores y prototipos mecatrónicos.

6.2 RESULTADOS

En la tabla VI, se muestran los resultados de los datos obtenidos en el presente trabajo.

Tabla VI. Resultados obtenidos del trabajo de investigación.

| | |
|--|--|
| Instituciones que participaron | Centro de Ciencias de Sinaloa/Centro de Desarrollo Comunitario DIF # 2 (institución invitada a participar en el proyecto). Ver imagen 29 en los anexos. |
| 1. Nombre de la persona entrevistada (invitada a participar en la investigación). 2. Resultado de la entrevista (invitación a participar en el trabajo de investigación). | 1. Profesora María del Rosario Hernández. Ver imagen 30 en los anexos. 2. Resultado: La maestra aceptó la invitación (los alumnos del DIF # 2 participaron como grupo piloto). |
| Nombre del investigador | Jesús Armando Gámez Wilson. Ver imagen 30 en los anexos. |
| 1. Población "N" (número total de alumnos). 2. Muestra "n". | 1. N=9 alumnos (3 mujeres y 6 hombres). 2. n= 9 alumnos (3 mujeres y 6 hombres). $n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{p \times q \times Z^2 + (N - 1)e^2}$ $n = \frac{9 \times 1.96^2 \times 0.50 \times 0.50}{0.50 \times 0.50 \times 1.96^2 + (9 - 1)0.03^2}$ $n = \frac{8.644}{0.967}$ $n = 8.93$ |
| Edades de los alumnos en años | 10,10, 10, 11, 11, 11, 13, 13, 13 |
| Niveles y grados educativos | Un alumno de quinto grado, cinco alumnos de sexto grado, un alumno de primero de secundaria y dos alumnos de segundo de secundaria. |

| | |
|--|--|
| Encuesta inicial a alumnos (¿Qué tan a menudo utilizas la simulación por computadora para mejorar tu aprendizaje en el área de la electricidad?) | Seis alumnos contestaron que NO utilizan esta estrategia y tres que muy pocas veces “ver pregunta a). en la encuesta tipo Likert de la figura 31 de los anexos. |
| Cuestionario tipo examen (cuestionario inicial “cuestionario No.1”). | Las calificaciones obtenidas con la aplicación de este instrumento van desde (resultados en porcentaje): 64, 50, 50, 50, 36, 32, 27, 23, 18 De ahí que la calificación promedio de todo el grupo está dado por el porcentaje: $\bar{X} = \frac{64+50+50+50+36+32+27+23+18}{9}$ $\bar{X} = \frac{350}{9}$ $\bar{X} = 39\%$ |
| Cuestionario tipo examen (cuestionario final “cuestionario No.2”). | En el último examen, los alumnos alcanzaron el promedio mostrado en el gráfico correspondiente del 86%. $\bar{X} = \frac{92+88+85+90+87+78+81+72+100}{9}$ $\bar{X} = \frac{773}{9}$ $\bar{X} = 86\%$ |
| Encuesta de satisfacción | La escala más baja obtenida en la encuesta aplicada fue de regular (R), fue asignada por dos alumnos y tiene relación con la pregunta referente a la operación o manipulación del prototipo construido así como al acceso a los materiales empleados en la fabricación del mismo, el resto de las preguntas fueron en las escalas que van de bueno (B), satisfactoria (S) y excelente (E) por el resto de los alumnos, predominando excelente (E) en la mayoría de los participantes. (ver figura 40 en los anexos). |
| Producto (prototipo) | Los alumnos construyeron los prototipos mecatrónicos, mismos que presentaron y exhibieron frente al grupo. (ver figura 18 y liga a la página de internet en el capítulo 3 “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO MECATRÓNICO”). |

Se analizó un caso de estudio en un grupo de alumnos con una población $N=n$ (población igual a la muestra) de nueve alumnos de educación básica de escuelas primarias (quinto y sexto) y secundaria (primero y tercero).

Se aplicaron dos exámenes (pretest y post test) para conocer la percepción, conocimientos previos y los niveles de aprendizaje adquiridos antes y después de concluir los trabajos realizados en este proyecto.

El promedio de calificación de los alumnos aumentó en lo general de 39% a 86% con el uso de la estrategia de simulación por computadora y la construcción de prototipos mecatrónicos.

Las hipótesis o supuestos de la investigación han sido validadas acorde con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Una secuencia didáctica fue diseñada e implementada, con ella se logró encuadrar la temática de los trabajos realizados en el grupo piloto con la asignatura de Ciencias Naturales y Tecnología del sexto grado de educación primaria en los Aprendizajes Clave para la Educación Integral del Plan y Programas de Estudio para la Educación Básica desarrollando la actividad denominada “Diodos LED dañados en la Construcción de prototipos” en un Caso de Estudio.

Seis, de nueve alumnos, no emplean estrategias de simulación por computadora en su escuela para mejorar el aprendizaje de la electricidad y la electrónica acorde con los resultados de la primer pregunta en la encuesta tipo Likert.

Los alumnos simularon por computadora el funcionamiento eléctrico, de control y posteriormente construyeron el carro autónomo, ampliando con ello el grado de satisfacción al observar el correcto funcionamiento de su producto final.

La calificación más baja en el examen inicial fue del 18%, mientras que la calificación más alta en ese mismo examen fue del 64%.

Un alumno de sexto grado de primaria aprobó el examen inicial con una calificación del 64% de un total de nueve alumnos (seis de primaria alta “quinto y sexto” y tres de secundaria).

La calificación más baja en el examen final fue del 72%, mientras que la calificación más alta fue del 100%.

Todos los alumnos del grupo piloto aprobaron el examen final.

Los alumnos se mostraron satisfechos con los resultados obtenidos en el examen final ya que todos aprobaron tal examen logrando con ello los aprendizajes esperados.

En la pregunta 1, del cuestionario o examen inicial con preguntas abiertas “¿Qué es el voltaje?”, los alumnos respondieron lo siguiente:

- Un alumno de quinto y dos de sexto no contestaron la pregunta.
- Tres alumnos de sexto contestaron: *“Es la electricidad. Es cuando juntas unas baterías y pasa el voltaje. Cuando un mecanismo tiene alta electricidad”*.
- Un alumno de primero y dos de segundo de secundaria contestaron: *“El voltaje que agarramos de una batería tenemos que voltaje es. Es la energía conducida por un conductor. El voltaje es la potencia de un motor”*.

En la pregunta 1, del cuestionario o examen final con preguntas abiertas “¿Qué es un circuito eléctrico?”, los alumnos respondieron lo siguiente:

- Un alumno de quinto y cinco de sexto de primaria respondieron: *“Es para trabajar con la electricidad y con circuitos con cables. Es un circuito cerrado que también se puede abrir para que pase la electricidad. Se pueden hacer en la computadora primero para ver cómo funcionan los motores y focos led. Se diseñan primero y luego se simulan en la computadora con internet para no quemar los leds y trabajan con ley de ohm. Se hacen con figuras de motores y cables de cobre para que funcionen bien las cosas como un robot. Con los circuitos se trabaja en la*

computadora para que trabajen mejor los motores del robot y que no se descompongan los led”.

- *Un alumno de primero y dos de segundo de secundaria contestaron: “Es armar circuitos con cables y baterías para que trabajen con electricidad muchas cosas como el robot que vamos a hacer, también llevan interruptores. Un circuito eléctrico es el que llevan los servomotores para que prendan y se mueva un robot. Es un diseño eléctrico para prender motores y se puede usar puentes h”.*

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIONES

El trabajo de tesis presenta las siguientes conclusiones:

1. El uso de dinámicas en el aula con estrategias tales como los simuladores de acceso libre y la construcción de prototipos mecatrónicos, modelos y maquetas, mejoran y logran el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, acorde con los resultados obtenidos en cuanto al promedio final comparado con el promedio inicial del trabajo realizado con grupo de alumnos del caso de estudio.
2. Con la simulación y construcción de prototipos robóticos y aparatos mecatrónicos se despierta el interés en los alumnos hacia el aprendizaje, muestran ellos más interés y participan de manera activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, reafirman la comprensión de algunos temas y por tanto comprueban algunos fenómenos físicos como la electricidad, el magnetismo, la luz, entre otros.
3. El uso de simuladores de acceso libre, material reciclado para la construcción de aparatos mecatrónicos y robóticos da pauta para lograr el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.
4. Existe un enorme potencial y nicho de oportunidad en el simulador TINKERCAD, para explotarlo y así utilizarlo en el salón de clase o por qué no, emplearlo para construir un “espacio maker”, pues TINKERCAD este es totalmente gratis y mejor aún, de fácil comprensión y muy amigable tanto para alumnos de todos los niveles y en profesores.

7.2 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Con base a la experiencia obtenida al trabajar la presente investigación con el grupo piloto y acorde con las vivencias y datos recogidos, se enlistan las recomendaciones siguientes:

1. En este trabajo se construyó un solo prototipo con elevado grado de dificultad para el nivel de estudio de los alumnos del grupo piloto, si bien es cierto, se obtuvieron resultados favorables en el proceso de enseñanza aprendizaje, es conveniente diseñar más prototipos con un menor grado de dificultad, pero igualmente acordes a los fenómenos de estudio.

2. Existe una considerable lista de prototipos sencillos y realizables para demostrar distintos fenómenos y en particular los del tipo eléctrico como:
 - Globos electrizados
 - Periódicos que echan chispas
 - Péndulo electrostático
 - Electrólisis del cloruro de cobre
 - Acumulador de plomo y ácido sulfúrico
 - Energía eléctrica
 - Electroimán
 - Generador electromagnético
 - Motor eléctrico
3. El software empleado en este trabajo (Tinkercad) es una excelente herramienta constructora de conocimientos, sin embargo, a la par, se pueden emplear software igualmente gratuitos para complementar las actividades demostrativas relacionadas con los fenómenos en estudio.
4. Por la naturaleza de la institución donde se llevó a cabo este proyecto de investigación, se trabajó con un grupo heterogéneo en cuanto a niveles de estudio, es conveniente para actividades futuras trabajar con muestras homogéneas para estandarizar los niveles de enseñanza aprendizaje y exigencias en los participantes.
5. A pesar de que se diseñaron y emplearon distintos tipos de instrumentos de evaluación y secuencias didácticas en las actividades de este trabajo de investigación, solo se reportan los resultados obtenidos de los dos cuestionarios tipo examen aplicados con preguntas abiertas para la medición de los niveles de conocimiento y por ende aprendizaje al inicio y al fin del proyecto, asimismo se pueden emplear otros tipos de exámenes con preguntas de opción múltiple, respuestas alternas (verdadero o falso), completar respuestas, jerarquización, entre otros.

REFERENCIAS

- Álvarez G, C., & Soto P., A., & Watkins O., F. (2009). Simulación de controladores digitales. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 17 (3), 309-316. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77212231004>
- Arduino. (2019). *What is Arduino?*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- Arias Gallegos, W., & Oblitas Huerta, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 34 (87), 455-471. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/946/94632922010.pdf>
- Autodesk. (2019). *Educators, we can heard you*. Obtenido de Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/>
- Barker, B., & Mahacek, R. (2011, November). No robotics in school? 4-H can help. *Learning & Leading with Technology*, 39(3), 26+. Recuperdo de <http://link.galegroup.com/apps/doc/A273195092/AONE?u=pu&sid=AONE&xid=8084dae8>
- Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6 (11), 215-234. Recuperado de <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=477247215010>
- Buqué, F. (2008). *Manuales prácticos de refrigeración*. Barcelona, España: Marcombo. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=ODZ-3g7EIa8C&pg=PA7&dq=diagramas+electricos.+diodos+led&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi00IWskaPiAhVLeawKHVOWBmUQ6AEIKDAA#v=onepage&q=diagramas%20electricos%2C%20diodos%20led&f=false>
- Carrasco Orozco, M. (2016). Robótica educativa: aplicación metodológica en las aulas de primaria. Recuperado de: [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/12684/CARRASCO%20OROZCO TFG PRIMARIA dic16.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/12684/CARRASCO%20OROZCO%20TFG%20PRIMARIA%20dic16.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carvajal Rojas, J. (2013). Revisión y análisis de diseño mecatrónico para diseño curricular transdisciplinario de programas de ingeniería multidisciplinares. *Scientia Et*

Technica, 18 (1), 86-94. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84927487013.pdf>

Cegarra, J. (2008). Webquest: Estrategia constructivista de aprendizaje basada en internet. *Investigación y Postgrado*, 23 (1), 73-91. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872008000100004

D´Addario, M. (2018). *Mecatrónica, Procesos, métodos y Sistemas*. Lulu. Recuperado de. https://books.google.com.mx/books?id=2BFtDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Dassault Systemes. (2019). *Solidworks*. Obtenido de <https://www.solidworks.com/>

Design Simulations Technologies. (2019). *Interactive Physics*. Obtenido de Physics Simulation Software for the Classroom: <http://www.design-simulation.com/IP/Description.php>

Díaz Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, Una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill. Obtenido de: <http://formacion.sigeyucatan.gob.mx/formacion/materiales/4/4/d1/p1/2.%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf>

Elizalde, M. (18 de Marzo de 2018). *Instalarán internet en escuelas públicas*. Obtenido de El Debate: <https://www.debate.com.mx/culiacan/culiacan-escuelas-publicas-internet-educacion-tecnologia-20180319-0209.html>.

Espino Román, P., Rendón, J., Valdez, J., Davizón, Y., Núñez, J., & Hinojosa, C. (2015). Design of a Labview Application for the Teaching of Mechanical Vibrations in a Mechatronics Engineering Program, recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Victor_Nunez_Nalda/publication/281870318_Design_of_a_Labview_Application_for_the_Teaching_of_Mechanical_Vibrations_in_a_Mechatronics_Engineering_Program/links/55fc7df608ae07629e0e91c2/D

esign-of-a-Labview-Application-for-the-Teaching-of-Mechanical-Vibrations-in-a-Mechatronics-Engineering-Program.pdf

Estrada, M. I. (Marzo de 2012). *Freie Universität Berlin*. Obtenido de [Fachbereich Philosophie und Geisteswissenschaften](http://www.geisteswissenschaften.fu-berlin.de/we05/romandid/multiele/informacion/practicas/portafolio.pdf): <https://www.geisteswissenschaften.fu-berlin.de/we05/romandid/multiele/informacion/practicas/portafolio.pdf>

Franco Pesantez, F., Pereira-Guanuche, F., Ruiz-Veintimilla, K., & Pereira-Ruiz, F. (2017). Teoría y dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en la antigüedad y actualidad. *Dialnet*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325515>

Garnica Estrada, E., & Franco Calderón, J. A. (2014). Enseñanza en las aulas de clase con robots y el fomento de la investigación en ciencias e ingeniería. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Recuperado de www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/893.pdf

Gómez Miranda, P., & Vázquez Torres, F. (2005). Una institución virtual para el aprendizaje colaborativo. *Apertura*, 5 (1), 103-110. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68850111>

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill.

Holguín Castaño, W., Herrera Gutiérrez, O. A., & Mora Delgado, J. (s.f.). La comprensión de los circuitos electrónicos a partir del método investigativo: una experiencia de aprendizaje con estudiantes de secundaria. *Perspectivas Educativas*. Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/perspectivasedu/article/view/351/300>

Infante Jiménez, Cherlys. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013&lng=es&tlng=es

Malec, J. (2001). Some thoughts on robotics for education. *Lund University*. Recuperado de http://fileadmin.cs.lth.se/cs/personal/jacek_malec/psfiles/aaai01rae.pdf

- Márquez Jiménez, Alejandro. (2017). A 15 años de PISA: resultados y polémicas. *Perfiles educativos*, 39(156), 3-15. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982017000200003&lng=es&tlng=es
- Martínez Torán, M. (2016). *¿Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes?* . Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5698516>
- Monsalves González, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32 (90), 81-117. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65920055004>
- Moreira, M. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>
- Nota País . (2015). *Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA)*. Obtenido de OCDE: <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 34-46. Recuperado de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/010103/A4oct2004.pdf>
- Padilla Beltrán, José Eduardo., Vera Maldonado, Andersen., Silva Carreño, Wilmer Hernando., La formación del componente pedagógico del docente universitario desde un enfoque sociocrítico. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407736377006>
- Recursos y medios didácticos para el aprendizaje. (Agosto de 2014). *Medios educativos tecnológicos*. Obtenido de <http://edumedia.blogspot.com/?view=classic>
- Rivera, L., Román, M., Moncayo, J. P., & Ordoñez Cabrera, D. (2009). Laboratorio Virtual de Física. *Revista de Informática*. Recuperado de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/060612/A3jul2009.pdf>
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing Engineering to Elementary School. *Journal of STEM Education : Innovations and Research; Auburn Vol. 5*, 17-28. Recuperado de

<https://search.proquest.com/openview/b54e443c643a0c30e4b2521ae61c44d9/1?pq-origsite=gscholar&cbl=27549>

Rojas Eslava, B., Moreno Ibarra, A., & Calixto González, E. (2012). Elaboración de un prototipo didáctico para el desarrollo de competencias en jóvenes de bachillerato. *Innovación Educativa*, 12 (60), 63-75. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179426856005>

Ruiz-Velasco Sánchez, E., Marielle, B., Freyre Rodríguez, A., Martínez Falcón, P., García Méndez, J. V., Rosas Chávez, L. A., . . . Velázquez Albo, M. (2006). Robótica pedagógica: desarrollo de entornos de aprendizaje con tecnología. *Virtual Educa*. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:19190/n03ruizvela06.pdf>

Ruiz-Velasco Sánchez, E. (2015). Laboratorios cibertrónicos 3.0. Recuperado de: <https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3680/VE13.195.pdf?sequence=1>

Ruiz-Velasco Sánchez, E. (2013). *Educatrónica, Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Cd. de México: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=cOuODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=Educatr%C3%B3nica,+Innovaci%C3%B3n+en+el+aprendizaje+de+las+ciencias+y+la+tecnolog%C3%ADa&ots=qILaX5JyzX&sig=RHn8A8X-tt8e-Xw5BlgHKXMoT-c#v=onepage&q=Educatr%C3%B3nica%20Innovaci%C3%B3n%20en%20el%20aprendizaje%20de%20las%20ciencias%20y%20la%20tecnolog%C3%ADa&f=false>

Sarmiento Ocampo, J. (2017). Maquetas y prototipos como herramientas de aprendizaje en arquitectura. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXVIII (2), 43-52. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3768/376852683004.pdf>

University of Colorado Boulder. (2019). *PhET*. Obtenido de Interactive Simulations for Science and Math: <https://phet.colorado.edu/>

Varela, A. (09 de 07 de 2018). Entrevista con el Ing. Mecánico Gámez Wilson del Centro de Ciencias de Sinaloa. *Tus buenas noticias*. Obtenido de:

<https://tusbuenasnoticias.com/radio-secciones/centro-de-ciencias-de-sinaloa-mecanico/>.

Sitios web:

Enlace al video de exhibición del prototipo mecatrónico:

- <https://drive.google.com/file/d/17HSHD6tqTS4FtAtH25TonmjdW-eIdwmE/view?usp=sharing>, consultado el 25/06/2019.

ANEXOS

Anexo 1

En la imagen de la figura 29 se pueden observar tanto al personal del Centro de Ciencias de Sinaloa como personal del Centro de Desarrollo Comunitario DIF # 2.



Figura 29. Fotografía del personal del CCS y DIF # 2.

Anexo 2

Abajo, en la imagen 30, se aprecian la profesora entrevistada y el investigador, espacio donde la profesora acepta la invitación.



Figura 30. Profesora entrevistada por el investigador.

Anexo 3

Abajo se muestra la encuesta tipo Likert estructurada y la figura 31 corresponde a la encuesta tipo Likert aplicada a los alumnos.

Selecciona la opción que más se acerca a tu respuesta en cada una de las preguntas:

- a. Que tan a menudo utilizas la simulación por computadora para mejorar tu aprendizaje en el área de la electricidad y electrónica

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Muy a menudo | A menudo | Indeciso | Muy pocas veces | No la utilizo |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- b. La técnica y metodología empleadas por tu profesor al abordar el tema de circuitos eléctricos nos ayudan a comprender los conceptos

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Indeciso | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- c. ¿Qué tan difícil es para ti construir un circuito eléctrico?

| | | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Muy fácil | Fácil | Ni fácil Ni difícil | Difícil | Muy difícil |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- d. ¿Crees que el uso de simuladores por computadora facilita el proceso de aprendizaje de fenómenos eléctricos como los que ocurren en la electricidad?

| | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Totalmente de acuerdo | De acuerdo | Indeciso | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

e. ¿Conocer más a fondo sobre la robótica y la mecatrónica te podría ayudar a entender mejor algunos fenómenos como la electricidad para así construir más fácilmente los circuitos eléctricos?

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Totalmente de acuerdo <input type="radio"/> | De acuerdo <input type="radio"/> | Indeciso <input type="radio"/> | En desacuerdo <input type="radio"/> | Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/> |
|---|--|--|---|--|

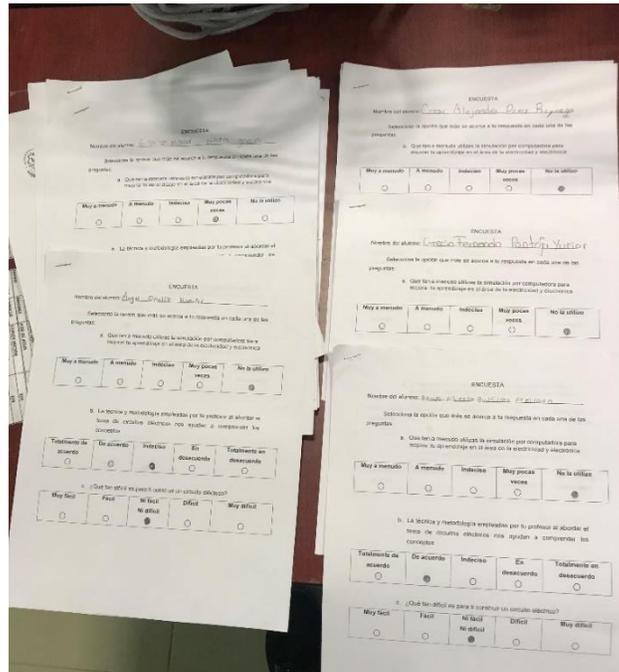


Figura 31. Encuesta tipo Likert aplicada a los alumnos.

Anexo 4

El diseño del examen inicial, final, así como la aplicación son mostrados a continuación. Asimismo, se pueden visualizar en la imagen 32.



Universidad Politécnica De Sinaloa

Maestría en Enseñanza de las Ciencias

Cuestionario # 1



Buen día estimados estudiantes del DIF # 2, el presente cuestionario es parte de una investigación de tesis de posgrado y tiene por objetivo medir el grado inicial de aprendizaje significativo y por lo tanto cualitativo en los alumnos de este salón de clase, con este se reportarán resultados en tal investigación.

Nombre de la escuela: _____ **Clave:** _____

Nombre del alumno: _____ **Matrícula:** _____

1. Contesta correctamente las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué es el voltaje?
 - b. ¿Qué es el amperaje?
 - c. ¿Qué elementos mínimos contiene un circuito eléctrico?
 - d. ¿Qué es una resistencia eléctrica?
 - e. ¿Con que materiales se fabrican los conductores?
 - f. ¿Para qué nos sirven los materiales aislantes? “evita contestar para aislar”
 - g. ¿Para qué se emplean las resistencias eléctricas?
 - h. ¿Para qué nos sirve la Ley de Ohm (utilidad de la Ley de Ohm)?
 - i. ¿Qué es para ti la mecatrónica?
 - j. ¿Qué es un robot?
 - k. Menciona por lo menos una Ley de la Robótica



Universidad Politécnica De Sinaloa
Maestría en Enseñanza de las Ciencias
Cuestionario # 2



Buen día estimados estudiantes del DIF # 2, el presente cuestionario es parte de una investigación de tesis de posgrado y tiene por objetivo medir el grado final de aprendizaje significativo y por lo tanto cualitativo en los alumnos de este salón de clase, con este se reportarán resultados en tal investigación.

Nombre de la escuela: _____ **Clave:** _____

Nombre del alumno: _____ **Matrícula:** _____

1. Contesta correctamente las siguientes preguntas:

- a) ¿Qué es un circuito eléctrico?
- b) ¿Qué podrías diseñar y/o construir con la mecatrónica?
- c) ¿Qué materias están relacionadas con la mecatrónica?
- d) ¿Qué componentes básicos tiene un robot?
- e) ¿Qué necesitamos saber para construir un robot?
- f) ¿Cuál es la diferencia entre motor y servomotor?
- g) ¿Qué es un sensor? ¿Para qué sirven?
- h) ¿Qué es un controlador en mecatrónica o en robótica?
- i) ¿Qué características tienen los motores de corriente directa, (C.C)?
- j) ¿Cómo podrías invertir el giro de un motor eléctrico de corriente directa, (C.D)?
- k) ¿Qué utilidad tiene la Ley de Ohm en la electrónica y por ende en la mecatrónica?

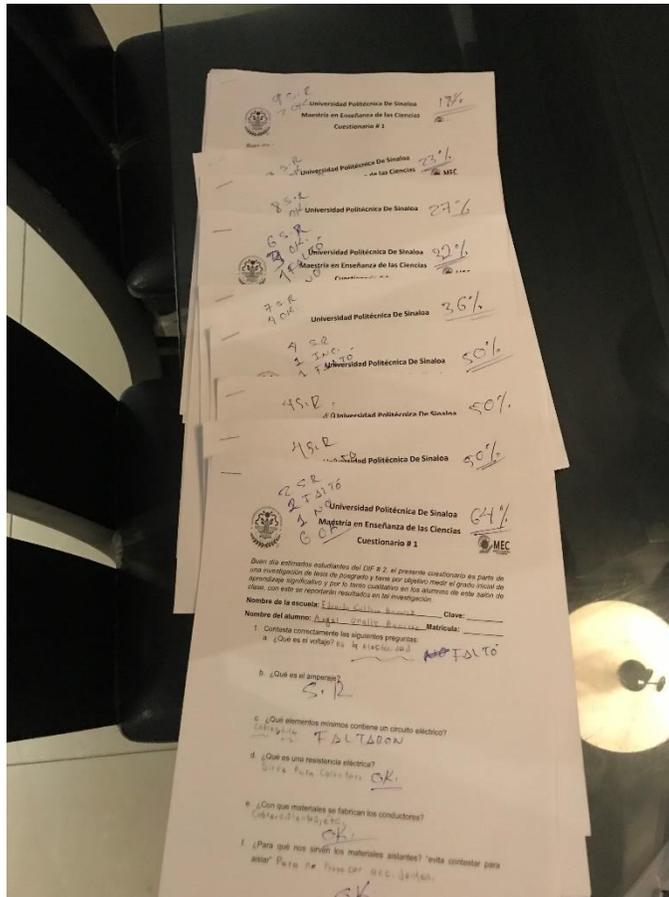


Figura 32. Exámenes aplicados a los alumnos.

Anexo 5

Las imágenes fotográficas mostradas en las figuras 33 a la 37, corresponden a la captura de los alumnos del grupo de control trabajando tanto en la parte electrónica, mecánica, programación, simulación del prototipo mecatrónico y evidencia de la construcción del producto final.

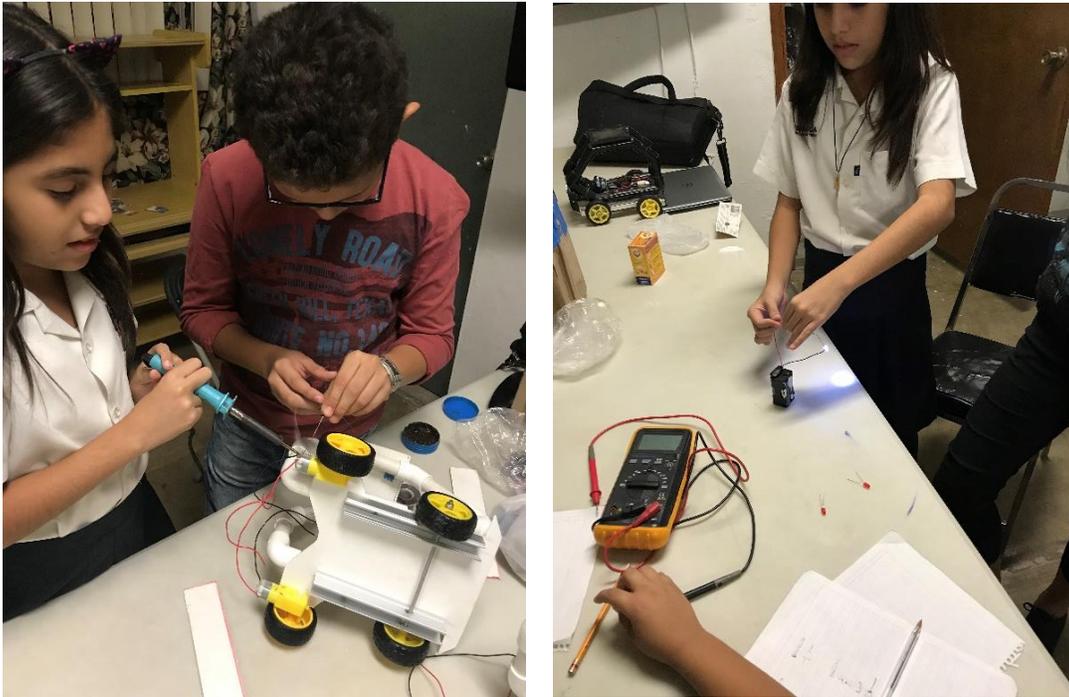


Figura 33 y Figura 34. Alumnos trabajando en la electrónica del carro autónomo.



Figura 35 y Figura 36. Alumnos trabajando en la mecánica y programación del carro autónomo.

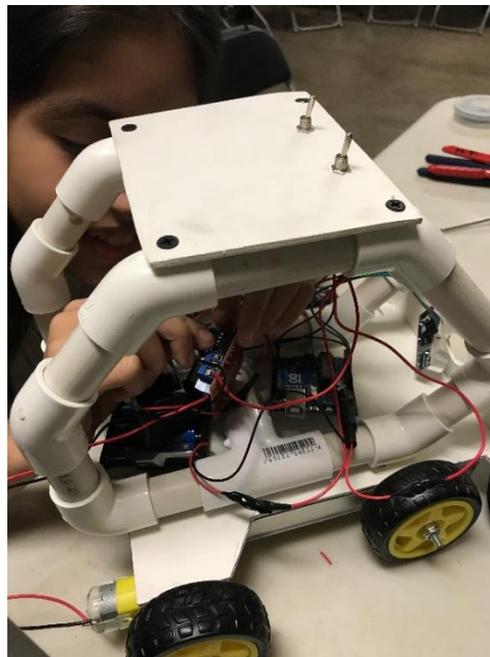


Figura 37. Producto final a punto de ser probado.

Anexo 6

La pantalla de inicio del software de simulación por computadora y un circuito eléctrico básico simulado pueden apreciarse en las figuras 38 y 39 respectivamente.



Figura 38. La pantalla de inicio del software de simulación.

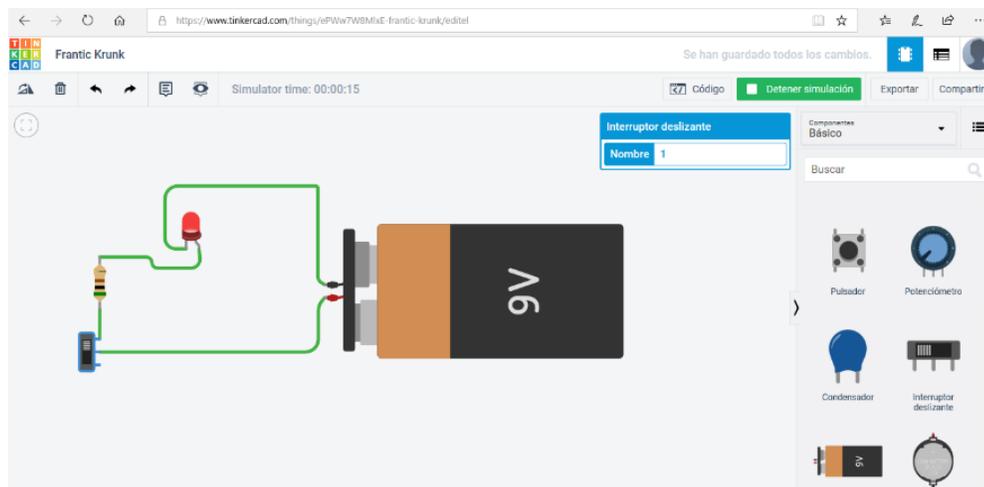


Figura 39. Simulación de un circuito eléctrico básico.

Anexo 7

En la tabla VII se muestran los instrumentos de evaluación aplicados a los alumnos participantes.

Tabla VII. Instrumentos de evaluación.

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO | |
|--|--|---|--------------------|
| Exposición de una investigación sobre Circuitos Eléctricos empleando software como PowerPoint o Prezi para la presentación. | Observación | Lista de verificación (de cotejo) | |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES | |
| Explora y aprende conocimientos y habilidades para trabajar en equipo empleando TIC para una presentación de los Circuitos Eléctricos. | Adquiere las habilidades y destrezas para la transferencia de conceptos. Interpreta diagramas eléctricos para emplearlos en la exposición de estos frente a la clase. | Muestra habilidad individual y grupal en el desarrollo de la exposición para evidenciar su buena actitud y valor. | |
| LISTA DE VERIFICACIÓN (DE COTEJO) | | | |
| Criterio | SI | NO | Ponderación |
| Utiliza software en su presentación con ideas creativas y acordes al tema. | | | 20% |
| Muestra que adquirió conceptos e interpretaciones relacionados al tema y los transmite al resto del grupo. | | | 20% |
| La exposición es clara en su desarrollo tanto individual como grupal (participa activamente). | | | 20% |
| Dominio del tema y transferencia de este. | | | 20% |
| Diapositivas bien ordenadas. | | | 10% |
| Ortografía. | | | 10% |

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | | TÉCNICA | INSTRUMENTO | |
|--|--|---|---|---------------------|
| Exposición de una investigación sobre Circuitos Eléctricos empleando software como PowerPoint o Prezi para la presentación. | | Observación | Escala de Evaluación (Rúbrica) | |
| CONOCIMIENTOS | | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES | |
| Explora y aprende conocimientos y habilidades para trabajar en equipo empleando TIC para una presentación de los Circuitos Eléctricos. | | Adquiere las habilidades y destrezas para la transferencia de conceptos. Interpreta diagramas eléctricos para emplearlos en la exposición de los mismos frente a la clase. | Muestra habilidad individual y grupal en el desarrollo de la exposición para evidenciar su buena actitud y valor. | |
| ESCALA DE EVALUACIÓN (RÚBRICA) | | | | |
| Aspecto a Evaluar | Excelente | Bueno | Regular | Calificación |
| Al inicio de la exposición | La primera y las restantes diapositivas impresionaron o llamaron la atención. Se presentó él y a cada uno de los integrantes del equipo, comentó el tema y los objetivos de la exposición. | De entrada, utilizó buenas diapositivas. Se presentó solo él y comentó brevemente el tema. | Solo se presentó el sin mencionar a sus compañeros ni el tema. Las diapositivas no impresionaron al espectador. | |
| Dominio del tema | Se mostró seguro en la exposición, tuvo contacto visual con el resto del grupo, pudo llevar muy bien el | Realizó la exposición fluida mostrando cierta seguridad con algunos titubeos, poco contacto visual con el resto del grupo, algunos conceptos fueron transmitidos. | Mostró cierto nerviosismo, poco dominio y fluidez de la exposición. | |

| | | | | |
|--------------------------|---|---|---|--|
| | desarrollo y moderación de la exposición, transfirió muy bien los conceptos aprendidos. | | | |
| Vocabulario y ortografía | Usó muy buen vocabulario técnico acorde al tema, se dio a entender muy bien, sus diapositivas no mostraron errores ortográficos | Mostró ciertas pronunciaciones incorrectas, no empleó correctamente un vocabulario técnico, no se identificaron errores ortográficos en las diapositivas. | Las pronunciaci on es no fueron correctas o adecuadas en cuanto a los lenguajes técnicos, las diapositivas mostraron faltas de ortografía | |
| Volumen y tono de voz | Empleó voz clara y con un tono tal que todos los alumnos escuchaban y entendían la idea que se pretendía transmitir. | La voz fue clara, pero mostraba cierto esfuerzo para transmitir sus ideas con buen tono. | No se le escuchaba con claridad, no se entendía bien la idea a transmitir | |

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|---|---|
| Exposición de una investigación sobre Circuitos Eléctricos empleando software como PowerPoint o Prezi para la presentación. | Interrogatorio | Autoevaluación |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES |
| Explora y aprende conocimientos y habilidades para trabajar en equipo empleando TIC para una presentación de los Circuitos Eléctricos. | Adquiere las habilidades y destrezas para la transferencia de conceptos. Interpreta diagramas eléctricos para emplearlos en la | Muestra habilidad individual y grupal en el desarrollo de la exposición para evidenciar su buena actitud y valor. |

| | | |
|--|---|--|
| | exposición de los mismos frente a la clase. | |
| AUTOEVALUACIÓN | | |
| Instrucciones: Asígnate una calificación del 10 al 100 según tu participación en el trabajo de investigación en tu equipo de trabajo para la exposición, se te pide el llenado de manera honesta y éticamente. | | |
| PREGUNTA | CALIFICACIÓN | |
| Participé de manera activa en mi grupo para la preparación de la exposición. | | |
| Aporté con ideas y “tips” en la utilización de software y diseño de diapositivas creativas. | | |
| Mostré actitud de apoyo en los trabajos de investigación. | | |
| Cumplí con mis obligaciones y roles asignados. | | |
| Mis participaciones fueron significativas ya que logré transmitir lo que aprendí al resto del grupo. | | |
| Me calificación en general es: | | |

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|---|--|
| Diseño y Simulación por Computadora de un Circuito Eléctrico. | Solicitud de Productos (Manipulativos) | Proyecto (Pruebas de demostración de habilidades) |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES |
| Adquiere habilidades y conocimientos para el desarrollo de trabajos colaborativos empleando TIC para presentar un trabajo de un diseño y simulación de Circuitos Eléctricos. Aprende a utilizar simuladores por computadora para presentarlos en una exhibición o demostración. | Elabora una exposición sobre un diseño y simulación de Circuitos Eléctricos basados en simbología estandarizada para la demostración y explicación del principio de funcionamiento del mismo. Elabora un Diseño de un Circuito Eléctrico y lo Simula para una mejor comprensión del mismo. | Concientiza la importancia de su participación en los trabajos individuales y grupales en el desarrollo del diseño y simulación en la exposición para evidenciar sus buenas actitudes y valores. |
| PROYECTO (PRUEBAS DE DEMOSTRACIÓN DE HABILIDADES) | | |
| Instrucciones: | | |

En equipos de máximo cinco participantes entreguen un proyecto donde:

- 1. Basándose en la Ley de Ohm, diseñen un circuito eléctrico con aplicación básica.**
- 2. Exploren software de simulación de libre acceso.**
- 3. Preparen una demostración del proyecto empleando simuladores de circuitos eléctricos frente al grupo.**
- 4. Entreguen un documento elaborado en Word, fuente Arial 12 puntos interlineado a 1.5 puntos, este deberá contener toda la información recabada para la realización de este proyecto.**
- 5. Cada integrante realizará sus conclusiones de manera individual acorde a su participación en el proyecto.**

Ponderación:
20 (veinte puntos cada instrucción o apartado).

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|---|--|
| Diseño y Simulación por Computadora de un Circuito Eléctrico. | Oral | Prueba oral |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES |
| Adquiere habilidades y conocimientos para el desarrollo de trabajos colaborativos empleando TIC para presentar un trabajo de un diseño y simulación de Circuitos Eléctricos. Aprende a utilizar simuladores por computadora para presentarlos en una exhibición o demostración. | Elabora una exposición sobre un diseño y simulación de Circuitos Eléctricos basados en simbología estandarizada para la demostración y explicación del principio de funcionamiento de este. Elabora un Diseño de un Circuito Eléctrico y lo Simula para una mejor comprensión del mismo. | Concientiza la importancia de su participación en los trabajos individuales y grupales en el desarrollo del diseño y simulación en la exposición para evidenciar sus buenas actitudes y valores. |
| PRUEBA ORAL | | |
| En esta técnica, con su respectivo instrumento, el instructor aplica la siguiente prueba oral de forma individual a cada uno de los participantes de los equipos: | | |
| Observaciones: El instructor va llamando a los alumnos uno a uno a participar en esta prueba, selecciona tres o cuatro preguntas de la lista abajo mostrada para evitar repetir las | | |

mismas entre los alumnos.

PRUEBA ORAL

Nombre del alumno: _____ Calificación: _____

1. ¿Qué software, páginas de internet y/o simuladores utilizaron en el trabajo presentado?
2. ¿Cuál fue tu aportación en el desarrollo del trabajo presentado?
3. Muéstrame cómo elaborar y simular un circuito eléctrico básico
4. ¿Qué es el voltaje?
5. ¿Qué es el amperaje?
6. ¿Qué elementos mínimos contiene un circuito eléctrico?
7. ¿Qué es una resistencia eléctrica?
8. ¿Con que materiales se fabrican los conductores?
9. ¿Para qué nos sirven los materiales aislantes? “evita contestar para aislar”
10. ¿Para qué se emplean las resistencias eléctricas?
11. Podrías decirme de manera general como emplear el “triángulo” de la Ley de Ohm en algún cálculo práctico.

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|---|--|
| Diseño y Simulación por Computadora de un Circuito Eléctrico. | Escritos | Revisión del cuaderno |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES |
| Adquiere habilidades y conocimientos para el desarrollo de trabajos colaborativos empleando TIC para presentar un trabajo de un diseño y simulación de Circuitos Eléctricos. Aprende a utilizar simuladores por computadora para presentarlos en una exhibición o demostración. | Elabora una exposición sobre un diseño y simulación de Circuitos Eléctricos basados en simbología estandarizada para la demostración y explicación del principio de funcionamiento de este. Elabora un Diseño de un Circuito Eléctrico y lo simula para una mejor comprensión de este. | Concientiza la importancia de su participación en los trabajos individuales y grupales en el desarrollo del diseño y simulación en la exposición para evidenciar sus buenas actitudes y valores. |

| REVISIÓN DEL CUADERNO | | | |
|--|--|--|-----------|
| En esta técnica y en su respectivo instrumento, el instructor realiza una revisión mediante un monitoreo fila por fila de los apuntes que realizan los alumnos espectadores de acuerdo al tema “Diseño y Simulación por Computadora de un Circuito Eléctrico” realizado, se emplea la siguiente tabla de registro de la “Revisión del Cuaderno” | | | |
| INDICADOR | SI | SI, PERO LE FALTA | NO |
| Toma nota de todos los contenidos explicados en la actividad. | | | |
| Realiza todos los ejercicios y cálculos. | | | |
| Anota los pasos y procedimientos en cuanto al uso de los simuladores. | | | |
| Anota los símbolos eléctricos, aplicaciones y sus respectivas características. | | | |
| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO | |
| Práctica: “Construcción de un Circuito Eléctrico”. | Ejercicios Prácticos (Manipulativos) | Prácticas de Taller Calificadas | |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES | |
| Participa activamente en el desarrollo de la actividad para apropiarse de técnicas y estrategias para la construcción de Circuitos Eléctricos. | Construye Circuitos Eléctricos a partir de las instrucciones, sugerencias y recomendaciones del facilitador. | Participación con actitud positiva y colaborativa en todo el desarrollo de la actividad para el logro de los resultados esperados. | |
| PRÁCTICAS DE TALLER CALIFICADAS | | | |
| Para la realización de esta actividad práctica: | | | |
| A). El instructor: | | | |
| 1. Dará a conocer reglas y normas del Laboratorio de Manufactura Flexible del Centro de Ciencias de Sinaloa. | | | |
| 2. Dará a conocer los FUNDAMENTOS, OBJETIVOS, LOS CRITERIOS DE ÉXITO, RECURSOS Y MATERIALES A EMPLEAR. | | | |
| 3. Mostrará los espacios, equipos y herramientas disponibles para la actividad práctica y su correcto uso. | | | |
| 4. Mostrará los equipos de seguridad y su correcta portación. | | | |
| 5. Realizará ejemplos prácticos con aplicación relacionados a los circuitos eléctricos. | | | |
| B). El alumno deberá, previo a la realización de la actividad, haber adquirido: | | | |
| 6. Ideas y conocimientos previos relacionados a la construcción de circuitos eléctricos. | | | |
| 7. Selección de materiales adecuados para la construcción de circuitos eléctricos | | | |
| 8. Uso y manipulación de herramientas eléctricas. | | | |
| 9. Habilidades individuales y grupales para diseñar y construir circuitos eléctricos. | | | |

- C). El alumno deberá, durante la actividad, participar en:
1. Atención de las normas y reglamentos de seguridad del Laboratorio de Manufactura Flexible o en el lugar de la actividad, (portar bata, gafas, guantes, no bromas a los compañeros, atender las indicaciones del instructor).
 2. Prestar atención a las instrucciones del facilitador.
 3. Atender y realizar las actividades prácticas solicitadas por el instructor de manera responsable.
 4. Apropiarse de los conocimientos transmitidos.
 5. Trabajar colaborativamente en el desarrollo de la actividad.
 6. Mostrar o presentar un producto (circuito eléctrico con aplicación práctica).

| EVIDENCIA DE APRENDIZAJE | TÉCNICA | INSTRUMENTO |
|--|--|--|
| Práctica: “Construcción de un Circuito Eléctrico”. | Solicitud de Productos | Reporte |
| CONOCIMIENTOS | PROCEDIMIENTOS | ACTITUDES |
| Participa activamente en el desarrollo de la actividad para apropiarse de técnicas y estrategias para la construcción de Circuitos Eléctricos. | Construye Circuitos Eléctricos a partir de las instrucciones, sugerencias y recomendaciones del facilitador. | Participación con actitud positiva y colaborativa en todo el desarrollo de la actividad para el logro de los resultados esperados. |
| REPORTE | | |
| El instructor solicita al alumno entregar mediante un REPORTE: | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración (en equipos de máximo cinco participantes de un documento “REPORTE” elaborado en Word, con hoja de presentación, fuente Arial 12 puntos, bibliografía y citas en formato APA 6, enviar por correo a: 2017031087@upsin.edu.mx y a: armando.gamez.ccs@gmail.com. 2. Entregar en tal reporte la información proporcionada por el instructor acerca de la construcción de circuitos eléctricos. 3. Diseño e impresión de los circuitos en software profesional (simulador). 4. Enlistar las características de todos y cada uno de los equipos, herramientas y elementos que observó durante la actividad. 5. Enlistar todos y cada uno de los temas y puntos aprendidos. 6. Escribir sus conclusiones individuales, incluya todas las dificultades y experiencias que considere relevantes. | | |

Anexo 8

Una secuencia didáctica que se diseñó y empleó se puede apreciar en la tabla VIII que abajo se muestra.

Tabla VIII. Secuencia didáctica.

| | | |
|---|--|---|
| Laboratorio/ Taller: Manufactura Flexible/DIF | | |
| Facilitador: Jesús Armando Gámez Wilson | | |
| Nivel / Asignatura: Sexto grado de Primaria (Ciencias Naturales y Tecnología) | | |
| Nombre de la actividad: Estudio de Caso “Diodos LED dañados en la Construcción de Prototipos” | | |
| Fecha: 03/06/19 | | |
| Periodo de realización: | | |
| Eje: Materia, Energía e Interacciones | | |
| Tema: Energía | <p>Aprendizajes esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica la electricidad como forma de energía, reconoce y valora sus usos cotidianos. | <p>Contenidos</p> <ul style="list-style-type: none"> Fenómeno Eléctrico. La corriente eléctrica. Circuitos Eléctricos. Características de los componentes eléctricos (diodos LED, resistencias, voltaje y amperaje requeridos). Ley de Ohm |
| SABERES A DESARROLLAR | | |
| SABER CONOCER | SABER HACER | SABER SER |
| <ul style="list-style-type: none"> Circuito eléctrico Diagrama eléctrico Transformaciones de la electricidad. Voltaje, resistencia e intensidad de corriente eléctricas. TIC | <ul style="list-style-type: none"> Conecta los diferentes tipos de circuitos eléctricos. Dibuja e interpreta los diagramas eléctricos, usando simbología, de los diferentes circuitos eléctricos. Identifica el uso cotidiano de los diferentes circuitos eléctricos. Emplea TIC como elementos simuladores por computadora. | <ul style="list-style-type: none"> Orden Respeto. Disciplina. Libertad. Tolerancia. Responsabilidad. |
| (Materiales, equipo y sustancias) | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Fuente de energía (baterías AA). Porta pilas para cuatro pilas. | | |

- Broche porta pilas.
- Cables conductores calibre # 22 rojo y negro.
- Interruptor deslizable o de tipo “push”.
- Pintarrón.
- Plumones para Pintarrón.
- Laptop.
- Cañón proyector.
- Computadoras con acceso a internet (software de simulación)

| FASES | ACTIVIDADES A DESARROLLAR | EVALUACIÓN (PRODUCTOS/C RITERIOS) |
|------------|--|-----------------------------------|
| APERTURA | <p>Nivel de acercamiento: Exploratorio y Reflexivo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bienvenida a los alumnos, reglas de salón y presentación del tema de la actividad (caso de estudio). 2. Ideas y conocimientos previos que los alumnos poseen sobre la electricidad, usos y aplicaciones de la electricidad en la vida cotidiana. 3. El instructor realiza (dibuja en el pintarrón) un circuito eléctrico básico para encender, a manera de ejemplo, un motorcito de corriente directa y pregunta a los alumnos sobre los componentes utilizados en tal circuito ¿Cuál es la fuente de energía, ¿cuál es el positivo, negativo, motor, cables, interruptor, etc.? 4. El instructor muestra como el alumno puede simular el circuito eléctrico empleando la computadora. 5. El instructor pide formar parejas y apoya a los alumnos en la realización de la simulación por computadora correspondiente (organizados en parejas simulan el funcionamiento del circuito eléctrico para el encendido del motor). | GUIA DE OBSERVACION |
| DESARROLLO | <ol style="list-style-type: none"> 1. El instructor forma cuatro equipos de trabajo para que así, organizados en equipos, construyan físicamente el circuito eléctrico y demostrar su funcionamiento, “encenderán un motorcito de corriente directa de 6 volts”. 2. Se les pide resolver el reto del caso del problema planteado: Caso: Diodos LED dañados en la construcción de prototipos En la gran mayoría de las ocasiones, los alumnos dañan los diodos LED al momento de conectarlos a la fuente de energía (baterías) cuando trabajan en sus proyectos escolares, tal es el caso de los grupos de educación básica y en particular en las secundarias del municipio de Culiacán en el estado de Sinaloa. <p>Procedimiento: Se trata de que los alumnos realicen un análisis de la situación problemática (qué es lo que ocasiona el daño a los diodos LED) para que así tengan</p> | GUIA DE OBSERVACION |

| | | |
|--------|--|---------------------|
| | <p>más claro el inicio del problema.</p> <p>El profesor les entrega una lista de elementos y componentes que la gran mayoría de los alumnos utilizan para el encendido de los diodos LED como lo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de la fuente de energía que utilizan (voltaje de las baterías) • Voltaje que requiere el diodo LED • Corriente (amperaje) que consume el diodo LED <p>El profesor recomienda a los alumnos que investiguen si son suficientes los componentes empleados en los circuitos reportados, para que ellos emitan un juicio al identificar la ausencia de la instalación de resistencias eléctricas, asimismo sugiere emplear un simulador por computadora para la verificación del correcto funcionamiento del fenómeno de estudio “conducción y resistencia eléctrica”.</p> | |
| CIERRE | Los alumnos entregan un reporte donde ellos emiten los juicios y muestran los resultados, así como la entrega de la propuesta de solución al caso problemático. | GUIA DE OBSERVACIÓN |

Escala

| | E | S | B | R | I |
|---|---|---|---|---|---|
| 1- El uso de la simulación computacional ayudó a comprender los temas de circuitos eléctricos? | | ✓ | | | |
| 2- Los aspectos gráficos de la pantalla en el software utilizado son de fácil uso | | ✓ | | | |
| 3- El simulador computacional te permitió desarrollar habilidades y destrezas al momento de construir el prototipo experimental | | ✓ | | | |
| 4- ¿Cómo consideras el uso de simuladores computacionales para tu aprendizaje? | | ✓ | | | |
| 5- ¿Cumple el prototipo experimental con los objetivos por el cual fue construido? | | ✓ | | | |
| 6- El material usado en la construcción del prototipo es de fácil acceso | | ✓ | | | |
| 7- Una vez construido el prototipo experimental fue fácil de operar o manipular | | ✓ | | | |
| 8- Las actividades sugeridas para el docente están relacionadas con el prototipo didáctico propuesto para el prototipo? | | ✓ | | | |
| 9- ¿Las preguntas realizadas por el docente están relacionadas con el contenido de las actividades realizadas con el uso del prototipo? | | ✓ | | | |
| 10- ¿Qué tipo de experiencia tuviste al realizar una simulación computacional y construcción de un prototipo experimental? | | ✓ | | | |

| | E | S | B | R | I |
|----------------|---|---|---|---|---|
| 1- Inadecuada | | | | | |
| 2- Inadecuada | | | | | |
| 3- Inadecuada | | | | | |
| 4- Inadecuada | | | | | |
| 5- Inadecuada | | | | | |
| 6- Inadecuada | | | | | |
| 7- Inadecuada | | | | | |
| 8- Inadecuada | | | | | |
| 9- Inadecuada | | | | | |
| 10- Inadecuada | | | | | |

Figura 40. Encuesta de satisfacción aplicada.