



QUINTO BACHILLERATO EN CIENCIAS Y LETRAS

PROMOCIÓN XXXI

**TESIS GRUPAL**

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICS)

**IMPLEMENTACIÓN DE ELECTROMAGNETISMO PARA LA CREACIÓN  
DEL PRINCIPIO CIENTÍFICO DE ATRACCIÓN ENTRE FIGURAS  
TRIDIMENSIONALES**

APLICACIÓN DE MATEMÁTICA, FÍSICA, ELECTRÓNICA Y PROGRAMACIÓN

*NanoraForms™*

**Asesoras**

Lic. Marlene Bedoya  
MSc. Evelyn Godínez

NUEVA GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE 2017

## **GRUPO DE TRABAJO**



### **Presidente**

Jorge Alejandro Rodríguez Aldana

### **Vicepresidente**

José Fernando Posadas Beltetón

### **Secretarias**

Paola Saraí Velásquez Bonilla

María Fernanda Castellanos Gómez

### **Tesorero**

Luis Pedro Mendizábal Dardón

### **Asesoras**

Lic. Marlene Bedoya

MSc. Evelyn Godínez

### **Vocales**

José Carlos Girón Márquez

Juan Esteban Cáceres de León

Juan Pablo Zaldaño Hurtarte

Miguel Estuardo Carrillo Echeverría

Oswaldo René López Aquino

# Agradecimientos

- **A Dios**

Por ser nuestra guía en la realización e implementación de este proyecto y darnos la sabiduría para impulsar nuestra vida profesional.

- **A nuestros padres**

Por su apoyo durante la realización del proyecto, ser una guía y un ejemplo a seguir, brindándonos apoyo incondicional en todas nuestras ideas.

- **Al Colegio Capouilliez**

Por ser la institución educativa que nos formó en conocimientos y valores morales, impulsándonos a hacer una diferencia en Guatemala.

- **A nuestra Directora General Lic. María de Solórzano**

Por ser un ejemplo de liderazgo y velar por nuestro desarrollo en las cuatro dimensiones.

- **A nuestra Coordinadora de nivel Lic. Mónica de Monroy**

Por supervisar, guiar y brindar su apoyo para la correcta realización de nuestra tesis grupal.

- **A nuestras Asesoras Lic. Marlene Bedoya y MSc. Evelyn Godínez**

Por el conocimiento compartido, nivel de exigencia, guía y experiencia en el desarrollo de nuestro proyecto, su valiosa dedicación, tiempo y confianza en el equipo de trabajo.

- **A nuestros Profesores**

A cada uno de los educadores que con toda su pasión y enseñanza marcaron nuestras vidas.

- **A nuestros Asesores externos, José Luis Alvarado, Víctor Lemus y Javier Cano**

Por dedicarnos su experiencia, esfuerzo y conocimiento en la realización del prototipo presentado en el proyecto y por sus valiosos aportes y tiempo compartido.

- **A Juan José Baldelomar**

Por ser el impulsador de la idea, proporcionarnos los principios básicos y permitirnos llevarla a la realidad.

- **A usted, estimado lector**

Por dedicar su tiempo a la lectura de la presente tesis grupal y apoyar los proyectos de innovación tecnológica en nuestro centro educativo.

# **Tabla de Contenido**

## Tabla de Contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>Resumen de investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>Marco Conceptual .....</b>	<b>3</b>
<b>I. Antecedentes .....</b>	<b>3</b>
<b>II. Justificación.....</b>	<b>6</b>
<b>III. Determinación del problema.....</b>	<b>7</b>
A. Planteamiento del Problema .....	7
B. Definición del problema.....	7
<b>IV. Alcances y límites .....</b>	<b>8</b>
A. Alcances .....	8
B. Límites.....	8
C. Ámbitos.....	8
<b>Marco Teórico .....</b>	<b>10</b>
<b>I. Tecnología.....</b>	<b>11</b>
A. Robótica .....	11
B. Electrónica .....	11
C. Informática.....	16
D. Hardware .....	21
<b>II. Física .....</b>	<b>22</b>
A. Electricidad .....	22
B. Electromagnetismo .....	25
C. Ecuaciones importantes.....	31
<b>III. Matemática .....</b>	<b>33</b>
A. Algoritmos Matemáticos .....	33
B. Combinatoria .....	33
C. Figuras Geométricas Tridimensionales .....	34
<b>Marco Legal .....</b>	<b>12</b>
<b>I. Decreto 63-91 .....</b>	<b>33</b>
<b>II. Acuerdo Ministerial No. 1223-2 O13 .....</b>	<b>34</b>
<b>III. Decreto 33-98.....</b>	<b>34</b>
<b>IV. Acuerdo Gubernativo No. 89-2002 .....</b>	<b>35</b>
<b>Marco Metodológico .....</b>	<b>36</b>
<b>I Objetivos.....</b>	<b>36</b>
A. Objetivo general .....	36
B. Objetivos específicos .....	36
<b>II HIPÓTESIS .....</b>	<b>36</b>

A. Hipótesis General.....	36
B. Hipótesis nula.....	37
C. Hipótesis Alternas .....	37
<b>III Variables .....</b>	<b>37</b>
A. Independientes .....	37
B. Dependiente .....	38
<b>IV Indicadores .....</b>	<b>38</b>
A. Tangibles .....	38
B. Intangibles.....	38
<b>Marco Operativo .....</b>	<b>39</b>
Directas.....	39
Indirectas .....	39
Bibliográficas.....	40
Electrónicas.....	40
<b>Marco Administrativo.....</b>	<b>42</b>
Recursos .....	42
Ingresos .....	44
<b>Análisis de Resultados .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfica 1.....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfica 2.....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfica 3.....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfica 4.....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfica 5.....</b>	<b>50</b>
<b>Gráfica 6.....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfica 7 .....</b>	<b>52</b>
<b>Gráfica 8.....</b>	<b>53</b>
<b>Gráfica 9.....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfica 10.....</b>	<b>55</b>
<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>56</b>
Conclusiones .....	56
Recomendaciones .....	57
<b>Bibliografía.....</b>	<b>58</b>
Referencias Bibliográficas .....	58
E-Grafía.....	59
<b>Proyecto de aplicación.....</b>	<b>61</b>

<b>Proyecto de aplicación .....</b>	<b>61</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>62</b>
<b>Nombre del proyecto .....</b>	<b>63</b>
<b>Objetivos del proyecto .....</b>	<b>63</b>
<b>Objetivo General .....</b>	<b>63</b>
<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>63</b>
<b>Descripción del prototipo .....</b>	<b>64</b>
<b>Proyecto .....</b>	<b>64</b>
<b>Infraestructura .....</b>	<b>65</b>
Componentes del prototipo.....	65
<b>Funcionalidad básica .....</b>	<b>66</b>
<b>Metodología del trabajo .....</b>	<b>68</b>
<b>Costos .....</b>	<b>69</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>76</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>76</b>
<b>Anexo 2 .....</b>	<b>77</b>



# **Introducción**

## **Introducción**

El mundo de la tecnología avanza exponencialmente en la actualidad, cientos de aparatos electrónicos son manufacturados cada día con funciones distintas para el mejoramiento de la vida cotidiana ya que la tecnología permite diseñar y crear bienes que facilitan la adaptación al contexto en el que se vive, la satisfacción de las necesidades esenciales, los deseos de las personas y la sociedad en general.

La robótica es una rama de la tecnología, temática muy extensa ya que se deriva de la unión de tópicos como: la mecánica, la programación y la electrónica, en adición a esto se apoya con ciencias puras como la Física y la Matemática. En este trabajo de investigación se propone el uso de un principio matemático en la Robótica. La aplicación que se desarrolla a lo largo del contenido de este trabajo es: la construcción y programación de un robot, que integrado con un tablero imantado con electroimanes sea capaz de generar un movimiento en el tablero y así crear formas tridimensionales.

El construir un robot es sumamente interesante, y lo es más si se le agregan características como la imantación de las piezas y el tablero. La mayor parte del conocimiento que se utiliza para la construcción del robot procede de investigaciones que han realizado personas de otros países, tales como España, México, Estados Unidos e India. Así como de la colaboración de asesores externos con conocimientos sobre: programación, electrónica y mecánica. En el análisis y planteamiento se utilizan conceptos de Teoría de Sistemas, Sistemas Operativos, Física, Matemática, Análisis y Diseño de sistemas y Programación. El robot planteado es clasificado como robot tipo vehículo. Este tipo de robot es una evolución lógica del concepto tan usual de medio de transporte. Se caracteriza porque dispone de imanes que le permiten moverse dentro de un campo electromagnético.

# **Resumen de investigación**

## **Resumen de investigación**

La realización del proyecto comenzó con la idea generada por un exalumno del colegio. Proporciona una figura esférica que se movería dentro de un campo electromagnético y en conjunto con otras iguales, formarían figuras a mayor escala.

Inicialmente, se utilizó un algoritmo matemático que estableció el movimiento y variables de la figura; consecuentemente a lo largo del año conforme el proyecto evolucionó se replanteó el tipo de figura a utilizar varias veces, comenzando con un tetraedro regular y llegando a un octaedro; igualmente los materiales a utilizar que pasaron de lámina galvanizada a cartón ya que no interferiría en la señal WI-FI con la que se controlarían los electroimanes que se colocaron en el tablero donde la figura se movería, sin embargo este método se cambió a una placa de Arduino nano, que resultó eficiente.

En la versión final del prototipo se creó un tablero de cartón donde los electroimanes se posicionaron simétricamente, cada uno de estos está conectado a la placa que incluye el circuito impreso y que los conecta al microcontrolador Arduino nano que contiene la programación diseñada previamente en los programas “visual basic” y “arduino”. Sobre el tablero se coloca el octaedro, de cartón igualmente, que interiormente posee un imán de neodimio en cada cara lo cual hace posible su desplazamiento sobre el tablero.

# **Marco Conceptual**

## **Marco Conceptual**

### **I. Antecedentes**

Montenegro, G. (2016) describe a Arduino como una plataforma de hardware libre, es decir sus componentes físicos tienen especificaciones y diagramas esquemáticos con acceso público, fue muy popular desde la década del 2000 gracias a su versatilidad y a las variantes que ofrece tanto a nivel de hardware, como en su escalabilidad y potencial del software con el que se programa. Este lleva un microcontrolador *Atmel AVR*, que viene siendo como el "cerebro" del Arduino, a su vez el cristal oscilador sería el "corazón" alimentado por el voltaje.

El usuario tiene a su disposición varios puertos de entrada/salida (digitales, analógicas y para protocolos de comunicación). El lenguaje en el que se programa es *Processing*, aunque también se trabaja con lenguajes como C, Java, etc. El lenguaje C resulta ser muy útil debido a que es un lenguaje de nivel medio, trata con caracteres números, bits y direcciones de memoria; la ventaja es que es de gran portabilidad y se ha utilizado para construcción de intérpretes, compiladores, editores de texto, entre otros.

Montenegro menciona que puede utilizarse para desarrollar objetos interactivos autónomos, se puede transmitir información e incluso puede ser conecta a la computadora y realizar una gran variedad de funciones. El entorno de desarrollo integrado libre de Arduino también es gratuito y puede ser descargado en internet. Además, al ser Open-hardware, el diseño y distribución es libre.

Ramírez (2000) habla acerca de las razones por las cuales es necesario estudiar el lenguaje de programación, como la utilización que se le podría dar, por ejemplo, hacer una página web con publicidad sobre algún negocio, armar algún proyecto con fines educativos, laborales o hasta sociales, entre otros.

Se hace referencia a las etapas que atraviesa un compilador para reconocer cada uno de los elementos de un programa o lenguaje, ya que es el encargado de traducir los programas fuentes, escritos en un lenguaje de alto nivel a lenguaje máquina y comprueba que las

funciones de librería trabajen correctamente. Define de manera formal la sintaxis de un programa por medio de la gramática BNF, el recordar y reconocer algunos de los datos prioritarios que comúnmente mantiene un lenguaje de programación.

Se plantea el manejo de proposiciones y expresiones que tiene un programa. El significado con una variable dentro de su subprograma principal y las respectivas maneras alternas de transmitir los datos.

Balakrishnan, K. y D. Boning (2009) en su trabajo *Measurement and Analysis of Contact Plug Resistance Variability*, nos hablan sobre cómo con el aumento de la tecnología, la variedad surgida ha requerido de una mayor resistencia, se debe al aumento de usos y a las funciones para las que son programadas. Técnicas tales como el análisis, medición, y contacto entre dispositivos, interconexiones y circuitos en general necesitan del diseño de un circuito estable. Ya que, de lo contrario podría haber un error como un cortocircuito y dañar alguna de las piezas o simplemente la programación no correría correctamente.

Se desarrolló un chip de prueba para la variabilidad de resistencia del enchufe de contacto, los números entre los cuales puede oscilar, de 90nm CMOS capaz de ponerse a prueba con más de 35,000 dispositivos. Los resultados obtenidos muestran que el prototipo cambia según la función de los parámetros del diseño clave.

Jessica Bernier (2011) dice que la transmisión paralela es una forma eficiente de implementar y complementar un campo de imágenes basados principalmente en las resonancias de un campo electromagnético. Ésta consiste en que los bits que representan el carácter son transmitidos en serie a través de pulsos de radiofrecuencia para realizar diferentes simulaciones de fenómenos magnéticos y electrónicos.

A través del método de las Diferencias Finitas en el Dominio del Tiempo (Finite Difference Time Domain FDTD) se puede demostrar el brillo central de una bobina de tesla y su no homogeneidad entre las bobinas de una 3 Tesla y una 7 Tesla.

La investigación de resonancia magnética de imágenes realizada por Bernier, indica que las simulaciones numéricas que, efectivamente a través del Método FDTD, pueden encontrarse los datos deseados con exactitud, en una bobina 7 Tesla fue comprobado la no

homogeneidad con la 3 Tesla, y determinó que la propagación electromagnética es un limitante de altos niveles de la resonancia.

Estos resultados nos indican que este método funciona y por lo tanto puede ser utilizado bajo las restrictas simulaciones y pruebas para su correcto funcionamiento y dar un resultado acertado tanto de la energía central de una bobina de tesla 7, la homogeneidad entre ellas y los limitantes resonantes de la transmisión paralela en las bobinas 3 y 7 respectivamente.

La frecuencia o la longitud de onda de la radiación dispersada dependen únicamente del ángulo de dispersión. Los pulsos electromagnéticos no tienen muchos usos, pero al usarse con el efecto Compton Inverso, se puede crear un campo electromagnético aislado y crear energía con una bobina rotatoria de cobre de calibre 2511, pues al aislarse un campo, puede que absorba la energía o la libere, y esto depende también de los componentes con que se cree el aislamiento. (Bernier, 2011)

Gracia, Luis (s.f.) en su tesis "Modelado cinemático y control de robots móviles con ruedas" explica el primer paso para obtener modelos cinemáticos para distintos tipos de vehículos, bien sea con o sin deslizamiento, es conseguir las relaciones cinemáticas entre los distintos tipos de variables que intervienen en el vehículo. Dichas variables son: movimiento horizontal; la posición de la estructura del vehículo queda completamente definida con tres variables escalares, dos lineales y otra angular (ej.  $x$ ,  $y$ ,  $\theta$ ), cuya forma vectorial (ej.  $p$ ) se denomina postura del vehículo. Su derivada de primer orden respecto al tiempo ( $\dot{p}$ ) se denomina vector de velocidad del vehículo, y separadamente ( $\dot{v}_x$ ,  $\dot{v}_y$ ,  $\omega$ ) velocidades del vehículo. De igual modo, las articulaciones de dirección y rotación de la rueda dan lugar al vector de velocidad de rueda y a las velocidades de rueda.



## **II. Justificación**

Teniendo la intención de realizar este proyecto con éxito, el *NanoraForms™* para producirse en masa, bajando costos de manufacturación; seguido de su implementación en la educación infantil para el desarrollo de la mente tridimensional. Se podrá terminar de desarrollar el proyecto con una compañía profesional asociada para crear una versión más completa y funcional. La idea surge con la propuesta del asesor externo Juan José Baldelomar para crear elementos en tercera dimensión.

Al presentar un prototipo, se podrá observar su aplicación y apoyo a distintos grupos de individuos para usos múltiples. La factibilidad de este proyecto es crear un prototipo octaédrico utilizando aluminio para el cuerpo de la figura, un imán de neodimio para dar potencia de movimiento y un electroimán básico para el motor, el cual, generará un campo magnético funcional, el cual atrae a los metales, basándose en la intensidad de este campo (en este caso aluminio) para juntar una o más caras de la figura y estas formen una forma tridimensional (un plano cartesiano tridimensional).

### **III. Determinación del problema**

#### **A. Planteamiento del Problema**

1. ¿Cómo ha avanzado la introducción de nuevas tecnologías en Guatemala?
2. ¿Qué beneficios traería la implementación de robots en el colegio Capouilliez?
3. ¿Cómo un robot puede ser introducido como parte útil de la vida cotidiana?
4. ¿Qué tipo de plataforma se utilizará para programar el software del sistema, y como se realizará la programación en la misma?
5. ¿Cómo se moverá el robot para lograr su funcionamiento?
6. ¿Cómo se va a lograr la comunicación entre el programa y las piezas?
7. ¿A través de qué métodos se sintetizará cada sistema para hacerlo fácil para el usuario?
8. ¿Para qué sirve el uso de un algoritmo matemático en el funcionamiento de programación?
9. ¿Cómo el uso de Wi-Fi aumenta la funcionalidad con respecto a otro medio de transmisión de datos?
10. ¿Cómo el uso de imanes naturales ayuda al movimiento del prototipo?

#### **B. Definición del problema**

Se necesita encontrar una forma geométrica que ayude a la validación del mecanismo tridimensional para la creación de un robot que a través del electromagnetismo pueda formar distintas construcciones tridimensionales accionadas por una aplicación de programación.

## **IV. Alcances y límites**

### **A. Alcances**

- Crear un prototipo masterizado que cumpla con las condiciones propuestas
- Determinar un elemento tridimensional que logre un movimiento adecuado
- Minimizar el tamaño del proyecto para elaborar formas más definidas y útiles para uso comercial.

### **B. Límites**

- La forma del robot es relativamente grande en comparación del producto deseado, debido a la complejidad del proyecto.
- La cantidad de piezas que se pueden hacer es limitada por presupuesto, tiempo y complejidad.
- La población se ve reducida a los estudiantes de bachillerato del colegio Capouilliez.

### **C. Ámbitos**

#### **a. Ámbito Geográfico:**

Guatemala, Ciudad de Guatemala; Colegio Capouilliez

#### **b. Ámbito Institucional:**

Estudiantes de bachillerato y personal del área de Tecnología del colegio Capouilliez.

#### **c. Ámbito Personal:**

- Coordinadora general, Mónica de Monroy.

- Coordinadora del área de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Evelyn Godínez
- Maestra de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Marlene Bedoya
- Estudiantes de cuarto y quinto bachillerato

#### **d. Ámbito Temporal:**

Ciclo Escolar 2017; Del 16 de enero a septiembre de 2017.

#### **e. Ámbito Temático:**

Aplicación de la matemática y física a través de la electrónica y el electromagnetismo para la creación de un principio científico.

- Software: Visual Basic y Arduino free IDE.
- Hardware: Microcontrolador Arduino Nano.
- Electrónica: Circuitos.
- Matemática: Algoritmos y funciones.
- Física: Electromagnetismo y mecánica.

## **Marco Teórico**

## **I. Tecnología**

La tecnología es el conjunto de conocimientos con las que el hombre desarrolla un mejor entorno, más saludable, agradable y sobre todo cómodo para la optimización de la vida. La tecnología combina la técnica de mejoramiento de un espacio con las distintas revoluciones que se han suscitado en los últimos siglos, el trabajo a mano pasó a ser un trabajo en serie producido por una máquina a base de vapor con la que se movía algún tipo de herramienta y correa de transporte en él, facilitando así un trabajo complicado y transformándolo en algo de fácil realización y bajo costo. (Riveros, 2015)

### **A. Robótica**

La robótica según Ramos se define como una ciencia aplicada que surge de la combinación de la tecnología de las máquinas-herramienta y de la informática. Una máquina se define como una herramienta que efectúa cualquier trabajo manual, y la informática como la ciencia del tratamiento automático y racional de la información. Uniendo ambos conceptos la robótica surge al automatizar de manera racional la máquina-herramienta, es decir al permitir que un programa informático controle las operaciones que antes realizaba un operario. (Ramos, 2005)

### **B. Electrónica**

Según la tesis “SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICOS”, (Tomasi, 2016) la electrónica es el campo de la Ingeniería y de la Física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción, almacenamiento de información, entre otros. Esta información puede consistir en datos enviados a un chip o tarjeta electrónica, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

Los circuitos electrónicos ofrecen diferentes funciones para procesar esta información, incluyendo la amplificación de señales débiles hasta un nivel que se pueda utilizar; el generar ondas de radio; la extracción de información, como por ejemplo la recuperación de la señal de sonido de una onda de radio; el control, como en el caso de introducir una señal de sonido a ondas de radio, y operaciones lógicas, como los procesos electrónicos que tienen lugar en computadoras y robots que contengan algún chip o circuito electrónico. (Tomasi, 2016)

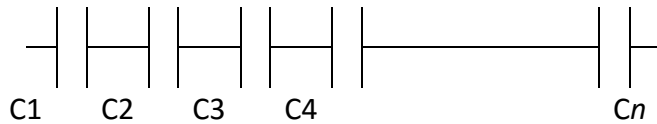
## **1. Elementos**

### **1.1 Condensador**

"Es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Es el cociente entre la carga de sus placas (Q) y la diferencia de potencial existente entre ellas (U). C se mide en faradios, Q en culombios y U en voltios." (PORTAL ELECTROZONA, 2017)

$$C = \frac{Q}{U}$$

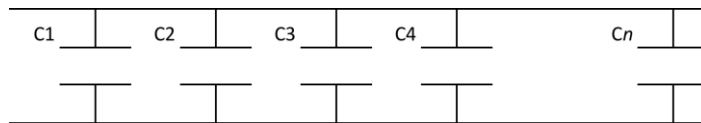
Capacidad equivalente de varios condensadores en serie



$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Condensadores en serie Dibujo. Recuperado de <http://www.portalelectrozona.com/menuseccionformularios/13-contenidoformularioelectricidad/52-articuloformulaselectricas.html> (2017).

Capacidad equivalente de varios condensadores en paralelo



$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_n$$

Condensadores en serie Dibujo. Recuperado de <http://www.portalelectrozona.com/menuseccionformularios/13-contenidoformularioelectricidad/52-articuloformulaselectricas.html> (2017).



## 2. Transistores

Los transistores son dispositivos que tiene la función de servir como amplificador o interruptor, expandiendo el tema (Jie, 2016) afirma: “Un transistor es un dispositivo de estado sólido que se utiliza para amplificar una señal, o servir como un interruptor. Los transistores se consideran como de estado sólido debido a que no contienen componentes electro-mecánicos y, por lo tanto, son sólidos y no se mueven. Cuando se aplica energía al transistor, el voltaje de una señal de entrada se incrementa, creando una salida más potente y cuando se aplica potencia al ánodo, la energía o la señal sale del transistor. Cuando el poder no se aplica, el transistor está efectivamente en la posición «Off» de apagado y que la corriente no fluirá a través del ánodo al polo opuesto, a menos que se aplique potencia al ánodo.”

Por lo tanto, “Este es un dispositivo semiconductor que en un circuito cumple la función de amplificar una señal y utilizarse como interruptor; estando estos en estado sólido inamovibles debido a la carencia de componentes que, combinan partes eléctricas y mecánicas para conformar su mecanismo” (Casio, 2015). Para amplificar una señal se incrementa el voltaje que la alimenta y por respuesta tendrá una salida aún más potente. Por parte del interruptor existe la base que, si pasa energía estará encendido, de lo contrario el dispositivo se apagará pasando de un ánodo a otro.

### 2.1 Funciones

Un transistor tiene la tarea de controlar y regular el voltaje, normalmente a través de tres pines. Este convierte una corriente que lo alimenta, llamado alterna, a una corriente directa. Normalmente puede usarse de tres maneras: el corte, la activa y la saturada. El corte se emplea de modo de interruptor donde la base no tiene carga y por lo tanto los electrones no se estimulan, la activa se emplea para amplificar la señal donde la base da el voltaje y la saturada cuando toda la corriente del circuito pasa por el transistor. (Lab, 2015)

Las formas de utilizar los transistores son muy diversas y cumplen su función de una manera muy eficiente a la hora de regular un circuito. Por lo tanto, la viabilidad, en la cual lo usamos como interruptor, amplificador o una conexión, resulta eficaz; dando así una alimentación estable y una forma muy práctica en la cual mantener un dispositivo estable por medio de una señal muy pequeña a la hora de emplearse en una corriente muy grande. (EcuRed, 2017)

## 2.2 Tipos de transistores

Hay dos tipos de transistores según Lab.(2001) los cuales son: NPN y PNP

- **NPN**

Consta de tres cristales semiconductores unidos entre sí; como sus siglas lo indican es un cristal positivo rodeado de dos negativos. Es usado debido a que la movilidad del electrón es mayor que la movilidad de los "huecos" en los semiconductores, permitiendo mayores corrientes y velocidades de operación.

- **PNP**

Consta de tres cristales semiconductores unidos entre sí; y consta de dos cristales positivos que rodean a uno negativo. Son comúnmente operados con el colector a masa y el emisor conectado al terminal positivo de la fuente de alimentación a través de una carga eléctrica externa.(Lab, 2015)

## 2.3 Transistores Bipolares

El transistor bipolar de uniones, conocido también por BJT (siglas de su denominación inglesa *Bipolar Junction Transistor*), es un dispositivo de tres terminales denominados: emisor, base y colector. La propiedad más destacada de este dispositivo es que aproxima una fuente dependiente de corriente: dentro de ciertos márgenes, la corriente en el terminal de colector es controlada por la corriente en el terminal de base. La mayoría de

funciones electrónicas se realizan con circuitos que emplean transistores, sean bipolares o de efecto de campo, los cuales son los dispositivos básicos de la electrónica moderna. (EcuRed, 2017)

## **2.4 Partes de un transistor**

“Los transistores están compuestos, fundamentalmente, por tres pines y una funda. Estos pines están formados por versiones de silicio o germanio. La funda, dependiendo del modelo o utilidad, está formada por un radiador de aluminio.” (Lab, 2015) Los pines tienen diferente nombre y utilidad, generalmente en la hoja de datos definen cual es: el emisor, colector o la base. El emisor; se encarga de proporcionar portadores de carga. El colector; recoger los portadores de carga. La base, controla el paso de corriente a través del transistor, generalmente el cristal de en medio. (Lab, 2015)

## **C. Informática**

### **1. Programación**

Es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de programas de computadora. Al ser compilado el código genera un programa el cual tiene un uso específico acorde a lo escrito.

#### **1.1 Lenguaje Basic**

BASIC fue diseñado para permitir a los estudiantes escribir programas usando terminales de computador de tiempo compartido. BASIC estaba intencionado para facilitar los problemas de complejidad de los lenguajes anteriores, con un nuevo lenguaje diseñado específicamente para la clase de usuarios que los sistemas de tiempo compartido permitían: un usuario más sencillo, a quien no le interesaba tanto la velocidad, sino el hecho de ser capaz de usar la máquina. Los diseñadores del lenguaje también querían que permaneciera en el dominio público, lo que contribuyó a que se diseminara. (EcuRed. 2017. EcuRed BASIC)

EL BASIC tuvo una gran expansión en los años 80, cuando se impulsó como lenguaje estándar para los microordenadores domésticos de 8 bits. Se usó ampliamente en la enseñanza y también en la programación profesional. Sin embargo, era un lenguaje poco estructurado y recibió muchas críticas por promover malos hábitos de programación. Pero en lugar de desaparecer, fueron surgiendo versiones nuevas con características más avanzadas. Aún hoy, Visual Basic y su sucesor, Visual Basic.NET aunque son variantes ya muy alejadas del original) son lenguajes de programación muy usados en entorno Windows. V (EcuRed. 2017. EcuRed BASIC)

## **1.2 Lenguaje de programación C**

También conocido como “Lenguaje de programación de sistemas” desarrollado en el año 1972 por Dennis Ritchie para UNIX un sistema operativo multiplataforma. El lenguaje C es del tipo lenguaje estructurado como son: Pascal, Fortran, Basic. Sus instrucciones son muy parecidas a otros lenguajes incluyendo sentencias como *if*, *else*, *for*, *do* y *while*. Aunque C es un lenguaje de alto nivel (puesto que es estructurado y posee sentencias y funciones que simplifican su funcionamiento) tenemos la posibilidad de programar a bajo nivel (como en el *Assembler* tocando los registros, memoria etc.). Para simplificar el funcionamiento del lenguaje C tiene incluidas librerías de funciones que pueden ser incluidas haciendo referencia la librería que las incluye, es decir que si queremos usar una función para borrar la pantalla tendremos que incluir en nuestro programa la librería que tiene la función para borrar la pantalla.

(Rena, F. 2016. EcuRed Lenguaje de Programación C)

## **1.3 Lenguaje C++**

Como se ha señalado, C++ no es un lenguaje orientado a objetos (en el sentido en que puede serlo Java, por ejemplo), además no nació como un ejercicio académico de diseño. Se

trata simplemente del sucesor de un lenguaje de programación hecho por programadores (de alto nivel) para programadores, lo que se traduce en un diseño pragmático al que se le han ido añadiendo todos los elementos que la práctica aconsejaba como necesarios, con independencia de su belleza (*"Perfeccion, en algún sentido teorico de la lengua, isnotanaim of C++. La utilidad es"*). Estos condicionantes tienen su cara y su cruz; en ocasiones son motivo de ciertos "reproches" por parte de sus detractores, en otras, estas características son precisamente una cualidad. De hecho, en el diseño de la Librería Estándar C++ se ha usado ampliamente esta dualidad (mezcla de un lenguaje tradicional con elementos de POO), lo que ha permitido un modelo muy avanzado de programación extraordinariamente flexible (programación genérica). (ZatorSystems. 2017. Lenguaje C++)

## **1.4 Lenguaje C# (Sharp)**

C# es un lenguaje de programación que se ha diseñado para compilar diversas aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. C# es simple, eficaz, con seguridad de tipos y orientado a objetos. Las numerosas innovaciones de C# permiten desarrollar aplicaciones rápidamente y mantener la expresividad y elegancia de los lenguajes de estilo de C. (Microsoft, 2015, Microsoft Lenguaje C#)

## **1.5 Visual Studio**

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C# y Visual C++ utilizan el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que habilita el uso compartido de herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. Asimismo, dichos lenguajes utilizan las funciones de .NET Framework, las cuales ofrecen acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones web ASP y Servicios Web XML. (Microsoft. 2014. Microsoft Visual Studio)

Visual Studio es un conjunto de herramientas y otras tecnologías de desarrollo de software basado en componentes para crear aplicaciones eficaces y de alto rendimiento,

permitiendo a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como otros servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma. (MSN. 2017 Microsoft Store ¿Qué es y para qué sirve visual Studio 2017?)

## 1.6 Arduino IDE

El sistema Arduino posee un programa que contiene dos tipos de lenguaje: *Arduino language programming* y *Arduino development enviroment*. La estructura de la programación en Arduino es bastante simple y se compone de dos partes las cuales encierran bloques que contienen: declaraciones, estamentos o instrucciones. Las distintas instrucciones en la programación permiten el manejo de distintos sistemas con la ayuda de una *protoboard*. Los distintos sistemas que podrían utilizarse junto con el sistema Arduino y su programación, son tanto motores pequeños como botones y luces led. (EditroniKx, 2013).

Ejemplo de estructura de la programación:

```
Void setup ()
```

```
{
```

```
Estamentos;
```

```
}
```

```
Void loop ()
```

```
{
```

```
Estamentos;
```

```
}
```

El programa Arduino es muy útil para desarrollar sistemas programados que ejecuten distintas funciones en diferentes ocasiones donde sean requeridos. También hay que conocer los distintos comandos de la programación Arduino para ejecutar efectivamente los trabajos deseados. Estos sistemas y tipos de programación se utilizan mucho en empresas actuales. (EcuRed, 2015)

## 1.7 Serial

El sistema serial es una forma de comunicación entre la tarjeta Arduino y la computadora u otros dispositivos electrónicos, este sistema usa la lógica de niveles TTL (5V o 3.3V dependiendo de la tarjeta Arduino). Todas las tarjetas Arduino tienen como mínimo un puerto serial (también conocido como UART o USART) se comunica tanto con pines digitales 0 (RX) y 1 (TX) como con la computadora vía USB, pero al usar este modo vía USB no se permite el uso de los pines 0 y 1 para el input o el output.

La tarjeta Arduino Mega tiene 3 puertos adicionales: Serial1 en pines 19 (RX) y 18(TX), Serial2 en pines 17 (RX) y 16 (TX) y Serial3 en pines 15 (RX) y 14 (TX). La tarjeta *ArduinoDue* también posee 3 puertos Serial adicionales de 3.3V TTL: Serial1 en pines 19 (RX) y 18(TX), Serial2 en pines 17 (RX) y 16 (TX) y Serial3 en pines 15 (RX) y 14 (TX).

### PRINTLN ()

Imprime los datos en el puerto Serial como un texto para el usuario seguido de un carácter de retorno (ASCII 13, o '\r') y un carácter de nueva línea (ASCII 10 o '\n')

### Sintaxis

```
Serial.println(val)  
Serial.println(val, format)
```

### Parámetros

Val: cualquier valor que se colocará.

Format: se especifica el número base o entero o un número con parte decimal.

### Retornos

size\_t (long): println() retorna los números de bytes escritos, aunque el leer este número es opcional.

(Arduino, 2017)

## **D. Hardware**

El modelo de la tarjeta a utilizar es la placa *arduino nano*, esta es una tarjeta pequeña pero muy completa, contando con la mayoría de las funciones de un Arduino Duemilanov con la excepción de un puerto DC de energía ya que este funciona con un puerto USB mini-B.

### **1. Arduino**

La plataforma Arduino es una tarjeta programable con un hardware libre de acceso basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. Esta tarjeta contiene, para la interacción, trece entradas y salidas digitales, y seis entradas analógicas y un puerto serial que permite realizar comunicación con el periférico, además de un puerto serial una conexión USB. El voltaje que la tarjeta puede resistir va de 0 a 5 voltios, pero utilizando un pin especial, el pin AREF, este rango de voltaje puede ampliarse variadamente. El tipo de voltaje recomendado para la tarjeta es de 3.3V, al menos para que no haya riesgo de que la tarjeta se sobrecaliente tratando de usarla, según explica V. García en Diario Electrónico.(2015)

El sitio web oficial de Arduino menciona que las especificaciones de la tarjeta son: Microcontrolador ATmega328, Voltaje de operación 5V, Voltaje de alimentación 7-12V, I/O Digitales 14 (6 son PWM), Memoria Flash: 32KB, EEPROM: 1KB, Frecuencia de trabajo: 16MHz, posee unas dimensiones de 0.73" x 1.70" con 13 pines para entradas/salidas digitales (programables) y 7 pines para entradas analógicas.

La tarjeta es completamente autónoma: una vez programada no necesita estar conectada al PC siempre y cuando esté conectada con una batería. La tarjeta es muy útil para los programadores en proceso, pues es muy fácil de usar si se tienen los conceptos básicos de programación. También, si algo no va bien, la tarjeta cuenta con un botón pequeño justo en el centro, este se usa para reiniciar el Arduino, este es en caso de que haya algún error en la programación y el Arduino no responda como debe. (García, 2014)



## 2. Arduino Nano

Las características que lo diferencian de los demás, según (García, 2013) “Es mucho más pequeño que el Arduino Mega. Está basado en el microcontrolador ATmega328. Tiene una entrada mini-USB a través de la cual se puede subir el código fuente para la ejecución de los comandos. Viene con 14 puertos digitales de entrada/salida, 8 puertos análogos, una memoria de 16 KB, 1 KB de SRAM y 512 bytes de EPROM. La velocidad del reloj interno es 16 MHz. Funciona con un voltaje que puede estar en el rango de 7 a 12 voltios. Entrega una corriente de 40 mA.”(García, 2013)

## 3. Imanes naturales de neodimio

El neodimio es un elemento que pertenece a los Lantánidos. Las propiedades que este posee es su gran poder magnético, desarrollando una potencia de 7/10 veces superior a los materiales magnéticos tradicionales. Debido a diversas propiedades que posee, es, además, muy potente y menos frágil, es también más barato. (Verdú, 2003)

Se aplica a las caras del octaedro, con la finalidad de que estas puedan unirse a los electroimanes incrustados en el tablero, gracias a su alto contenido de poder magnético son fácilmente utilizables y la forma más económica en que pueda tener el sistema, el magnetismo requerido para su funcionamiento óptimo.

## II. Física

### A. Electricidad

#### 1. Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R}$$

La intensidad buscada es igual a la tensión propuesta dividido la resistencia presente.

- I es la intensidad en amperios (A)
- V es la tensión en voltios (V)
- R es la resistencia en ohmios ( $\Omega$ )

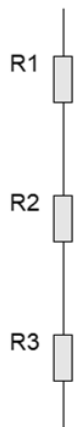
La ley de Ohm establece que para muchos materiales (incluidos la mayoría de metales), la proporción entre la intensidad de corriente y el campo eléctrico es una constante “ $\rho$ ” que es independiente del campo eléctrico productor de la corriente. A los materiales que demuestran esta relación se dicen que son óhmicos. La ley de Ohm no es una ley fundamental de la naturaleza sino más bien una relación empírica válida sólo para ciertos materiales. (Serway R. A., 2001)

La ley de Ohm determina la relación y mide la diferencia entre potencial e intensidad de corriente con distintos elementos electrónicos. La ecuación relaciona voltaje, resistencia, corriente y potencia. Cuando se conecta un aparato eléctrico se aplica voltaje, en el aparato hay circuitos que oponen resistencia, y el producto de esto es una corriente. Esta ley es utilizada para resolver problemas eléctricos. (Serway R. A., 2001)

## 2. Resistencia

Es la oposición que ofrece un cuerpo al paso de la corriente eléctrica. Se representa por la letra (R) y su unidad es el ohmio (W). Para determinar la intensidad de la corriente, primero se tiene que delimitar la resistencia que se necesita en base al material utilizado, los cuales también tienen diferentes formas y fórmulas dependiendo de su uso.(PORTAL ELECTROZONA, 2017)

### Resistencia en serie de cadenas



La resistencia total, se calcula a partir de la suma de las resistencias parciales.

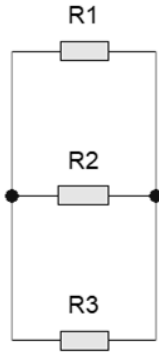
$$\text{Resistencia total} = \text{Resistencia1} + \text{Resistencia2} + \dots +$$

Resistencia N

Donde  $R_t$  es la Resistencia total del circuito y N es el número total de resistencias.

Resistencia en serie de Cadenas. Dibujo. Recuperado de <http://www.portalelectrozona.com/menuseccionformularios/13-contenidoformularioelectricidad/52-articuloformulaselectricas.html> (2017).

## Cálculo de la resistencia equivalente de resistencias en paralelo



El inverso de la resistencia total, se calcula a partir de la suma de las inversas de las resistencias parciales.

$$1 \div \text{Resistencia total} = 1 \div \text{Resistencia1} + 1 \div \text{Resistencia2} + \dots +$$

$$1 \div \text{Resistencia N}$$

Donde  $R_t$  es la Resistencia total del circuito y N es el número total de resistencias.

Resistencia en serie de Cadenas. Dibujo. Recuperado de <http://www.portalelectrozona.com/menuseccionformularios/13-contenidoformularioelectricidad/52-articuloformulaselectricas.html> (2017).

El electromagnetismo permite que el prototipo obtenga una fuente de poder inalámbrica por medio de un campo electromagnético creado por una bobina la cual sustentará todos los módulos electrónicos que utilizaremos, para esto necesitamos establecer la amplitud del campo para saber el radio que utilizará. Para crear la amplitud de la señal se tienen que utilizar materiales que puedan soportar la carga eléctrica necesaria sin quemar o lastimar el circuito creado, esto se calcula con la fórmula de resistencia (Obtenido a partir de las leyes de Ohm) con valores ya prescritos; luego de calcular la resistencia basada en el material que se utilizará es necesario el uso de condensadores para regular el flujo de energía que se esté manejando con la bobina de tesla tomando en cuenta que se pueden usar dos voltajes, 3 ó 5 Voltios, de esta manera se asegura que el prototipo funcione de la manera más precisa posible.

### 3. Bobina de Tesla

Según Jessica Bernier, una bobina de Tesla es un tipo de transformador resonante que produce altas tensiones de elevadas frecuencias (radiofrecuencias). Se llama bobina de Tesla en honor a su inventor Nikola Tesla. Las bobinas de Tesla están compuestas por una serie de

circuitos eléctricos resonantes acoplados. Generalmente las bobinas de Tesla crean descargas eléctricas de largo alcance, lo que los hace visibles al ojo humano de una forma característica.

Las bobinas de Tesla y los amplificadores pueden producir niveles peligrosos de corriente de alta frecuencia, y también altos voltajes (voltajes entre: 250.000/500.000 voltios o más). (Bernier, 2015)

Funcionamiento: Una fuente de alto voltaje carga el condensador C1. Cuando el condensador haya alcanzado un voltaje suficientemente alto, una chispa se dispara entre dos contactos cercanos (GAP). Estos dos contactos y la chispa se comportan como un “interruptor” que se activa cuando el voltaje está suficientemente alto y se desactiva cuando el voltaje es bajo.

Cuando este “interruptor” se dispara (cierra) , la energía almacenada en el condensador C1 se transmite al primario (L1) del transformador elevador que tiene una razón de transformación de 1:100.

El bobinado primario tiene aproximadamente 10 vueltas de alambre grueso. El secundario tiene alrededor de 1000 vueltas de cable más delgado. La relación del transformador es entonces de 10:1000 ó 1:100.

Si el voltaje que ingresa al primario del transformador es de 10,000 V, se obtienen en el secundario 1 millón de voltios. Esta gran diferencia de voltaje entre el terminal de salida (C2) y tierra causa una descarga. Si estas descargas suceden a una razón de 120 veces por segundos, estas suceden en muchas direcciones. (Borini, 2010)

## **B. Electromagnetismo**

### **1. Bases del electromagnetismo**

“El electromagnetismo es una teoría de campos, es decir, las explicaciones y predicciones que provee se basan en magnitudes físicas, vectoriales o tensoriales dependientes de la posición en el espacio y del tiempo, es decir el

electromagnetismo es el magnetismo producido por una corriente eléctrica." (Nichese, 2016)

## **2. Campo electromagnético**

### **2.1 Campo eléctrico**

Se dice, según Serway B. en su libro “Física -1 y 2- “, que existe un campo eléctrico en la región del espacio que rodea a un objeto cargado, por lo tanto, cuando otro objeto cargado ingresa a este, una fuerza eléctrica actúa sobre él. La intensidad se define como la fuerza eléctrica por unidad de carga o el campo eléctrico  $E$  en un punto en el espacio se define como la fuerza eléctrica  $F$  que actúa sobre una carga de prueba positiva  $q$  colocada en dicho punto, dividida entre la magnitud de la carga de prueba:

$$E = \frac{F_e}{q_o}$$

Se dice que un campo eléctrico existe en un punto si una carga de prueba en reposo situada en ese punto experimenta una fuerza eléctrica. Se utiliza la unidad Newton por Coulomb:

<b>VALORES TÍPICOS DE CAMPO ELÉCTRICO</b>	
<b>FUENTE</b>	<b><math>E(N/C)</math></b>
<b>TUBO DE LUZ FLUORESCENTE</b>	10
<b>ATMOSFERA (BUEN CLIMA)</b>	100
<b>GLOBO FROTADO EN CABELLO</b>	1,000
<b>ATMÓSFERA BAJO NUBES DE TORMENTA</b>	10,000
<b>FOTOCOPIADORA</b>	100,000
<b>CHISPA EN EL AIRE</b>	>3,000,000
<b>CERCA DEL ELECTRÓN DE ÁTOMO DE HIDROGENO</b>	$5 * 10^{11}$

Valores del Campo electromagnético. Dibujo. Recuperado de Serway, Beichner.p. 719-721 Serway, B. (2002).

(N/C)

En el campo eléctrico se encontraron que existe en los diferentes objetos una carga (ya sea positiva o negativa), cada objeto que revela esta cualidad puede ponerse a estudio, ya que no sólo el tamaño u otra característica de su carga son de interés, sino su comportamiento en relación con los demás objetos con los que llega a interactuar. Por esto al estudiar el campo eléctrico de algún material se convierte en un proceso serio además de interesante, y a medida que los estudios avanzan se ha podido determinar por ejemplo en qué medida se encuentran estas cargas (Newtons por Coulomb) por mencionar una. (Serway, 2002)

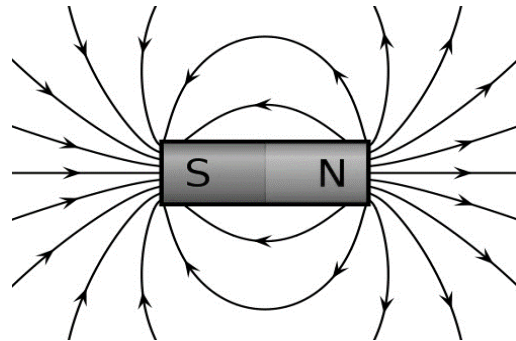
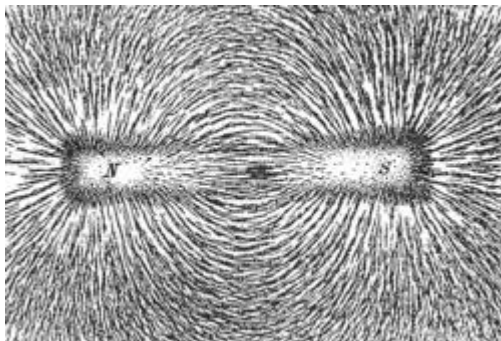
Valores del Campo electromagnético. Dibujo. Recuperado de Serway, Beichner.p. 719-721 Serway, B. (2002).

## 2.2 Campo magnético

“Los antiguos griegos tenían conocimiento del magnetismo desde el año 800 ac. Descubrieron que la magnetita atrae pedazos de hierro. Más tarde Pierre Maricourt definió los polos del imán, los cuales ejercen fuerzas sobre otros polos magnéticos de manera análoga a las fuerzas que ejercen entre si las cargas eléctricas. Siendo por último William Gilbert quien amplió los estudios anteriores definiendo que los polos ejercen fuerzas atractivas o repulsivas entre sí, por lo tanto, un polo magnético individual nunca se ha aislado, siempre se encuentran en pares.

La dirección del campo magnético en cualquier ubicación está en la dirección hacia la cual apunta la aguja de una brújula en dicha ubicación.”

(Serway, Beichner, 2002, p. 905-909)



Campo magnético. Fotografía. Recuperado de Serway, Beichner. 2002, p. 905-909 Serway, B. (2002)

- A. Patrón de campo magnético entre polos *distintos* de dos imanes de barra.
- B. Patrón de campo magnético entre polos *iguales* de los imanes de barra.

El campo magnético fue descubierto hace mucho tiempo, tanto que se ve imposible; pero este gran lapso ha permitido su estudio y progreso. Ahora conocemos no solo los polos, adonde se orientan o su interacción con otros, ya podemos estudiarlos a profundidad y operarlos en base a cálculos establecidos y pruebas factibles. (Serway, 2002)

La fuerza magnética puede definirse en la forma:

$$\mathbf{F}_B = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

Donde la dirección de  $\mathbf{F}$  está en la dirección de  $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  si  $q$  es positiva, y opuesta a la dirección de  $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$  si  $q$  es negativa.

La unidad para el campo magnético es el newton por coulomb\*metro por segundo, el cual se llama TESLA (T):”

$$1\text{ T} = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \text{m/s}}$$

(Serway R. A., 2002, pp. 905-908)

## 2.3 Campo electromagnético

“Un teléfono móvil, una antena, el horno microondas... en nuestra vida cotidiana hay infinidad de campos electromagnéticos que son invisibles para el ojo humano, pero con los que interactuamos de forma natural.” Los investigadores del Instituto Tecnológico de la Energía (ITE) nos explican que un campo electromagnético es la combinación de un campo eléctrico (producido por la existencia de partículas cargadas, tensión) y un campo magnético (producido por el movimiento de las mismas, corriente). Estos campos generan ondas electromagnéticas que se propagan transportando diminutos paquetes de energía (fotones) a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio físico. (Instituto Tecnológico de la Energía, 2014)

No todos son producidos por el hombre, también encontramos campos naturales que permiten, por ejemplo, la orientación de las brújulas. ¿Por qué son importantes las ondas electromagnéticas? Porque son una forma de transportar energía sin necesidad de cables. Podemos enviar una señal desde un emisor hacia un receptor. La información primero se deberá convertir en una onda electromagnética, y una vez recibida por el receptor, decodificarla.” (Cidead, 2017)

La unión de los dos campos vistos con anterioridad, nos permite comprender la complejidad de su unión y a pesar de ello, lo recurrente que son los campos electromagnéticos en nuestro diario vivir, y como los pasamos desapercibidos cuando son todo un logro de la naturaleza y la ciencia.



“La relación entre magnetismo y electricidad fue descubierta en 1819 cuando, durante una conferencia demostrativa, el científico danés Hans Christian Oersted encontró que una corriente eléctrica en un alambre desviaba la aguja de una brújula cercana. Tiempo después, André Ampere (1775-1836) formuló leyes cuantitativas para calcular la fuerza magnética ejercida sobre un conductor por otro conductor eléctrico que porta corriente. También sugirió que, a nivel atómico, las espiras de corriente eléctrica son responsables de todos los fenómenos magnéticos. En la década de 1820 Faraday demostró conexiones adicionales entre la electricidad y el magnetismo, y lo mismo hizo Joseph Henry por su lado.

Los dos demostraron que una corriente eléctrica puede producirse en un circuito ya sea moviendo un imán cerca del circuito o cambiando la corriente en otro circuito cercano. Estas observaciones demostraron que un campo magnético que cambia produce un campo eléctrico. Años después un trabajo teórico de Maxwell mostró que lo inverso también es cierto: un campo eléctrico variable origina un campo magnético.”

(Serway, Beichner, 2002, p.909)

- La fuerza eléctrica actúa en la dirección del campo eléctrico, en tanto que la fuerza magnética es perpendicular al campo magnético.
- La fuerza eléctrica actúa sobre una partícula cargada independientemente de si la partícula está en movimiento, mientras que la fuerza magnética actúa sobre una partícula cargada sólo cuando está en movimiento.
- La fuerza eléctrica efectúa trabajo al desplazar una partícula cargada, en tanto que la fuerza magnética asociada con un campo magnético estable no trabaja cuando se desplaza una partícula.

## **2.4 Intensidad de campo electromagnético**

Según Nichese, la intensidad de campo magnético en un punto viene medida por la fuerza que se ejerce sobre la unidad de masa magnética positiva situada en ese punto. Se representa con la letra  $H$  y se mide en Amperios - vuelta por metro.

"El valor del campo magnético creado en un punto dependerá de la intensidad de la corriente eléctrica y de la distancia del punto respecto al hilo, así como de la forma que tenga el conductor por donde pasa la corriente eléctrica."(Nichese, 2016)

## **C. Ecuaciones importantes**

### **1. Fuerza y Resistencia**

Se crean electroimanes al pasar corrientes eléctricas a través de objetos metálicos de ciertas formas. Comúnmente usan piezas solenoides de alambre, como la base de sus imanes. Los solenoides se hacen torciendo trozos de metal en un modelo espiral alrededor de una plantilla cilíndrica; el resorte común es un solenoide. Pasar corriente eléctrica a través de un solenoide resulta en un campo magnético que ejerce fuerza cerca de objetos ferromagnéticos, tales como pedazos de hierro o de acero. Se puede determinar la magnitud de dicha fuerza, incluyendo las dimensiones y otras propiedades del imán en una ecuación. (Tippens, 2000, p. 302)

$$\text{Fuerza} = ((N \times I)^2 \times k \times A) / (2 \times g^2)$$

N: Se refiere al número de vueltas del solenoide

I: Corriente

A: Área en donde se cruzan los solenoides; en metros cuadrados

G: Distancia en metros, entre el imán y el solenoide

K: Constante dependiente del tamaño.

$$k = 4 \times \pi \times 10^{-7}$$

La ecuación anterior muestra la máxima capacidad de energía que puede tener un electroimán, los datos obtenidos son la base para calcular la resistencia que debe tener una

bobina la cual sea lo suficientemente potente como para no causar un cortocircuito y que puede llegar a quemarse y liberar gases. (Tippens, 2000, p. 305)

Con base en la ley de Ohm, existe una relación entre la deseada resistencia, la corriente y la diferencia potencial, se ve de la siguiente forma:

$$R = \frac{V}{I}$$

En su forma extensa y despejada; por conveniencia, según el libro: Física Volumen 1, la fórmula acaba de la siguiente manera:

$$R = \frac{\mu \times N \times V}{2Br}$$

$\mu$  : Es una constante magnética

N: Número de vueltas del solenoide en la bobina

V: Voltaje

B: Permeabilidad magnética del vacío

r: Radio de la bobina

La fórmula descrita nos permite hacer una idea, tanto de los materiales como la corriente electromagnética que debe recorrer la bobina, es importante resaltar que ambas fórmulas están estrechamente relacionadas una con la otra y deben realizarse correctamente o puede llegar a causar un cortocircuito en una bobina de tesla; actividad peligrosa; sin embargo, están comprobadas y su uso correcto garantiza exactitud en ambas partes, tanto de la fuerza de la bobina como su resistencia. (Resnik, 2002, p. 268)

### **III. Matemática**

#### **A. Algoritmos Matemáticos**

López (2009) en su libro “Algoritmos y Programación” nos dice que luego de analizar detalladamente el problema hasta entenderlo completamente, se procede a diseñar un algoritmo (trazar un plan) que lo resuelva por medio de pasos sucesivos y organizados en secuencia lógica. Por tanto, un algoritmo es una secuencia de pasos ordenados que llevan a un resultado deseado. Estos pasos pueden ser diseñados mediante el uso de la matemática o pueden ser acciones físicas.

“En el ámbito de la computación, los algoritmos son una herramienta que permite describir claramente un conjunto finito de instrucciones, ordenadas secuencialmente y libres de ambigüedad, que debe llevar a cabo un computador para lograr un resultado previsible.” (García, 2009)

#### **B. Combinatoria**

“La Combinatoria es la parte de las Matemáticas que estudia las diversas formas de realizar agrupaciones con los elementos de un conjunto, formándolas y calculando su número. Esta basándose en los principios de estadística y matemática para cualquier conjunto de datos.” (Va de Números, 2017)

##### **1. Combinaciones y Permutaciones**

Una combinación es el sistema para averiguar cuantas posibles formas de agrupar cierta cantidad de elementos en un determinado espacio sin importar su orden. Al igual que las combinaciones, las permutaciones determinan la cantidad de formas de agrupar los elementos, pero esta vez tomando en cuenta el orden en el que se encuentran.

Para tener una definición matemática, Mathew Watkins en la recopilación “SCIENCIA” nos dice: “Supongamos que tenemos  $n$  elementos y queremos agrupar una cantidad  $k$  de los mismos. Existen dos tipos de agrupaciones: *combinaciones*, donde el orden no importa, y *permutaciones*, donde sí importa. Aquí se requiere la utilización de factoriales.” (Watkins, 2015)

Permutaciones	Combinaciones
$\frac{n!}{(n-r)!}$	$\frac{n!}{r!(n-r)!} = \binom{n}{r}$
Donde n es el número de cosas que puedes elegir, y eliges r de ellas. (No se puede repetir, el orden importa)	Donde n es el número de cosas que puedes elegir, y eliges r de ellas. (No se puede repetir, el orden no importa)

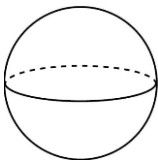
### C. Figuras Geométricas Tridimensionales

Las figuras geométricas tridimensionales regulares son formadas con figuras geométricas bidimensionales regulares, estas poseen un volumen y ocupan un área de superficie; para calcularlas, Mathew Watkins nos dice:

A continuación, se enumeran las fórmulas para calcular el volumen y el área de superficie (bases incluidas) de ocho sólidos tridimensionales.

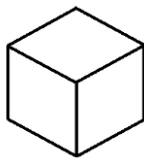
Esfera:      Volumen  $= \frac{4}{3}\pi r^3$

Área de superficie  $= 4\pi r^2$



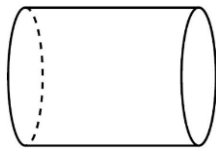
Caja:      Volumen  $= abc$

Área de superficie  $= 2(ab + ac + bc)$



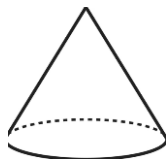
Cilindro:      Volumen  $= \pi r^2 h$

$$\text{Área de superficie} = 2\pi rh + 2\pi r^2$$



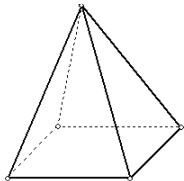
Cono:  $\text{Volumen} = \frac{1}{3}\pi r^2 h$

$$\text{Área de superficie} = \pi r \sqrt{r^2 + h^2} + \pi r^2$$



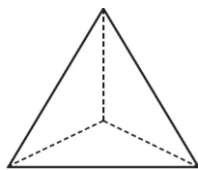
Pirámide:  $\text{Área de la base } A$

$$\text{Volumen} = \frac{1}{3}Ah$$



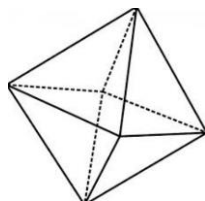
Tetraedro:  $\text{Área de la base } A$

$$\text{Volumen} \frac{\sqrt{2}}{12} \times A^3$$



Octaedro:  $\text{Área} = 2\sqrt{3} \times A^2$

$$\text{Volumen} = \frac{1}{3} \times \sqrt{2} \times A^3$$



(Watkins, 2015)

**Marco Legal**

## **MARCO LEGAL**

### **I. Decreto 63-91**

#### **LEY DE PROMOCIÓN DEL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO NACIONAL**

**ARTÍCULO 1. LIBERTAD DE INVESTIGACIÓN:** El Estado garantiza la libertad para desarrollar actividades científicas y tecnológicas.

**ARTÍCULO 2. OBJETO:** Esta ley tiene por objeto crear el marco general para el fomento, organización y orientación de las actividades científicas y tecnológicas, a efecto de estimular su generación, difusión, transferencia y utilización.

**ARTÍCULO 3. ACTIVIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS:** Para los efectos de esta ley se consideran actividades científicas y tecnológicas, las siguientes:

- a) La investigación básica aplicada;
- b) La gestión e innovación tecnológica;
- c) La transferencia de tecnología;
- d) Los servicios científicos y tecnológicos;
- e) La prospectiva tecnológica;
- f) La formación de recursos humanos en áreas científico tecnológico;



- g) La obtención, generación, procesamiento y difusión de información científico tecnológica;
- h) La formulación, planificación, seguimiento de políticas científico tecnológicas;
- i) La invención.

**ARTÍCULO 11. EDUCACIÓN Y CREATIVIDAD:** El Estado promoverá programas y actividades escolares y extraescolares de contenido científico tecnológico, estimulando la creatividad y la inventiva como un elemento de la educación; asimismo, apoyará actividades que estimulen la inventiva nacional.

**ARTÍCULO 80.- PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.** El Estado reconoce y promueve la ciencia y la tecnología como bases fundamentales del desarrollo nacional. La ley normará lo pertinente.

## **II. Acuerdo Ministerial No. 1223-2 O13**

**ARTÍCULO 6. Calidad del servicio educativo.** El Ministerio de Educación, a través de la Dirección Departamental de Educación correspondiente y de la Dirección General de Educación Extraescolar -DIGEEX-, velará por la calidad del servicio educativo prestado en los Centros de Aprendizaje de Tecnologías de la información y la Comunicación.

## **III. Decreto 33-98**

### **LEY DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS DE GUATEMALA**

**DERECHO DE AUTOR CAPÍTULO I SUJETO ARTÍCULO 5.** Autor es la persona física que realiza la creación intelectual. Solamente las personas naturales pueden ser autoras

de una obra; sin embargo, el Estado, las entidades de derecho público y las personas jurídicas pueden ser titulares de los derechos previstos en esta ley para los autores, en los casos mencionados en la misma.

#### **IV. Acuerdo Gubernativo No. 89-2002**

##### **REGLAMENTO A LA LEY DE PROPIEDAD INDUSTRIAL Y SUS REFORMAS**

##### **DISPOSICIONES RELATIVAS A PATENTES DE INVENCION**

**ARTÍCULO 61. FORMALIDADES DE LA SOLICITUD DE PATENTE.** Además de los requisitos establecidos en la Ley y el artículo 3 de este Reglamento, la solicitud de patente deberá indicar, cuando proceda, si la invención ha sido objeto de divulgación previa como resultado directo o indirecto de los actos a que se refieren los párrafos tres y cuatro del artículo 94 de la Ley. Todas las páginas de la solicitud y de los documentos anexos a que se refiere el artículo 105 de la Ley que justifican la patentabilidad de la invención, deberán estar foliadas con números arábigos. 146 Las unidades de peso y medida se expresarán según el sistema métrico, las temperaturas se expresarán en grados centígrados y la densidad se expresará en unidades métricas. Las indicaciones de calor, energía, luz, sonido y magnetismo, las fórmulas matemáticas y las unidades eléctricas, se expresarán de manera que sean generalmente entendidas por una persona capacitada en la materia técnica correspondiente. Para las fórmulas químicas se utilizarán los símbolos, pesos atómicos y fórmulas moleculares de uso general. Cuando la invención se refiera a un producto o a un procedimiento relativo a un material biológico, la documentación que acredite el depósito de dicho material deberá presentarse a más tardar dentro de los tres meses siguientes a la presentación de la solicitud.

Es imperativo mencionar las leyes que guardan relación con nuestro proyecto ya que con esto poseemos una base legal sobre la cual apoyarnos para la realización del mismo; así como también son necesarias para regular el comportamiento de quienes interactúan con él, estableciendo límites de lo permitido, es decir, las disposiciones particulares acerca de lo que se manda o prohíbe, dentro del país y con las dimensionales que exige la ley.

## **Marco Metodológico**

# **I Objetivos**

## **A. Objetivo general**

El objetivo de *NanoraForms*<sup>TM</sup> es proporcionar un nuevo recurso que revolucione al Colegio Capouilliez; con la aplicación de electromagnetismo y funciones matemáticas creará figuras tridimensionales que tendrán múltiples usos. Por ejemplo, la creación de distintas construcciones, adaptándose a las extensiones de la edificación a crear. Se espera que su eficiencia y accesibilidad se incrementen más adelante para que sean de mayor utilidad en la industria tecnológica de Guatemala y el resto del mundo.

## **B. Objetivos específicos**

- Realizar el prototipo de *NanoraForms*<sup>TM</sup> con el cual se demostrará la viabilidad del principio que se quiere proponer.
- Demostrar la funcionalidad del electromagnetismo como medio de contacto entre piezas.
- Acoplar algoritmos matemáticos diseñados por métodos de geometría a la programación y de esta manera adaptar un sistema de movimiento para las piezas.
- Demostrar la viabilidad del proyecto.

# **II HIPÓTESIS**

## **A. Hipótesis General**

Al elaborar un prototipo funcional el cual alcance conectar las caras de un octaedro a base de electromagnetismo para crear distintas estructuras en unión con un tablero magnetizado e imanes naturales de neodimio y se dará validez al mecanismo de un robot funcional.

## **B. Hipótesis nula**

No se logró crear un prototipo funcional el cual consiga conectar las caras de un octaedro a base de electromagnetismo para crear distintas estructuras en unión con un tablero magnetizado e imanes naturales de neodimio de igual manera no se podrá dar validez al mecanismo de un robot funcional.

## **C. Hipótesis Alternas**

- El sistema funciona, pero este no fue realizado con la bobina de tesla, el proyecto es alimentado por baterías u otra fuente.
- El espacio utilizable dentro de cada pieza es insuficiente para los componentes.
- El sistema no funciona utilizando un octaedro regular, así que se utiliza otra figura geométrica debido a la falta de torque y el exceso de fricción.

## **III Variables**

### **A. Independientes**

- Elaboración del prototipo a base de electromagnetismo
- Falta de sistemas capaces de crear figuras tridimensionales fuera de una herramienta de modelaje o diseño, sin la necesidad de impresión 3D.
- Falta de avances tecnológicos de la población guatemalteca.
- Sinergia entre piezas de un mismo sistema para la creación de un solo sistema con movimiento autónomo.

## **B. Dependiente**

- Innovación e implementación de un principio robótico para la construcción de figuras tridimensionales.
- El mecanismo de electromagnetismo se presenta útil para el proyecto.

## **IV Indicadores**

### **A. Tangibles**

- Creación de figuras tridimensionales poliédricas
- Movimiento propio a la hora de importar un plano
- Rendimiento
- Autonomía

### **B. Intangibles**

- El costo de la implementación, debido a la falta de certeza del futuro de la tecnología y avances como este.
- El soporte a la hora de importar planos y crearlos
- Mantenimiento del equipo
- Mantenimiento del software

# **Marco Operativo**

## **I. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se realizaron encuestas electrónicas dirigidas a los estudiantes de cuarto y quinto Bachillerato del colegio Capouilliez.

### **A. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

- Documental, descriptiva, experimental

### **B. FUENTES DE DATOS**

#### **Directas**

La información se obtuvo por medio de personas especializadas en las áreas aplicadas:

- Profa. Marlene Bedoya, Profesora de Tecnología de la Información y Comunicación de nivel Diversificado del Capouilliez.
- MSc. Evelyn Godínez Coordinadora de área de Tecnologías de la Información y la Comunicación de Colegio Capouilliez.
- Asesor Externo Juan José Baldelomar.
- Asesor Externo Víctor Lemus.

#### **Indirectas**

- Asesoría sobre la idea original con el asesor externo Juan José Baldelomar.
- Sesión de parte del profesor José Luis Alvarado.
- Asesoría de electrónica y prototipo por parte del asesor externo Víctor Lemus.



## Bibliográficas

- Se consultaron tesis, páginas de programación y tutoriales de programación en Visual Studio, Arduino y de realizado de embobinado.

## Electrónicas

- Encuesta electrónica dirigida a estudiantes y trabajadores del área de secundaria del Colegio Capouilliez.

## C. MUESTREO

$$\text{Fórmula: } n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N-1) + Z^2 \times P \times Q}$$

$$n = \frac{0.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 180}{0.05^2(180 - 1) + 0.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{41.472}{0.342275} \quad n = 121.74 \approx 122$$

Tamaño de la muestra: 122 Alumnos de Bachillerato del Colegio Capouilliez

## Tipo de muestreo

- Probabilístico aleatorio: se utilizó una muestra de alumnos de un grupo ya establecido, elegidos al azar.

## D.PROYECTO DE APLICACIÓN

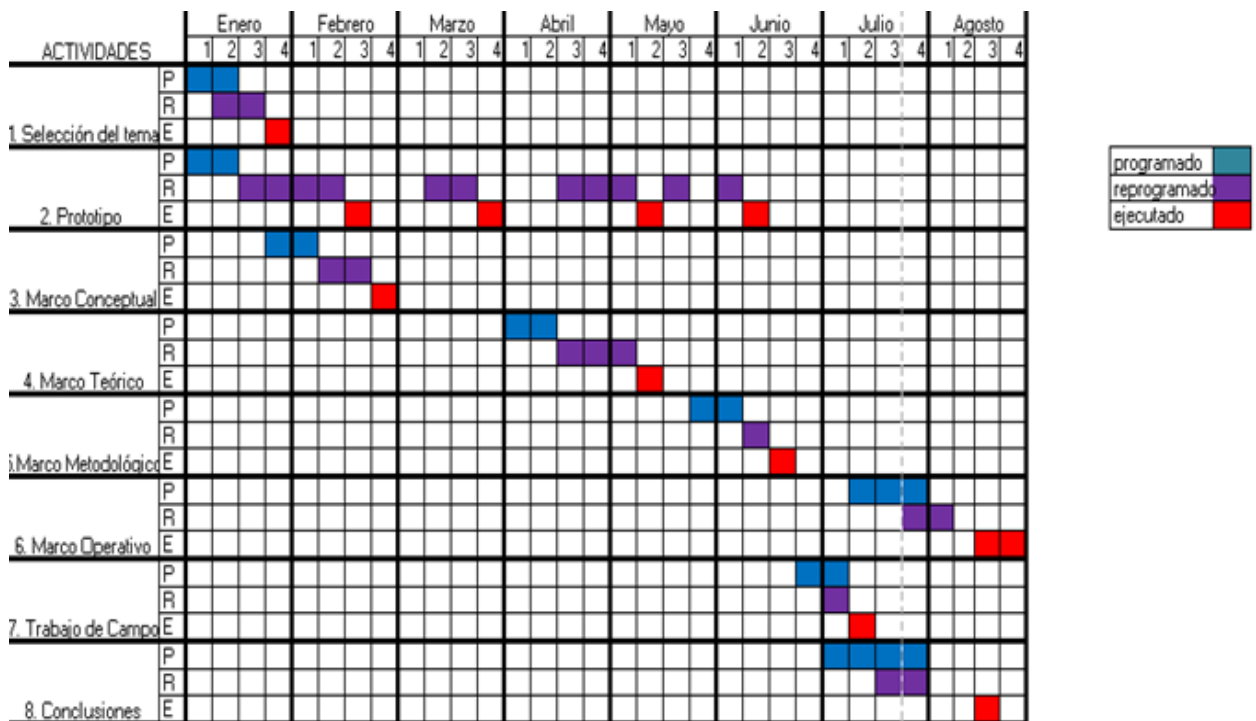
Debido al tipo de estudio, experimental, proyecto de aplicación se realizó con la elaboración del prototipo Nanoraforms<sup>TM</sup> que consta del tablero y los electroimanes, con la idea de validar el principio de “Atracción electromagnética entre figuras tridimensionales”.

## A. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Sistema electrónico: Se utilizó para la realización y ejecución de la encuesta para evaluar el nivel de aceptación, del prototipo antes descrito, por los alumnos de cuarto y quinto Bachillerato. Se elaboraron análisis de datos, gráficas de los resultados y almacenamiento de la información utilizada en el proceso.

### 1. Desarrollo del proceso (cronograma de trabajo)

El desarrollo de la investigación y construcción del prototipo se realizó de acuerdo al cronograma establecido por el grupo de trabajo.



# **Marco Administrativo**

## **Recursos**

### **A. HUMANOS**

#### **Asesores:**

Profa. Marlene Bedoya

MSc. Lic. Evelyn Godínez

Juan José Baldelomar

Víctor Lemus

#### **Grupo de trabajo:**

##### **Junta Directiva:**

##### **Presidente**

Jorge Alejandro Rodríguez Aldana

##### **Vicepresidente**

José Fernando Posadas Beltetón

##### **Secretaria**

Paola Saraí Velásquez Bonilla

##### **Tesorero**

Luis Pedro Mendizábal Dardón

##### **Vocales:**

- Juan Pablo Zaldaño Hurtarte
- María Fernanda Castellanos Gómez
- Miguel Estuardo Carrillo Echeverría
- Oswaldo René López Aquino
- Juan Esteban Cáceres de León
- José Carlos Girón Márquez

## **B. MATERIALES**

### **Material y Equipo para el proyecto**

- Arduino Nano Atmega328
- Alambre para Bobina calibre 22
- Alambre para Bobina calibre 25
- Diodo rectangular de 600 voltios
- Resistencia de 330 ohmios
- Transistor NFN
- Imanes Naturales de Neodimio

### **Software de Programación**

- Visual Studio; Basic
- Arduino IDE

### **Materiales de Trabajo Escrito**

- Impresora
- Papel
- Tinta (Negra y de color)
- Computadora Personal
- Pasta Personalizada (con logo)

## C. Presupuesto

### Ingresos

Nombre	Apellido	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Jorge	Rodríguez	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q350.00
José	Posadas	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q300.00
Paola	Velásquez	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q50.00	Q50.00	Q300.00
Luis	Mendizábal	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q150.00
Juan	Zaldaño	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q250.00
Oswaldo	López	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q300.00
María	Castellanos	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q50.00	Q50.00	Q300.00
Miguel	Carrillo	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q0.00	Q250.00
Juan	Cáceres	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q0.00	Q50.00	Q50.00	Q250.00
José	Girón	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q50.00	Q0.00	Q0.00	Q0.00	Q200.00
Ingresos									Q2,650.00
Totales									

## Egresos

Material Adquirido	Precio
2 Arduino Nano Atmega328 g	Q180.00
6 Módulos Wifi inalámbricos ESP8266	Q540.00
2 Alambres para bobina cal. 22 1mt.	Q3.50
15 Alambres para bobina cal. 25 1mt.	Q18.00
15 Alambres para bobina cal. 22 1mt. d=0.6	Q26.25
48 Diodos rectangulares de 600 voltios	Q48.00
96 Resistencias de 330 ohmios	Q57.60
48 Transistores NFN de 0.6 amperios	Q60.00
<b>Egreso</b>	Q933.35
<b>ingreso</b>	Q2,650.00
<b>Capital</b>	Q1,716.65

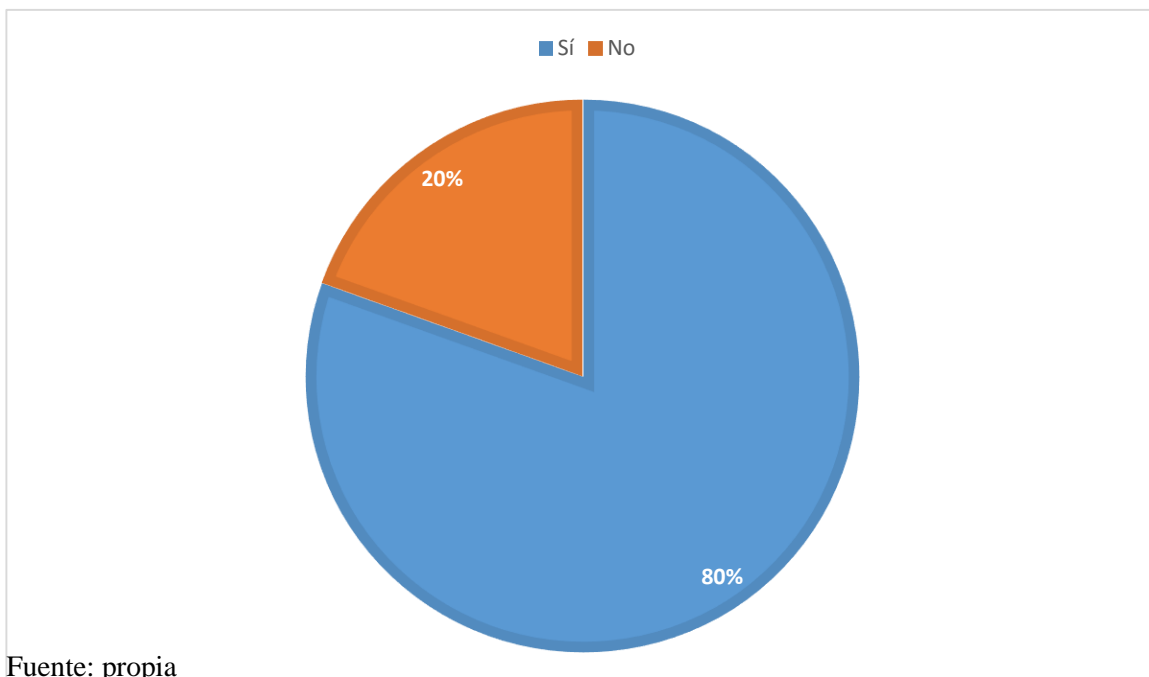
El capital obtenido entre los ingresos y los gastos del proyecto, se repartirá equitativamente y se devolverá por igual a los miembros del equipo.

# **Análisis de Resultados**



## **Gráfica 1**

### Conocimiento sobre robótica



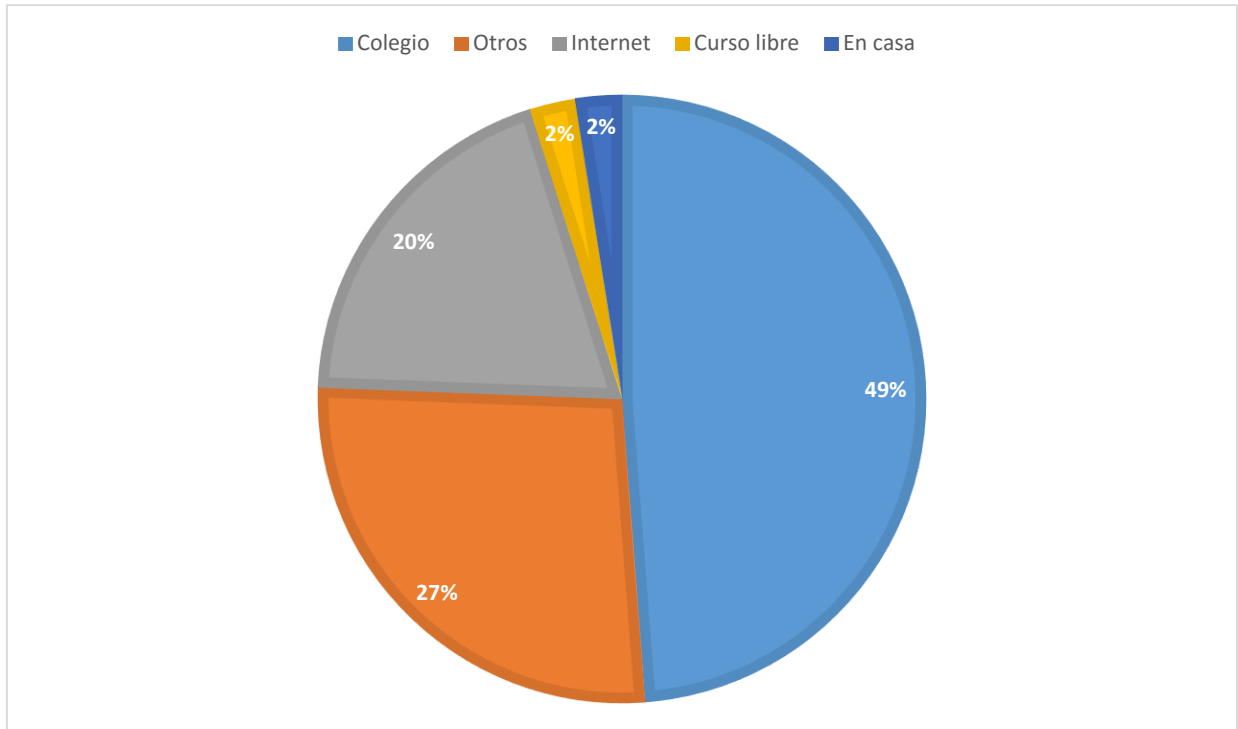
Los resultados muestran que el 80% poseen algún tipo de conocimiento de robótica, mientras que el 20% de los encuestados muestra lo contrario.

Se infiere que hay un alto interés en el tema de la robótica, ya que la mayoría de los encuestados posee por lo menos un conocimiento básico.

Se puede observar en la gráfica el alto conocimiento de la robótica entre alumnos de bachillerato, el interés y búsqueda de temas relacionados con la tecnología.

## **Gráfica 2**

### Lugar donde adquirió conocimiento de robótica



Fuente: propia

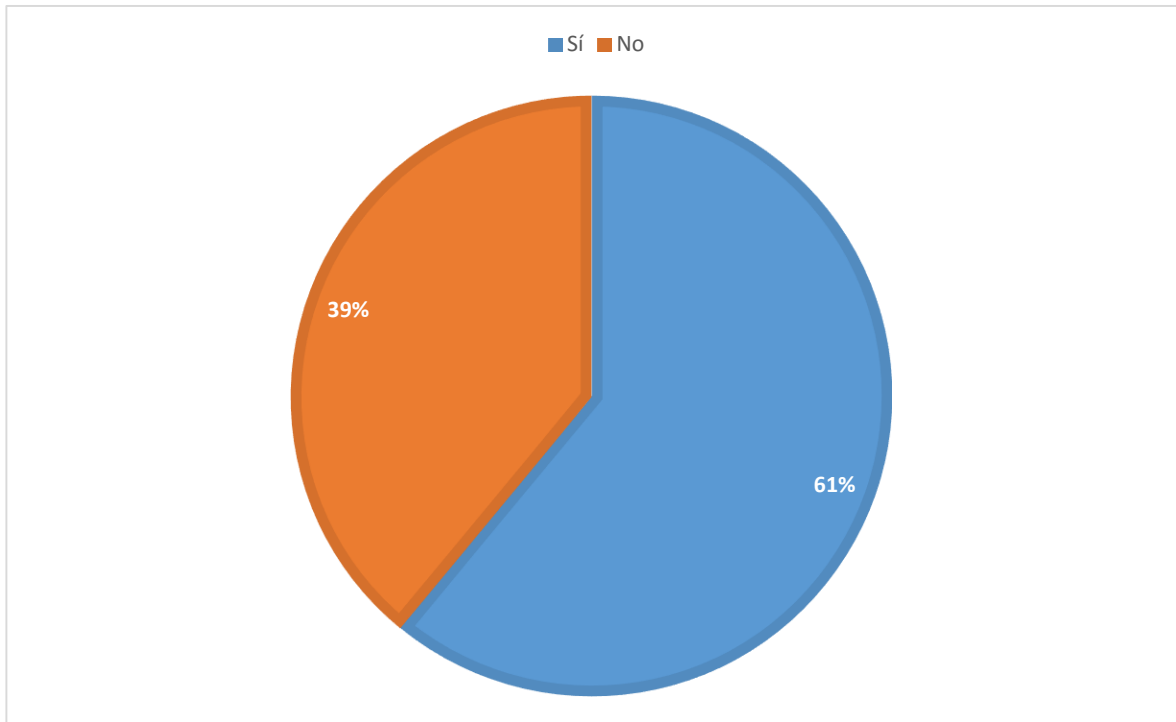
El 49% de los encuestados afirmaron adquirir conocimiento en robótica en el colegio, el 20% los ha adquirido en internet, 2% los ha adquirido en casa, otros 2% ha tomado cursos libres y 27% ha aprendido sobre robótica en otra parte.

Se observa que la mayoría de los alumnos que poseen conocimientos en robótica ha adquirido sus conocimientos en el colegio, lo que demuestra que los programas de robótica en el colegio han sido efectivos. También resalta que una gran parte de los encuestados ha adquirido conocimientos de robótica en internet, lo que reafirma el interés de los alumnos por aprender más sobre tecnología.

De acuerdo a las encuestas, los lugares donde se tiende aprender más sobre temas de robótica o tecnología son el colegio e internet. Por lo que estas serían la mejor herramienta para el aprendizaje.

### **Gráfica 3**

#### Conocimiento sobre electromagnetismo



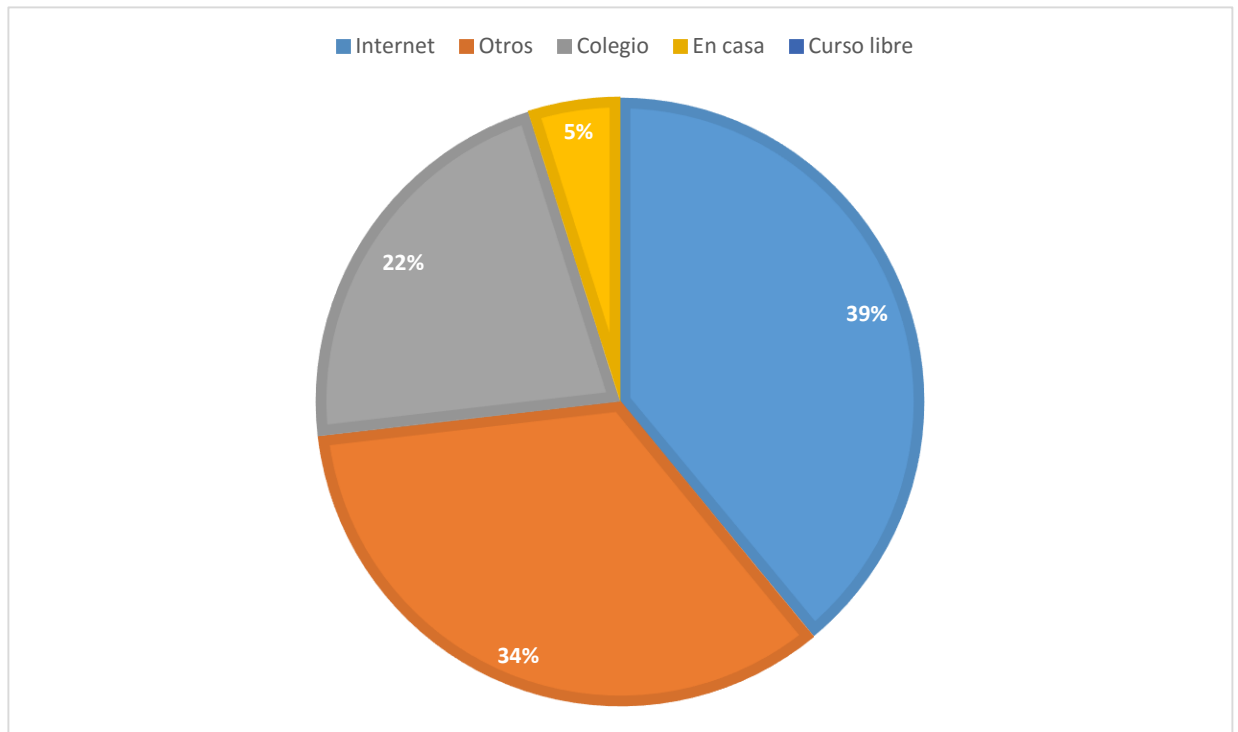
Fuente: propia

Se observa que el 61% de los alumnos posee conocimientos de electromagnetismo, mientras que el 39% demuestra lo contrario.

La mayoría de los alumnos afirman tener conocimiento sobre electromagnetismo. Se infiere que los encuestados han tenido experiencia con el tema, por lo que deben estar actualizados del funcionamiento de los electroimanes.

## **Gráfica 4**

Lugar donde se adquirió conocimiento de electromagnetismo



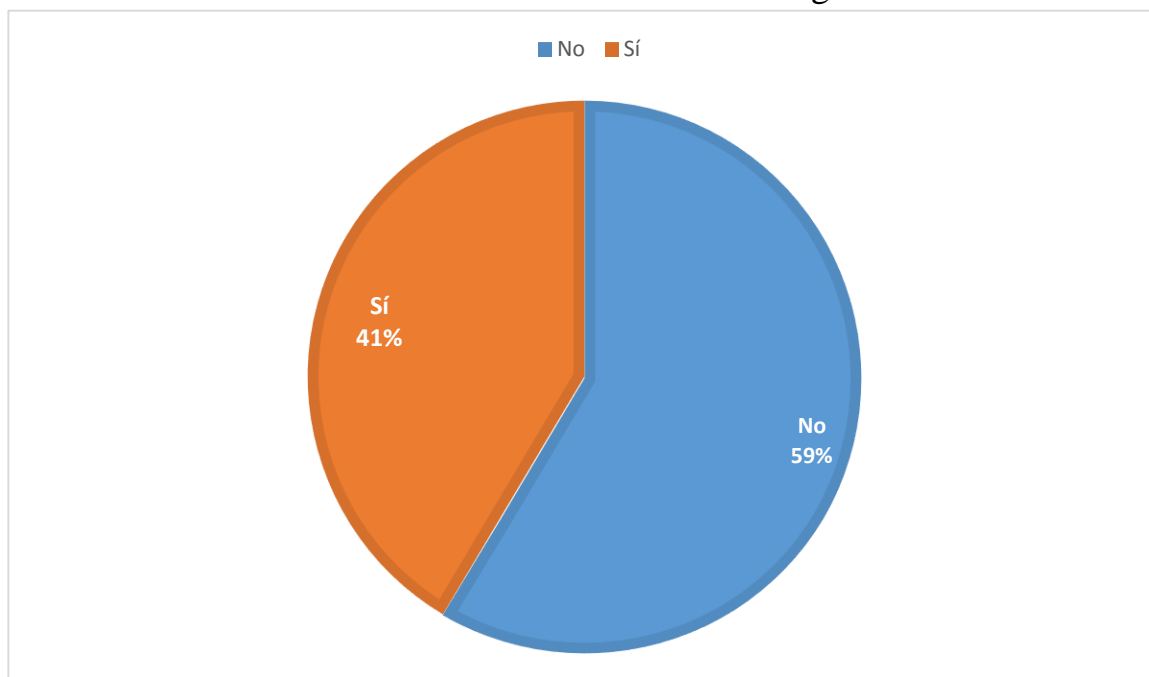
Fuente: propia

Los resultados de la gráfica muestran que el 39% de los alumnos han aprendido de electromagnetismo en internet, 22% en el colegio, 5% en casa y 34% en otros lugares.

Como se puede apreciar en el gráfico, existe interés de parte de los alumnos por aprender en internet. Resalta que ningún alumno ha aprendido de electromagnetismo en cursos libres, lo que denota una tendencia hacia el uso de tecnología en los métodos de aprendizaje.

## **Gráfica 5**

### Promoción de actividades tecnológicas



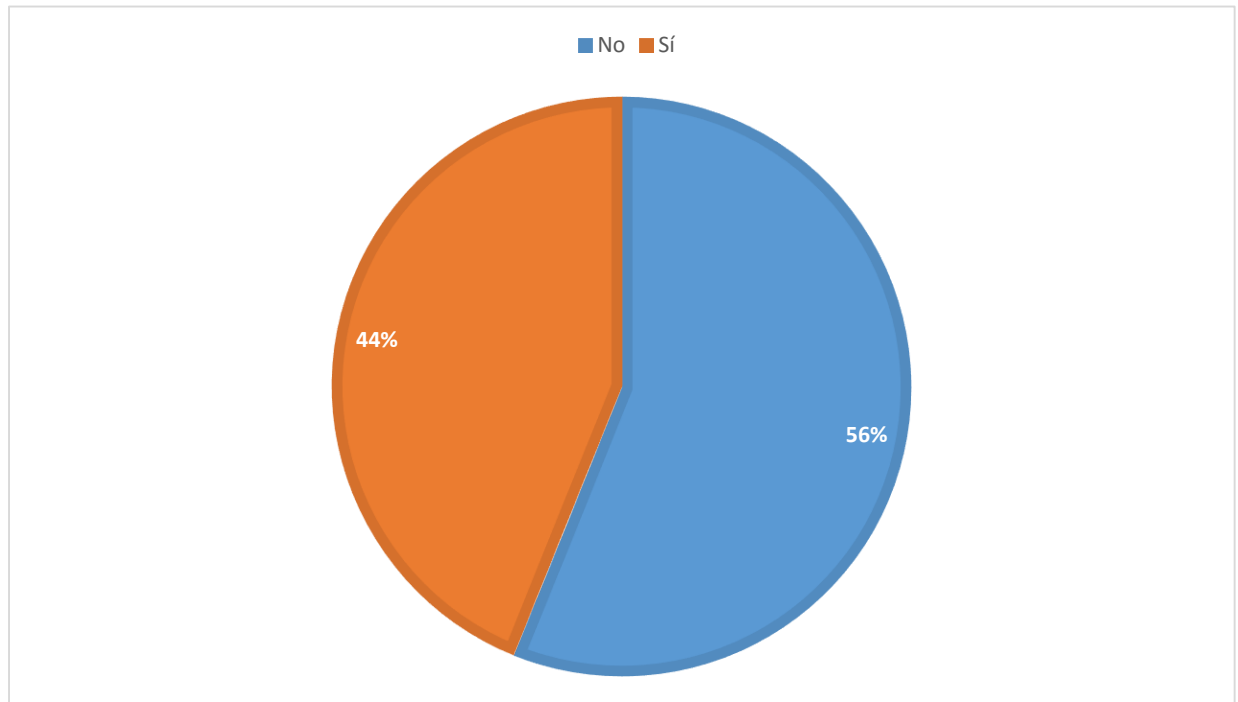
Fuente: propia

La gráfica muestra que el colegio promueve la participación en actividades tecnológicas un 59% de los estudiantes piensan que el colegio no promueve lo suficiente, mientras que un 41% de la muestra piensa que el colegio sí promueve dichas actividades en sus alumnos.

Se infiere a que los estudiantes piensan que se debería asignar una mayor cantidad de tiempo y espacios físicos para que los alumnos realicen y participen en actividades tecnológicas.

## **Gráfica 6**

### Conocimiento sobre la creación de robots a base de electromagnetismo



Fuente: propia

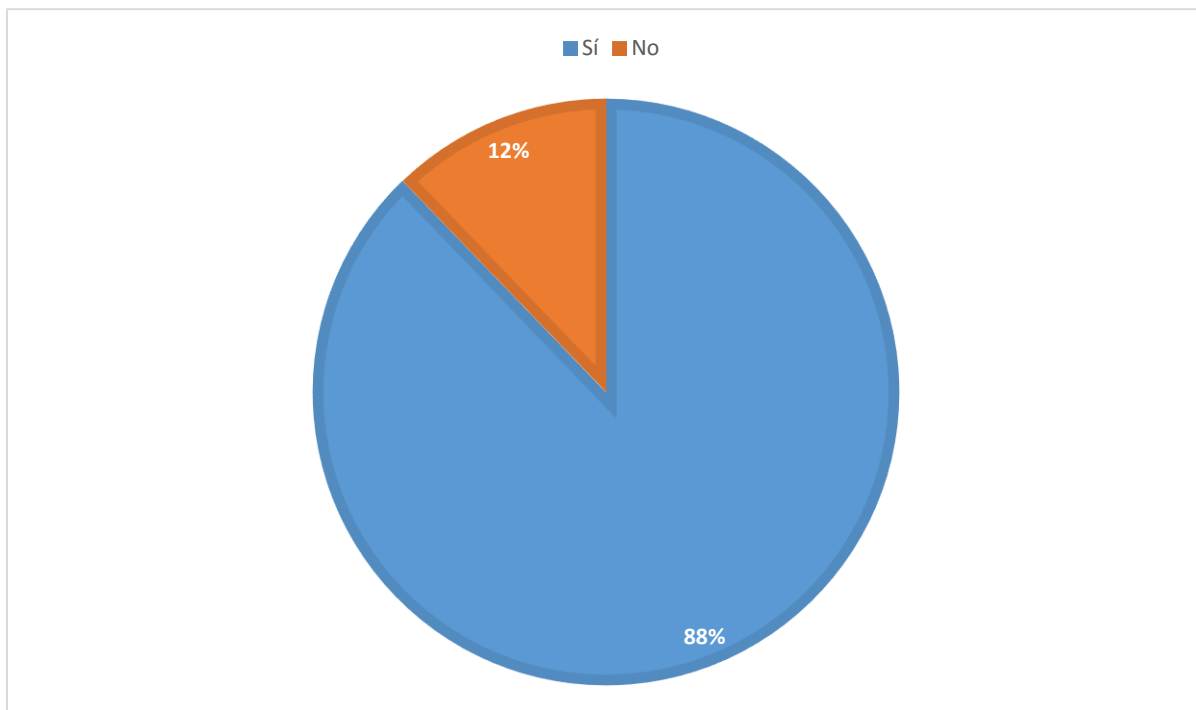
El 56% de los estudiantes no han escuchado acerca de los robots creados a base de electromagnetismo, y un 44% si había escuchado acerca de éstos.

Se infiere que la mayoría de los estudiantes no conocen de los robots a base de electromagnetismo, por lo que podría ser motivo de interés e innovación, el planteamiento de un prototipo creado por este método.

Por lo tanto, el prototipo creado con base en electromagnetismo tendría aceptación entre los estudiantes por ser una propuesta una propuesta innovadora.

## **Gráfica 7**

### Implementación de una extracurricular de tecnología



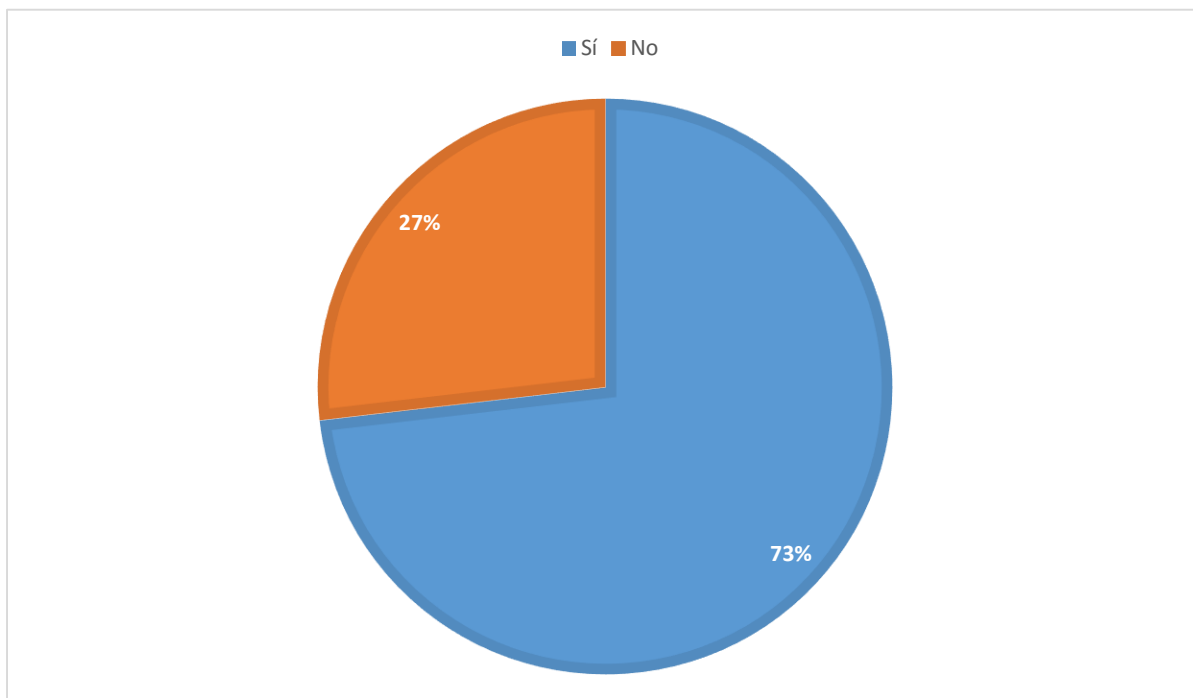
Fuente: propia

La gráfica muestra un 88% de la muestra apoya esta idea, aunque un 12% de los alumnos no lo hace de la misma manera

Se infiere que el colegio Capouilliez podría implementar una extracurricular de Tecnología que promueva el avance a esta temática.

## **Gráfica 8**

### Conocimiento previo sobre los Nanobots



Fuente: propia

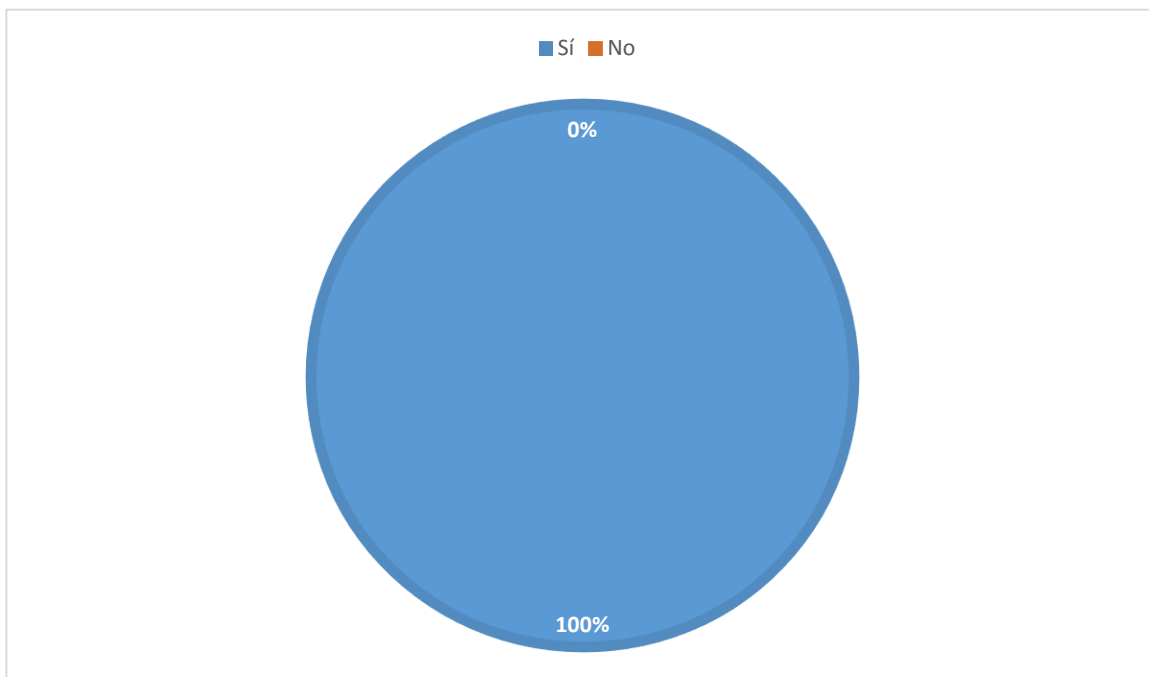
El 73% de los alumnos si conocen los Nanobots mientras un 27% no había oído hablar de los Nanobots.

Se infiere que los estudiantes de quinto bachillerato conocen de los Nanobots y que se interesarías proyectos relacionados con su mecánica y sus funciones.



## **Gráfica 9**

Interés en el Uso de Nanobots para crear figuras tridimensionales



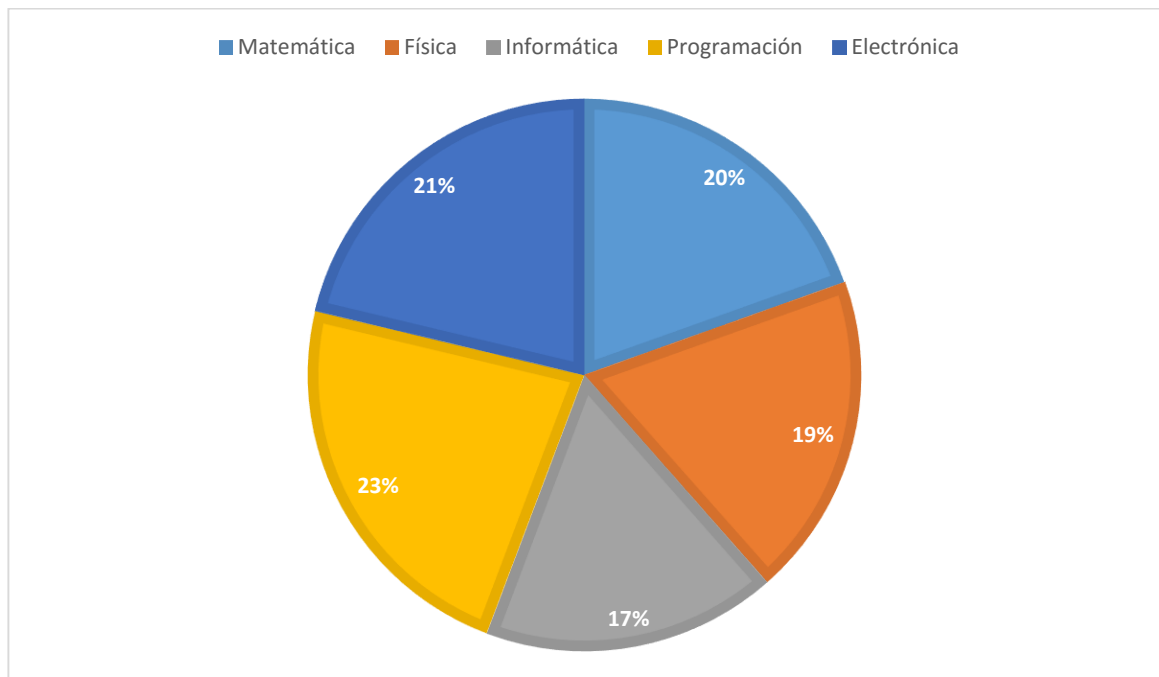
Fuente: propia

Después de mostrar el prototipo funcionando, el 100% de la muestra mostró interés por los Nanobots para crear figuras tridimensionales a escala, el objetivo principal del proyecto.

Se infiere que los estudiantes de Quinto bachillerato aceptan y apoyan el proyecto de utilizar los Nanobots para crear figuras en tres dimensiones, de ser implementado garantizaría éxito y aceptación total.

## **Gráfica 10**

Ramas aplicadas en el uso de Nanobots para crear figuras tridimensionales



Fuente: propia

Se observa que el 23% de las personas opinan que se utiliza como base la programación, el 21% la electrónica, el 20% la matemática, el 19% la física y el 17% la informática.

Se infiere que la mayoría de las personas encuestadas saben o deducen que la programación y la electrónica se encuentran directamente relacionada con NanoraForms. El prototipo creado involucra todas estas ciencias y cumple con las características de un robot.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

## **Conclusiones**

1. La hipótesis planteada: “*Al elaborar un prototipo funcional el cual consiga conectar las caras de un octaedro a base de electromagnetismo para crear distintas estructuras en unión con un tablero magnetizado e imanes naturales de neodimio y así poder dar validez al mecanismo de un robot funcional.*” se valida debido a que el prototipo demostró que a base del electromagnetismo y programación se puede hacer que diferentes octaedros consigan un movimiento continuo y lleguen a formar una figura tridimensional afirmando que el proyecto posee las características básicas de un robot funcional.
2. Al tener el tablero incorporado con electroimanes, en cada una de sus secciones, cumple una doble función, atraer y repeler la *NanoraForm™* de forma efectiva debido a las proporciones y programación utilizadas.
3. El sistema es capaz de moverse a través de fuerzas electromagnéticas, estableciendo el principio científico entre el movimiento y el algoritmo haciendo la pieza autónoma y garantizando su movimiento.
4. La figura utilizada para el *NanoraForm™*, un octaedro regular, comprobó ser efectiva debido a la proporción y forma de sus ocho caras las cuales por medio de sus pronunciados ángulos reducen la fuerza de fricción facilitando su movimiento; por lo tanto, el octaedro regular es la forma óptima.
5. A lo largo del desarrollo de esta investigación, se evidenció la necesidad que se asigne más tiempo para la realización de este proyecto en el área de robótica aplicada.

## **Recomendaciones**

### **1. Al Ministerio de Educación**

Impulsar el estudio de la robótica junto la Matemática y la Física en las instituciones educativas, a través de numerosas actividades tecnológicas enfocadas al tema.

### **2. Al Colegio Capouilliez**

Implementar cursos extracurriculares que instruyan a los estudiantes interesados en el campo de la robótica y la tecnología junto a profesionales especializados.

Fomentar la participación en actividades externas de tecnología y robótica de los alumnos, a nivel colegial.

Proporcionar los recursos necesarios para el estudio de la robótica dentro del campo tecnológico durante los próximos años.

### **3. Al alumnado de Cuarto y Quinto bachillerato del Colegio Capouilliez**

Mejorar la participación y conocimientos, para estar informados en los ámbitos tecnológicos y campos en los que se desarrollan y aplican.

Colaborar en proyectos con maestros y otros alumnos enfocados en competencias digitales para proponer mejoras a nivel institucional y nacional.

### **4. A los padres de familia**

Brindar apoyo y colaboración en las actividades que sus hijos deseen formar parte e inspirarlos a realizar un avance tecnológico para hacer un cambio en el país a través de proyectos científicos.

## **Bibliografía**

## Referencias Bibliográficas

- Tomasi, W. (2016). Tesis de master. SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. *DeVryInstitute of Technology*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Serway, R. (2001). Física para Ciencias e Ingeniería, Volumen 1. James Madison University. México.
- Serway, B. (2002). Física -1 y 2-. Volumen 2. James Madison University. P. 719-721; 905-909.
- Instituto Tecnológico de la Energía. Trabajo de Investigación. “EL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL DIARIO VIVIR”. Instituto Tecnológico de la Energía. Universidad de San Carlos de Guatemala
- Cidead. (2017). Tesis de Maestría. TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Resnik, R. (2002). Física Volumen 1. México, Facultad de ciencias de Universidad Nacional Autónoma de México. Página 268. 01/04/2017
- López, H. (2009). Algoritmos y Programación. México. Instituto de ciencias de Guadalajara. Universidad del Valle de Guatemala
- Watkins, R. (2015). Tesis de investigación. CIENCIA, capítulo 4: Combinatoria; Capitulo 7: Figuras Tridimensionales.
- ENCICLOPEDIA hispánica. 2ª ed. Barcelona: Barsa Planeta, c2003. 18 v.
- López, Antonio (coord.). Enciclopedia de informática y computación. Madrid: Cultural S.A., 1999. 7 v.

## E-Grafía

- Riveros, T. (2015). Calaméo. La Tecnología. Recuperado de: <http://es.calameo.com/books/0051733204f5852cc0d11>
- Portal Electro zona. (2017). Obtenido de <http://www.portalelectrozona.com/menuseccionformularios/13-contenidoformularioelectricidad/52-articuloformulaselectricas.html>
- Jie, M. W. (10 de 2016). Obtenido de eHOW en español: [http://www.ehowenespanol.com/transistor-sobre\\_152764/](http://www.ehowenespanol.com/transistor-sobre_152764/)
- Casio, A. (2015). Obtenido de electrónica analógica y digital: [electronicaanalogicaydigital.com/p/reconocimiento-de-componentes-n2.html](http://electronicaanalogicaydigital.com/p/reconocimiento-de-componentes-n2.html)
- Anónimo. (2015). Obtenido de Lab Área Electrónica: <http://www.areaelectronica.com/semiconductores-comunes/funciones-principales-transistores.html>
- EcuRed, Transistores (2017) Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Transistor>
- Nichese, A. (2016) Electricidad y Automatismo. Obtenido de: <http://www.nichese.com/formulas.html>
- EditroniKx. (2013). YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=3BnS59Kg9DE>
- ZatorSystems (2017). Lenguaje C++ de Zator. Recuperado de: <http://www.zator.com/Cpp/E1.htm>
- García, V. (2016). diario electrónico. Obtenido de <http://www.diarioelectronicohoy.com/blog/el-modulo-esp8266wifi>
- EcuRed, Arduino. (2015) Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Arduino>
- Microsoft. (2015). Microsoft lenguaje C#. Obtenido de: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/aa287558\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/aa287558(v=vs.71).aspx)



- Microsoft. (2014). Microsoft Visual Studio. Obtenido de:  
[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/aa289751\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/aa289751(v=vs.71).aspx)
- EcuRed, Lenguaje BASIC. (2017). Obtenido de:<https://www.ecured.cu/BASIC>
- Informática Hoy. (2010). Qué es y cómo funciona el Wi-Fi. Obtenido de:  
<https://www.informatica-hoy.com.ar/redes/Como-funciona-el-Wi-fi.php>
- Va. De Números. (2017). Combinaciones y Permutaciones. Obtenido de:  
<http://www.vadenumeros.es/sociales/combinatoria.html>
- García, A. (26 de enero de 2013). PanamaHitek. Obtenido de Arduino Nano:  
Características, Funciones y cómo conseguirlo en Panamá:  
<http://panamahitek.com/arduino-nano-caracteristicas-funciones-y-como-conseguirlo-en-panama/>
- Verdú, P. V. (2003). Neodimio, Nd. Asociacion Curie.

# **Proyecto de aplicación**

## **Proyecto de aplicación**

Actualmente el uso de los elementos tecnológicos se ha ido incrementando conforme a los años, los nuevos inventos o mejoras de proyectos anteriores se ven cada vez más en el mundo de las ciencias aplicadas. La implementación de la tecnología en los centros educativos es de gran importancia, debido a que las nuevas generaciones están creciendo rodeadas de recursos tecnológicos y cada vez cuentan con más dominio sobre los mismos.

Los alumnos necesitan ser impulsados para sacar provecho de todos los recursos informáticos que poseen al alcance en sus centros de estudio y por lo mismo es imperativo que estimulen su creatividad e ingenio por medio de proyectos donde apliquen sus conocimientos de matemática, programación, física, entre otros.

En la actualidad la robótica ha tenido una gran popularidad entre los alumnos, debido a las novedades y oportunidades que ésta área presenta en el ámbito laboral y estudiantil. Muchas instituciones educativas no promueven lo suficiente, la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TICS).

En el colegio se imparten conocimientos básicos sobre la robótica, y el objetivo de *NanoraForms™* es proporcionar un nuevo recurso que revolucione al Colegio Capouilliez y fomente la creatividad junto con el aprovechamiento del tiempo entre los estudiantes del establecimiento para que exista un aprendizaje completo, haciendo uso de las TICS, la Matemática y Física, lo que la convierte en una herramienta multidisciplinaria que facilitaría una tarea debido a su ensamblaje automatizado reduciendo tiempo y esfuerzo del operador.

El proyecto de aplicación que se sugiere a continuación plantea la realización de octaedros que conecten sus caras y puedan moverse sobre un tablero magnetizado por medio del electromagnetismo, con el propósito de crear figuras tridimensionales que el usuario ingrese en el servidor. La finalidad del proyecto innovaría la tecnología con que cuenta el colegio, promoviendo el interés y participación de los estudiantes en el campo de la electrónica.

## **Proceso de Desarrollo**

Durante la fase de diseño, se consideró usar pirámides de lámina galvanizada para las figuras. Estas figuras poseían en su interior electroimanes controlados con un módulo Wifi y serían alimentados con energía generada por una bobina de tesla. También se diseñó un tablero con 13 cuadrantes totalmente metálico donde se desplazarían las figuras.

Posteriormente se descartó la idea de utilizar lámina galvanizada para las piezas movibles ya que interfería con la señal de Wifi. También se rechazó el uso de una bobina de Tesla por la dificultad que suponía su adquisición, se optó por utilizar baterías para alimentar los electroimanes dentro de la figura. Por la dificultad que suponía controlar los electroimanes dentro de las piezas por medio de Wifi, se colocaron los electroimanes y el módulo Wifi en el tablero, dentro de la figura se colocaron imanes naturales de neodimio en su lugar. Se cambió la figura de un tetraedro a un octaedro, ya que para lograr el desplazamiento de la figura en el tablero se necesitaba reducir la fricción.

El diseño final del prototipo consta de un tablero más reducido, con figuras igualmente con dimensiones menores. Se cambió el módulo Wifi del tablero por un arduino nano. El tablero es controlado por medio de un programa de computadora que le dice al arduino qué electroimanes encender. Por medio de este programa, encendiendo y apagando electroimanes se logra el desplazamiento de la figura.

## **Justificación**

A partir de la realización de distintas pruebas para el funcionamiento de este robot se logrará la construcción de las bases científicas para un nuevo concepto en la robótica, aportando así no sólo a un área o tema específico, sino iniciando una nueva aplicación del magnetismo en la robótica, y consiguiendo que a partir de este principio puedan elaborarse una cantidad ilimitada de proyectos con distintas aplicaciones y dirigidos a una aplicación específica.

El objetivo principal del proyecto es brindar apoyo a distintos grupos de individuos para usos múltiples, se espera realizar un prototipo funcional que cumpla con las expectativas y así desarrollar el proyecto con una compañía profesional asociada para crear una versión más completa y funcional.

## **Nombre del proyecto**

- Implementación del electromagnetismo para la creación del principio científico de atracción entre figuras tridimensionales. Aplicación de la Matemática, Física y Electrónica. *NanoraForms*<sup>TM</sup>

## **Objetivos del proyecto**

### **Objetivo General**

Proporcionar un nuevo recurso tecnológico que revolucione el aprendizaje del Colegio Capouilliez; éste a través del uso de electromagnetismo y funciones matemáticas será un nuevo método no existente que proporciona la habilidad de crear figuras 3D. Por ejemplo, la creación de distintas construcciones, preparando sus piezas para adaptarse a la edificación a crear. Se espera que su eficiencia y accesibilidad se vean incrementadas más adelante para que sean de mayor utilidad para la industria tecnológica de Guatemala y posiblemente, el resto del mundo.

### **Objetivos Específicos**

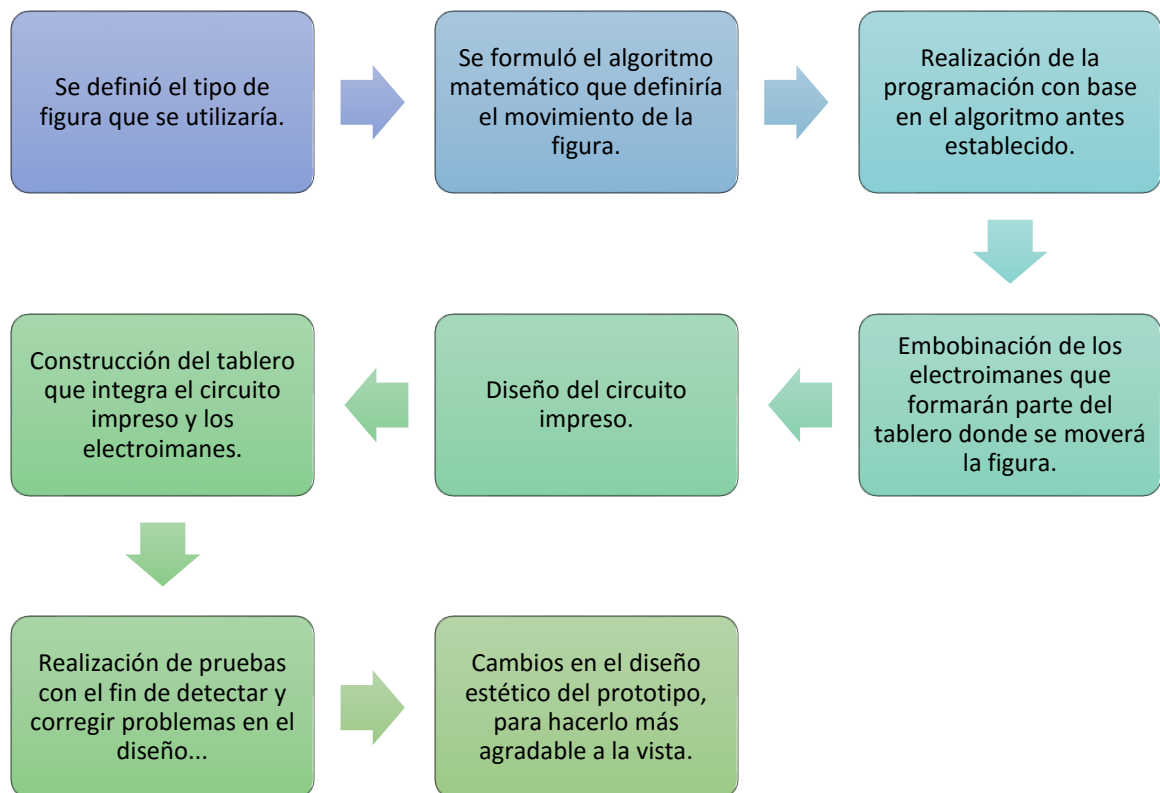
- Crear el prototipo de *NanoraForms*<sup>TM</sup> con el cual se demostrará la viabilidad del principio que se quiere proponer.
- Demostrar la funcionalidad del electromagnetismo como medio de movimiento de las piezas a través del tablero.
- Acoplar algoritmos matemáticos a la programación y de esta manera lograr adaptar un sistema de movimiento de coordenadas para las piezas.
- Demostrar la viabilidad del proyecto.

## **Descripción del prototipo**

### **Proyecto**

Construcción de un tablero electromagnético para formar figuras tridimensionales, mediante el uso de la matemática y la física; con el fin de facilitar las tareas académicas de los alumnos y exhortarlos a interesarse más por el área de la robótica.

Diagrama de procesos. DESARROLLO DEL PROYECTO



# Infraestructura

## Componentes del prototipo

### ***Pieza:***

Es un octaedro hecho a base de cartón y magnéticamente polarizado con la misma carga en todas las caras, esto se consigue colocando un imán de neodimio en cada una de ellas, todos estos con la misma polaridad hacia afuera.

### ***Tablero:***

Base triangular dividida en casillas por las cuales se moverá la pieza según el usuario lo desee.

### ***Electroimanes:***

Serán los que permitan la movilidad de la pieza dentro del tablero a partir del uso de algoritmos matemáticos diseñados para activar los electroimanes en el orden correcto para que la pieza tome la ruta deseada.

### ***Batería o Fuente:***

Se refiere a la alimentación externa del circuito, para alimentar a los electroimanes con la potencia y voltajes requeridos.

### ***Printed Circuit Board (PCB):***

Se trata de un circuito impreso diseñado para conectar la placa de Arduino Nano con los *relays* y la fuente de alimentación externa, este permite reducir el espacio producido por cables en una *protoboard*, evitando el desorden y el riesgo de corto circuito.

### ***Relays:***

Componente electrónico capaz de soportar altas tensiones y corrientes; que con un circuito sencillo actúa como *switch* para intercambiar la polaridad de los electroimanes.

### ***Software:***

Programa realizado en un proyecto Windows Forms de Visual Studio, el cual se conecta con el hardware (Circuito y tablero) y realiza las acciones solicitadas por el usuario físicamente en el tablero.

## Funcionalidad básica

El *NanoraForms™* por medio del magnetismo, crea movimiento en el octaedro; que en gran escala logrará formar figuras tridimensionales. Este proyecto tiene como fin explotar la creatividad e impulsar el interés de los alumnos por áreas científicas como la física y matemática, pero especialmente por la robótica.

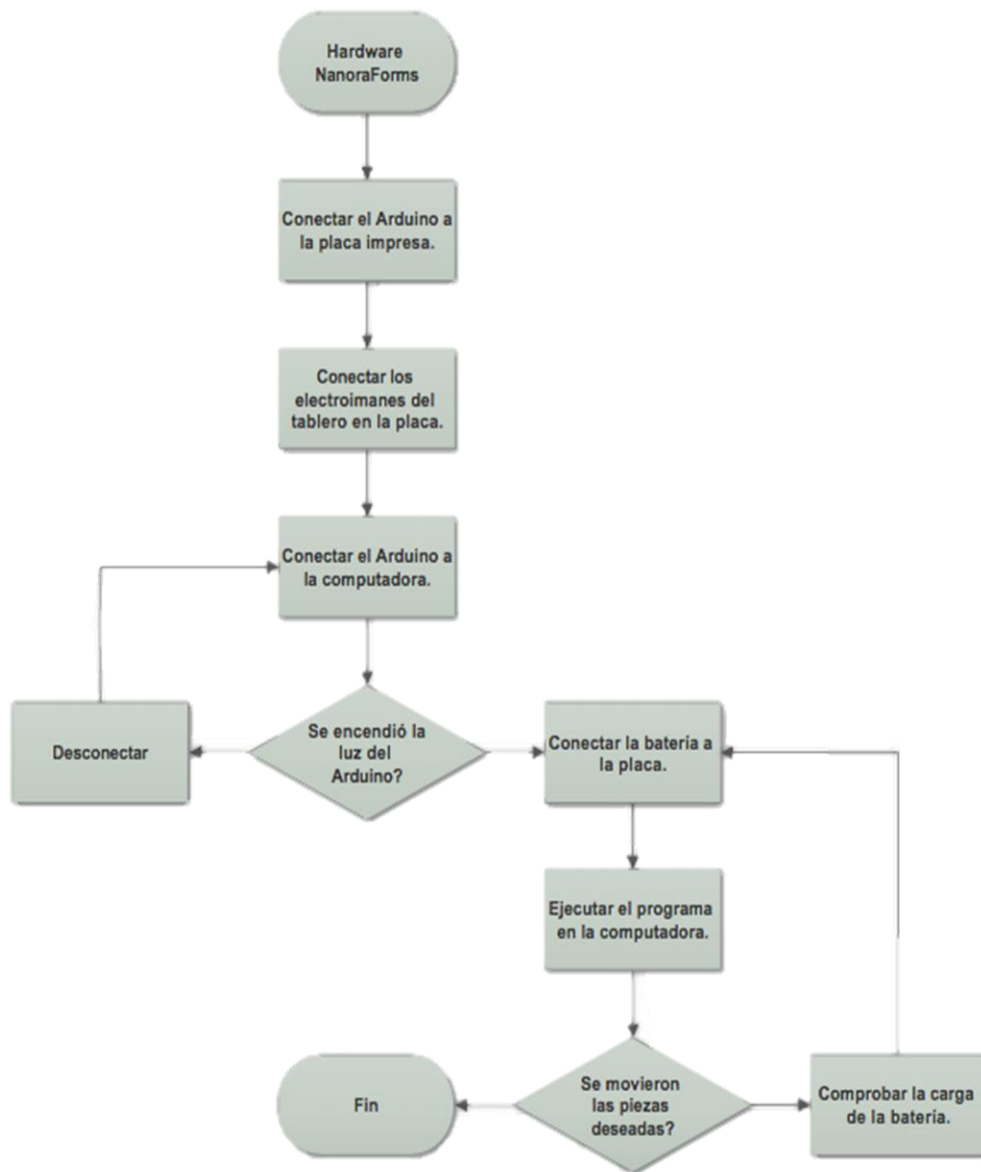


Ilustración 1 Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del Hardware de Nanoraforms



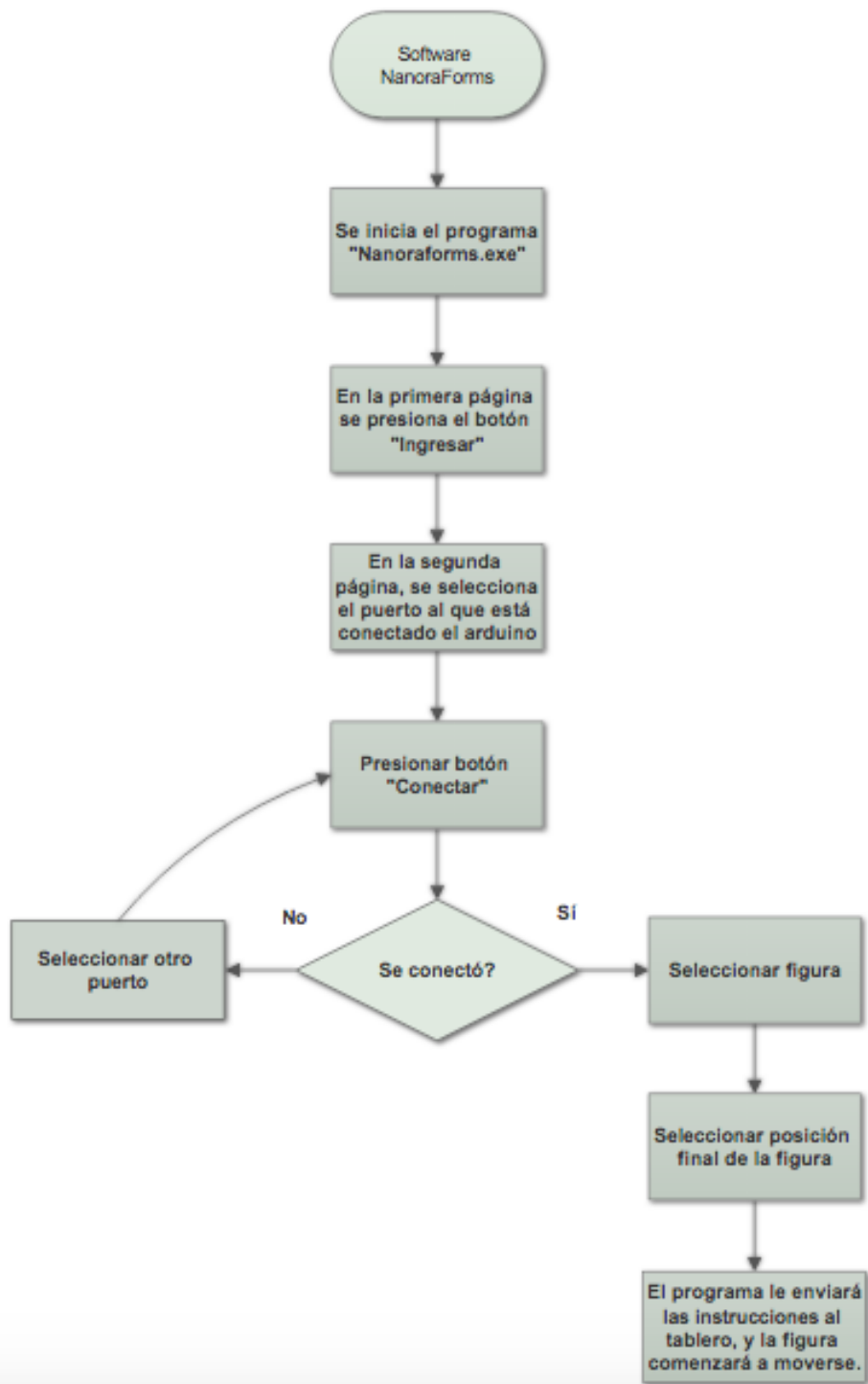
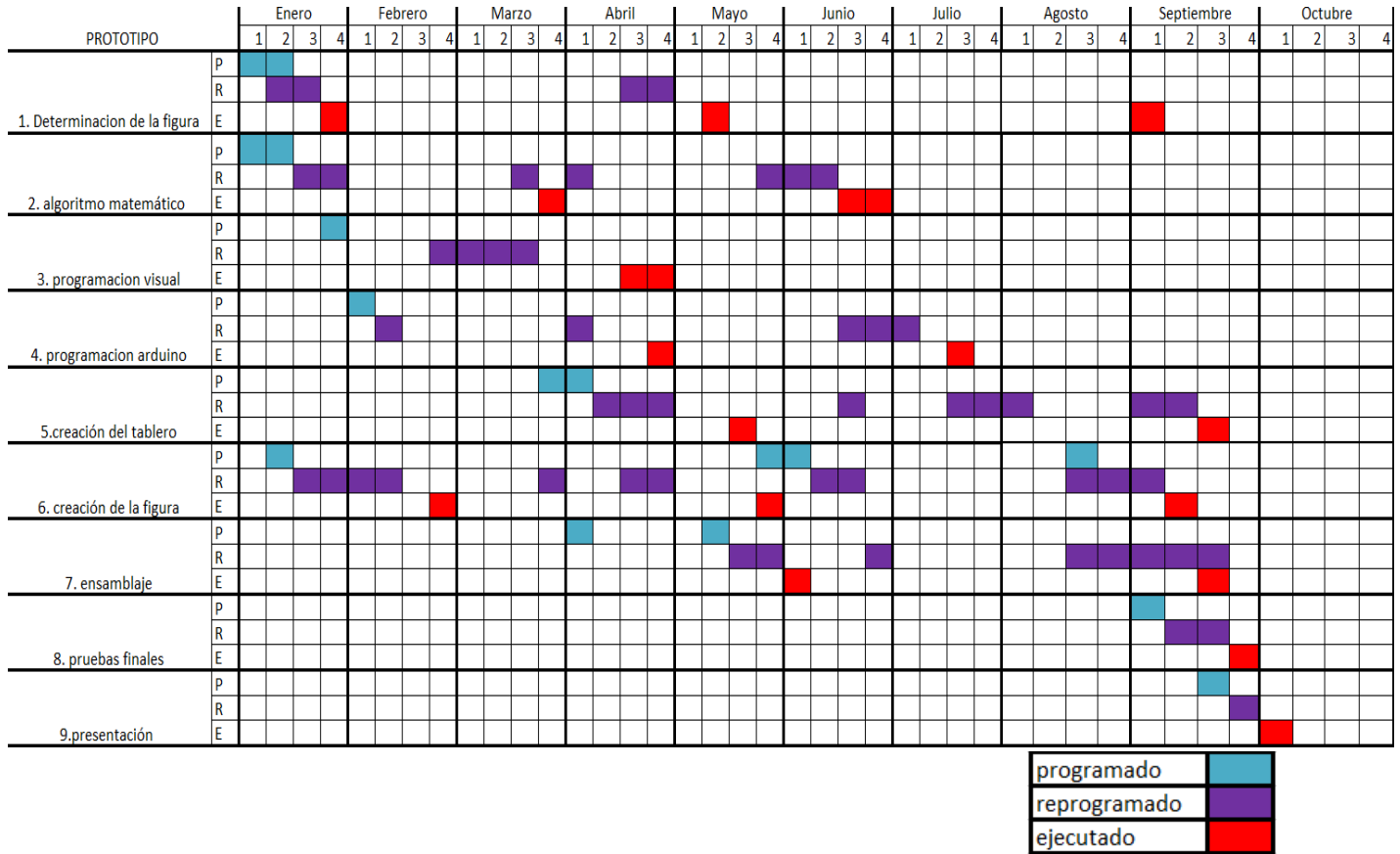


Ilustración 2 Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del Software de Nanoraforms.

## Metodología del trabajo

Para el desarrollo del prototipo de Nanoraforms se conformaron grupos de trabajo que realizaron diferentes actividades de Diseño, construcción, ensamblaje y programación distribuidas en un cronograma de trabajo específico para las fases.



## **Costos**

Para la fase de construcción y ensamblaje se incurrió en una serie de gastos. Esto determina el costo de fabricación del prototipo Nanoraforms.

<b>Material Adquirido</b>	<b>Precio</b>
2 Arduino Nano Atmega328 g	Q180.00
6 Módulos WiFi inalámbricos ESP8266	Q540.00
2 Alambres para bobina cal. 22 1mt.	Q3.50
15 Alambres para bobina cal. 25 1mt.	Q18.00
15 Alambres para bobina cal. 22 1mt. d=0.6	Q26.25
48 Diodos rectangulares de 600 voltios	Q48.00
96 Resistencias de 330 ohmios	Q57.60
48 Transistores NFN de 0.6 amperios	Q60.00
<b>Total Pasivo</b>	Q933.35
<b>Total Activo</b>	Q2,650.00
<b>Capital</b>	Q1,716.65

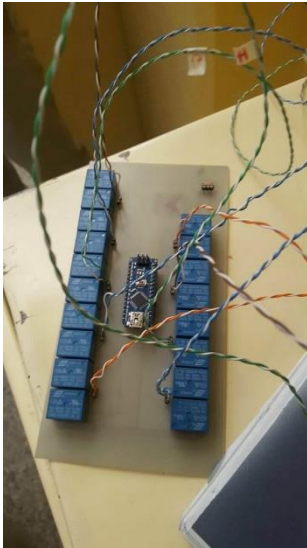
**Colegio**  
**CAPOUVILLIEZ**  
Fundado en 1923



**Nanora**  
**Forms**

# Manual de usuario

## Nanora Forms

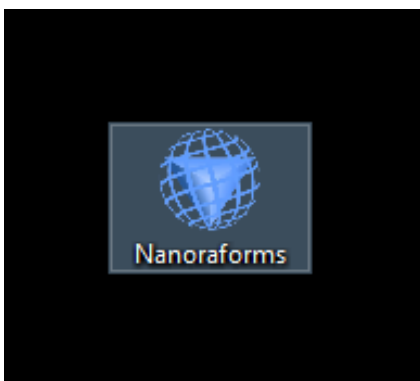


Fotografía 1  
fuente: propia



Fotografía 2  
Fuente: propia

Conectar el circuito a utilizar a la computadora desde la entrada USB



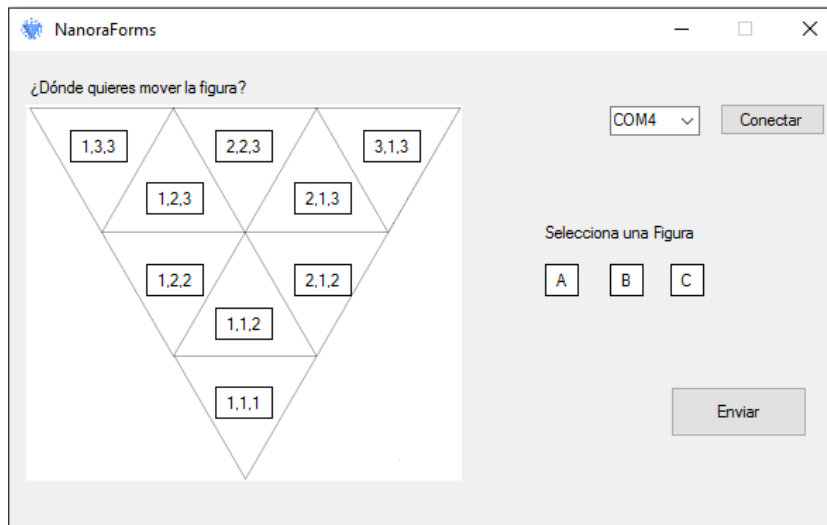
Fotografía 3  
Fuente: propia

Presionar el ícono de “NanoraForms” para iniciar el programa de movimiento

Se mostrará la siguiente ventana, la cual indica el inicio del programa, para ir a la pantalla de control, pulse “INGRESAR”



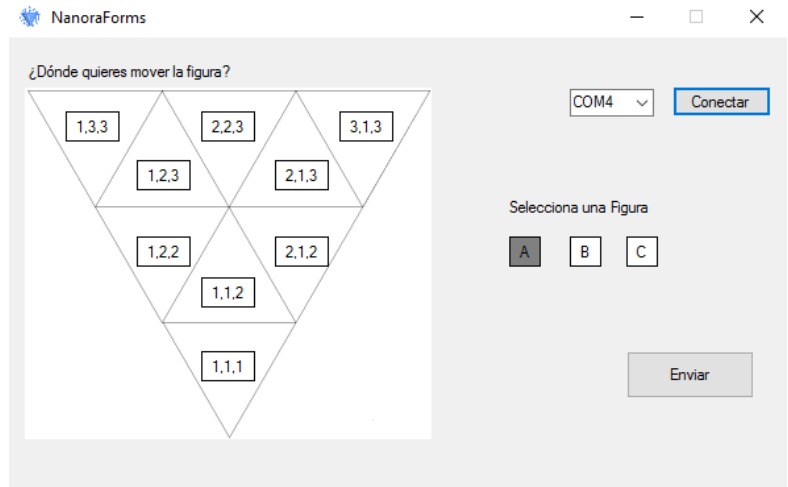
Fotografía 4  
Fuente: propia



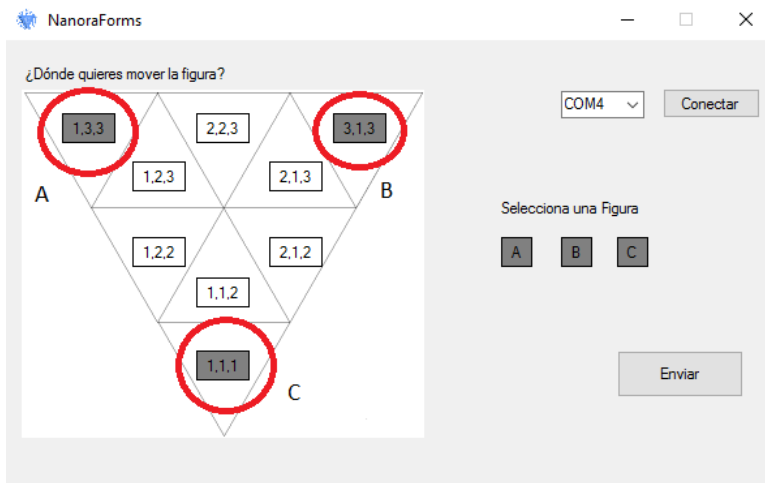
Se mostrará la pantalla de control de movimiento en donde se definirá la pieza y su movimiento a realizar

Fotografía 5  
Fuente: propia

Pulsa en conectar, después de seleccionar el número del puerto que se utiliza, utilizando el sufijo “COM”, se pulsa en conectar y puede definirse la pieza la cual puede ser A, B o C

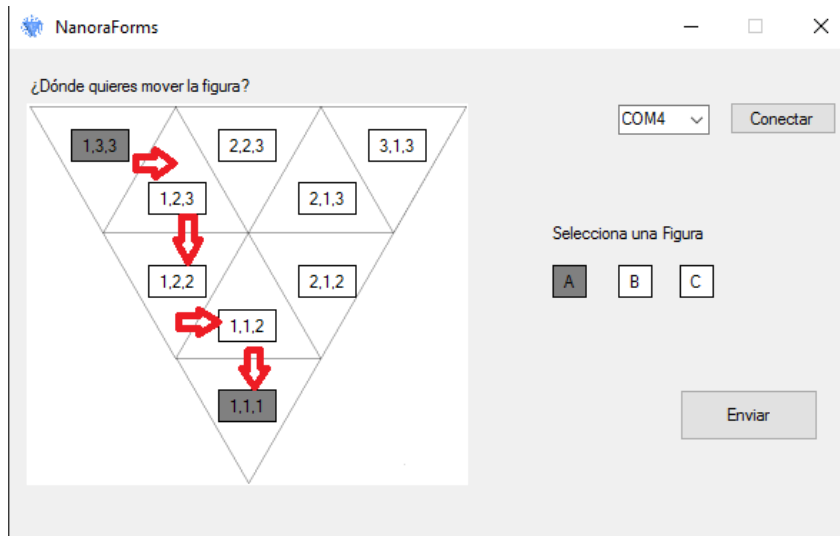


Fotografía 6  
Fuente: propia



Importante tomar en cuenta las posiciones iniciales de las piezas en el tablero, estas se reestablecen cada vez que se ejecuta el programa

Fotografía 6  
Fuente: propia



Fotografía 7

Fuente: propia

Para realizar el movimiento seleccionar la coordenada final de la figura, cuidando no ser la misma donde se encuentra, ya que entonces no ocurrirá nada. Finalmente se presiona el botón “Enviar” para realizar el movimiento.



Fotografía 8

Fuente: propia

Observa el movimiento en el tablero, tener en cuenta la nueva posición de la figura



**Anexos**

# **ANEXO 1**

## **Glosario**

**Campo eléctrico:** Fuerza eléctrica por unidad de carga

**Corriente:** Medida en Amperios

**Declaraciones:** Asignar alguna instrucción

**Empírico:** Basado en la experiencia y observación de los hechos

**Estamentos:** Es un hecho si sus tuplas verifican una serie de operaciones.

**Intensidad de corriente:** Cantidad de carga que pasa por unidad de tiempo

**Potencial:** Trabajo que debe realizar un campo electrostático para mover una carga positiva desde dicho punto hasta el punto de referencia.

**Programa:** Proyecto o planificación ordenada de las distintas partes o actividades que componen algo que se va a realizar.

**Solenoides:** Bobina formada por alambre enrollado en forma de espiral.

**Voltaje:** Medido en voltios.

**Declarar:** Asignar alguna instrucción.

**Protoboard:** También llamada placa de pruebas, es un tablero con orificios conectados eléctricamente entre sí. En el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para armar prototipos de circuitos electrónicos y otros sistemas.

**Potencia:** Trabajo que debe realizar un campo electrostático para mover una carga positiva desde dicho punto hasta el punto de referencia.

**Datasheet:** También llamada "Hoja de datos", es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente.

## **Anexo 2**

### Encuesta Temario "NanoraForms" Quinto Bachillerato

Los alumnos de Quinto bachillerato como parte de nuestra tesis de investigación "NanoraForms™" buscamos evaluar en esta encuesta el conocimiento y aceptación de los alumnos de bachillerato acerca de la robótica y el electromagnetismo.

Grado: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

1. ¿Posees algún tipo de conocimiento acerca de la Robótica?

Sí

No

2. ¿Si tu respuesta fue sí, en donde adquiriste dicho conocimiento?

Colegio

En casa

Internet

Curso libre

Otros

3. ¿Posees algún tipo de conocimiento acerca del Electromagnetismo?

Sí

No

4. ¿Si tu respuesta fue sí, en donde adquiriste dicho conocimiento?

Colegio

En casa

Internet

Curso libre

Otros

5. ¿Crees que el colegio promueve la participación en actividades tecnológicas?

Sí

No

6. ¿Has escuchado sobre los robots que funcionan a base de electromagnetismo?

Sí

No

7. ¿Te gustaría que el colegio implementara una extracurricular relacionada con la tecnología?

Sí

No

8. ¿Sabes qué es un Nanobot?

Sí

No

9. ¿Te gustaría utilizar Nanobots para crear figuras tridimensionales a escala?

Sí

No

10. ¿Qué ramas crees que estarían implícitas en dicho caso? (puedes seleccionar más de una)

Matemática

Física

Informática

Programación

Electrónica