

## SENSOR DE PROXIMIDAD, ARDUINO EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN EL COLEGIO JORBALÁN

### PROXIMITY SENSOR, ARDUINO IN THE TEACHING OF PHYSICS AT JORBALAN SCHOOL

### SENSOR DE PROXIMIDADE, ARDUINO NO ENSINO DA FÍSICA NA ESCOLA JORBALAN

Santiago Velásquez Murcia\*<sup></sup>, Diego Fernando Becerra Rodríguez\*\*<sup></sup>

Velásquez S, Becerra D. (2023). Sensor de proximidad, Arduino en la enseñanza de la física en el Colegio Jorbalán. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-12

#### Resumen

El presente escrito enmarcado en la didáctica de la física expone el proceso de creación de un sensor de proximidad en Arduino, mediado por la metodología del Design Thinking. Esta iniciativa surge a partir de un elemento identificado en los estudiantes de grado sexto del Colegio Jorbalán es la dificultad que presentan para realizar mediciones y analizar datos cuantitativos obtenidos al analizar fenómenos. Por ende, desde la asignatura de Desarrollo del Pensamiento Científico de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana, se construyó el montaje y se planeó la intervención en el aula. A partir de la implementación, los estudiantes transitaron de realizar medidas no convencionales (con los pies), a medidas convencionales de tipo cuantitativo (con instrumento de medición y sensor). Adicionalmente, se aproximó a los estudiantes a realizar un tratamiento de datos formal al calcular tipos de errores y porcentajes. Lo anterior permite evidenciar que Arduino en el aula puede tener múltiples propósitos que integren las áreas STEM, en este caso particular ciencias (distancia y conceptos de física), matemáticas (cálculos y mediciones) y tecnología (funcionamiento y programación del circuito). En síntesis, llevar Arduino al aula favorece los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, fortaleciendo habilidades y procesos desde situaciones problema.

**Palabras-Clave:** Enseñanza de la física. Arduino. Pensamiento Científico.

#### Abstract

This paper, framed in the didactics of physics, exposes the process of creating a proximity sensor in Arduino, mediated by the Design Thinking methodology. This initiative arises from an element identified in the sixth-grade students of Colegio Jorbalán, which is the difficulty they must make measurements and analyze quantitative data obtained when analyzing phenomena. Therefore, from the subject of Development of Scientific Thinking of the bachelor's degree in Natural Sciences of the Universidad de La Sabana, the assembly

\* Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad de La Sabana. Colombia. [santiagovemu@unisabana.edu.co](mailto:santiagovemu@unisabana.edu.co) - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4514-5137>

\*\* Doctor en Ciencias en Física Educativa. Universidad de La Sabana. Colombia. [diego.becerra2@unisabana.edu.co](mailto:diego.becerra2@unisabana.edu.co) - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3881-7289>

was built and the intervention in the classroom was planned. From the implementation, students went from making non-conventional measurements (with their feet) to conventional quantitative measurements (with a measuring instrument and a sensor). Additionally, students were introduced to formal data processing by calculating types of errors and percentages. The above shows that Arduino in the classroom can have multiple purposes that integrate STEM areas, in this case science (distance and physics concepts), mathematics (calculations and measurements) and technology (operation and programming of the circuit). In summary, bringing Arduino to the classroom favors the teaching and learning processes of natural sciences, strengthening skills and processes from problem situations.

**Keywords:** Teaching physics. Arduino. Scientific Thinking.

### **Resumo**

Este artigo, enquadrado na didática da física, expõe o processo de criação de um sensor de proximidade em Arduino, mediado pela metodologia Design Thinking. Esta iniciativa surge de um elemento identificado nos alunos do sexto ano do Colegio Jorbalán, que é a dificuldade que têm em fazer medições e analisar os dados quantitativos obtidos na análise dos fenómenos. Assim, a partir da disciplina de Desenvolvimento do Pensamento Científico do Bacharelato em Ciências Naturais da Universidade de La Sabana, foi construída a assembleia e planeada a intervenção na sala de aula. A partir da implementação, os estudantes passaram de medições não convencionais (com os pés) para medições quantitativas convencionais (com um instrumento de medição e um sensor). Além disso, os estudantes foram introduzidos ao processamento formal de dados através do cálculo de tipos de erros e percentagens. O acima exposto mostra que o Arduino na sala de aula pode ter múltiplos objetivos que integram áreas STEM, neste caso particular a ciência (distância e conceitos físicos), a matemática (cálculos e medições) e a tecnologia (funcionamento e programação do circuito). Em suma, trazer o Arduino para a sala de aula favorece os processos de ensino e aprendizagem das ciências naturais, reforçando as competências e os processos a partir de situações problemáticas.

**Palavras-Chave:** Ensino da física. Arduino. Pensamento científico.

## **1. Introducción**

Durante la práctica pedagógica desarrollada en el Colegio Jorbalán de Chía en Cundinamarca, se logró identificar en los estudiantes de grado sexto dificultades para realizar mediciones y analizar datos cuantitativos obtenidos a partir del análisis de fenómenos naturales. Lo anterior, limita el alcance de los objetivos de aprendizaje del área y de la misma institución en aras de la búsqueda de promover la integración entre las áreas académicas mediante el desarrollo articulado de experiencias de

aprendizaje en el aula. Adicionalmente, desde el área de ciencias naturales se está promoviendo el desarrollo de actividades experimentales en las sesiones de clase, con el fin de favorecer la motivación y participación de los estudiantes.

Debido a lo anterior, esta experiencia tuvo como propósito central la creación de un prototipo de un sensor de proximidad en Arduino Uno, con el fin de proveer una herramienta en la enseñanza de la física en el Colegio Jorbalán de Chía, a través del diseño

del sensor aplicando conceptos estructurantes asociados a la electricidad, electrónica y circuitos eléctricos, además, la programación necesaria para su funcionamiento por medio del software Arduino, realizando el montaje del sistema y la evaluación del impacto de la implementación del sensor en escenarios de enseñanza de la física en el aula.

## 2. Marco de referencia

### 2.1. *Robótica educativa en la enseñanza de las ciencias naturales*

En el ámbito educativo, la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos de enseñanza y aprendizaje hace parte del desarrollo de ejercicios de innovación pedagógica, de acuerdo con Cartagena y Reyes (2012), la implementación de estrategias de programación y de robótica educativa se consideran escenarios educativos innovadores, en los cuales se aplican actividades propias de las ciencias naturales (medir, cuantificar, evaluar) y se desarrollan habilidades científicas (observación, experimentación, estimación).

En la misma línea, Acosta y Forigua (2015) plantean que la utilización de recursos tecnológicos favorece el desarrollo de procesos mentales de orden superior en los estudiantes, que posteriormente se materializan en un producto en concreto, orientado a solucionar un problema específico del contexto. En este sentido, tal y como lo plantea Moreno et al (2012), el fin último no es solamente la construcción de un dispositivo o sistema funcional, sino también los procesos cognitivos asociados a su desarrollo, sin embargo, también se considera pertinente considerar las afirmaciones de Becerra, Boude y Mendivelso (2020) cuando comentan que si bien la integración de la tecnología en los procesos educativos favorece la construcción de conocimiento, éstas no garantizan por sí mismas el aprendizaje de los estudiantes, por lo que dicha

inclusión requiere de una reflexión del docente sobre sus intenciones y objetivos pedagógicos.

Adicionalmente, se resalta que dentro de los procesos de integración de la tecnología en los procesos educativos surge la robótica y con ello, las propuestas de innovación asociadas a la robótica educativa, al respecto, Cartagena y Reyes (2012), precisan que ésta se trata de una disciplina que introduce los procesos de automatización como un elemento mediador en el aprendizaje de los estudiantes, mientras se fomenta el desarrollo del pensamiento computacional, especialmente en el campo de las ciencias naturales, en donde Rogers y Portsmore (2004) señalan que el uso de la robótica en el aula propicia y favorece la comprensión de principios científicos, potenciando el razonamiento matemático y la comprensión de principios tecnológicos a partir de actividades prácticas.

Adicionalmente, la utilidad de la robótica educativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología pretende promover el interés y motivación de los estudiantes, aportando de acuerdo con Zúñiga (2012), a la configuración de ambientes propicios para la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades blandas. Así mismo, desde el punto de vista pedagógico, estas iniciativas de robótica educativa, según Pittí, Curto y Moreno (2010), pueden contribuir a la construcción de conocimiento científico desde el paradigma constructivista, por ejemplo, a través del juego o los retos.

La inclusión de la robótica educativa en el aula requiere de la distinción de diversos enfoques señalados por Moreno et al (2012), en donde esta herramienta puede ser concebida como un objeto de aprendizaje en sí mismo, es decir, centrado en la construcción y programación de circuitos

automatizados. Por otro lado, puede ser vista como un medio para el aprendizaje, por ejemplo, la elaboración de montajes para la comprensión de conceptos físicos de electricidad y magnetismo. Por último, puede ser abordada como un recurso de apoyo para el aprendizaje, en el sentido en que genera una aproximación distinta de los contenidos, promoviendo la curiosidad y habilidades científicas.

Lo anterior, con el fin de promover en los estudiantes el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI como el trabajo en equipo y la resolución de problemas, generando motivación y curiosidad en ellos, mientras se aporta al desarrollo y construcción de un sistema de educación pertinente y adecuado para la formación de sujetos preparados para afrontar nuevas condiciones que a diario ofrece un mundo que está en constante cambio, también, buscando favorecer el desarrollo de habilidades y destrezas que conduzcan a la construcción de su propio conocimiento, convirtiéndose así en los que Coll (2013) define como aprendices competentes, quienes de acuerdo con Maggio (2018), se caracterizan por tener la capacidad de seguir sus propias trayectorias personales de aprendizaje.

## **2.2. Circuitos eléctricos y el potencial desarrollo de habilidades científicas**

Teniendo en cuenta la perspectiva educativa, de acuerdo con Rodríguez (2020), los circuitos eléctricos se presentan como una oportunidad de potenciar procesos de pensamiento científico en los estudiantes, que son definidos por Boylestad y Nashelsky (2015) como sistemas conformados por componentes conectados entre sí, en donde es posible el flujo de corriente eléctrica, y luego, este cumpla una función determinada. A su vez, los componentes fundamentales de los circuitos corresponden a un generador o fuente de corriente, conductores de electricidad y receptores de carga. Sin embargo, según Usaola y Moreno (2003), existen

también otros componentes, denominados componentes de maniobra, los cuales permiten controlar y regular el funcionamiento del sistema.

Asimismo, es necesario resaltar que el diseño y montaje de un circuito tiene implicaciones en su funcionamiento, es decir, en el comportamiento de la carga eléctrica que fluye a través de él, además del voltaje y el potencial eléctrico asociados al sistema. En este sentido, Naeem (2009) reconoce dos tipos de configuraciones posibles para ensamblar un circuito eléctrico: en serie y en paralelo, de ellos, los circuitos acoplados en serie son aquellos que poseen un único camino para el flujo de corriente a través del circuito, mientras que los circuitos en paralelo ofrecen dos o más rutas de paso de la carga eléctrica en movimiento, además, la fusión de los dos tipos anteriores en un mismo sistema se establece como una configuración mixta.

## **2.3. Arduino en la construcción de sistemas electrónicos**

Actualmente existen diversos sistemas destinados a la construcción de circuitos complejos con fines aplicados. Dentro de estos, se destaca Arduino, que de acuerdo con investigadores de la Universidad Industrial de Santander (2014), es una plataforma de código libre diseñada para elaborar proyectos de electrónica en un entorno gráfico de desarrollo que usa un lenguaje de programación processing/writing; en lo que respecta al hardware está compuesta por un microcontrolador y puertos de entrada y salida” (p. 2).

El funcionamiento del kit Arduino se fundamenta a partir de los principios y componentes básicos de la electrónica y la programación de computadoras. Adicionalmente, el sistema se conforma de sensores que son dispositivos que permiten la recolección de datos del entorno, en condiciones controladas y no

controladas, permitiendo así, estructurar proyectos de investigación en el aula.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se decide desarrollar este estudio con el siguiente interrogante. ¿De qué forma la construcción de circuitos eléctricos en Arduino favorece la habilidad científica de la medición? Buscando cumplir el objetivo de potenciar habilidades científicas en los estudiantes de grado sexto del Colegio Jorbalán en el área de física.

### 3. Metodología

El presente estudio está asociado al trabajo de investigación realizado en la asignatura Desarrollo del Pensamiento Científico de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana y se enmarca dentro de los estudios cualitativos, así mismo, la propuesta del proyecto tiene un alcance de tipo exploratorio, considerando, entre otros factores que el investigador se está aproximando al conocimiento técnico necesario para construir el sistema en Arduino y también al conocimiento pedagógico para implementar un recurso en el aula de clase y evaluar su impacto. Adicionalmente, la población objetivo de este proyecto corresponde a estudiantes de grado sexto del Colegio Jorbalán de Chía, cuyas edades oscilan entre los 10 y 12 años y su estrato socioeconómico está entre 2 y 4.

La metodología propuesta para llevar a cabo este proyecto, de acuerdo con Becerra (2014), contempla la importancia de que los profesores en formación desarrollen estrategias de aula innovadoras y llamativas que conduzcan a complementar las clases y la construcción de conceptos por parte de los estudiantes; además, se sustenta desde las etapas mencionadas por Steinbeck (2011), para desarrollar una ruta de innovación contempladas por el Design Thinking, que consisten en una ruta metodológica que permite la generación de ideas y prototipos que permiten transformar las realidades, centrando su eficacia en entender y dar solución a las

problemáticas reales de las personas teniendo en cuenta su contexto próximo.

Al respecto, las propuestas del Design Thinkin parten de la identificación de las necesidades (en este caso una necesidad educativa) de la comunidad en un proceso, que se denomina fase de empatía, para luego, hacer un ejercicio de definición en el cual se busca la solución más acertada para conseguir un resultado innovador, que aporte a la solución de la problemática, posteriormente, se llega a la etapa de Ideación, en la cual se identifica cuál es la solución más acertada, la solución más viable y la que conduce a la construcción de un prototipo viable, para luego, llegar a la fase de prototipado, en la cual se construye el prototipo ideado en la fase anterior, para finalmente, proceder a la fase de testeo o evaluación, en la cual se busca medir el impacto de la propuesta y obtener una realimentación del proceso.

Siguiendo estas propuestas, en la tabla 1, se detallan las etapas del proceso llevado a cabo en la investigación configurando cada un ejercicio de innovación con las propuestas del Design Thinking.

Tabla 1. Etapas del Design Thinking.

Etapa	Descripción
Empatizar	Identificación del contexto, características y población de la institución educativa. Identificación de la necesidad de aprendizaje de la comunidad. Aproximación al montaje experimental con el uso de Arduino.
Definir	Implementación de sesiones mediadas con el uso de Arduino como estrategia de enseñanza de la física en estudiantes de grado sexto.
Idear	Proponer las funciones y características del montaje a realizar. Establecer la estrategia adecuada de intervención en aula.
Prototipar	Diseñar el prototipo del circuito en Arduino. Planear la intervención en aula

Evaluar Validar el funcionamiento del montaje y verificar las observaciones cuantitativas posibles de realizar. Implementar la experiencia en el aula y establecer resultados cualitativos de la investigación.

Descripción de las etapas de la metodología Design Thinking aplicada a la experiencia de aula.

**Fuente:** Elaboración propia.

La experiencia se desarrolló en una sesión de trabajo en el aula de física correspondiente a dos horas, cuyo propósito de aprendizaje fue aproximarse a la construcción de montajes simples, empleando Arduino como herramienta, mediante el trabajo colaborativo.

#### 4. Resultados

##### 4.1. Funcionamiento del montaje en Arduino

Como producto del desarrollo del prototipo se derivó la construcción de un montaje en Arduino, el cual permite determinar la distancia que separa un sensor incluido en el montaje a un objeto determinado, el diseño del circuito en Arduino fue construido a partir del montaje ilustrado en la figura 2, el cual se compone de un sensor ultrasónico HC-SR04 que permite determinar la distancia de un objeto en un rango de entre 2 cm y 450 cm. También, el sistema permite visualizar los datos en una pantalla LCD de 16 cm de largo x 2cm de ancho, que corresponde a un pequeño dispositivo con pantalla de cristal líquido de dos filas, que además permite mostrar información alfanumérica, haciendo uso de un adaptador I2C. A su vez, para realizar el circuito se emplean puentes macho-macho, un protoboard y la placa Arduino Uno.

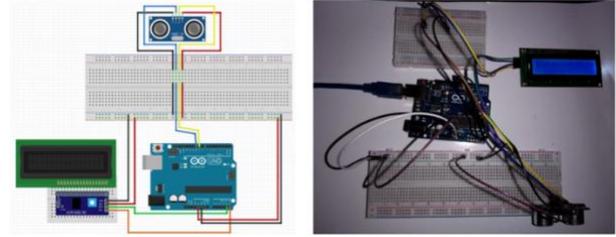


Figura 1. Diagrama del montaje y funcionamiento del sensor de proximidad en Arduino.

**Fuente:** Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la explicación del funcionamiento, es relevante precisar que un sensor es un dispositivo que detecta información del entorno, incorporando variables de control y magnitudes de acuerdo con un sistema de referencia definido. Específicamente, de acuerdo con Marcos, Pérez Quintans y Vilas (2007), un sensor ultrasónico es un componente que permite detectar la presencia de objetos en un rango de área determinado. De manera puntual, un sensor ultrasónico de proximidad es un sistema, cuya medición se basa en el tiempo que emplea un pulso ultrasónico emitido en reflejarse en un objeto y ser captado por el receptor del sensor, la figura 2 ilustra un esquema resumen de su funcionamiento.

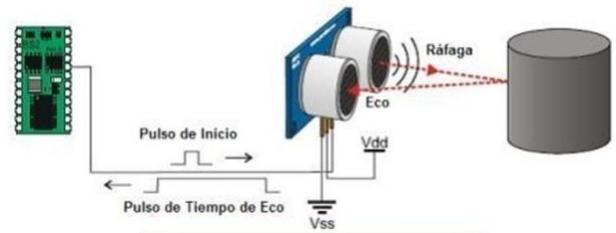


Figura 2. Funcionamiento de un sensor ultrasónico HC-SR04. **Fuente:** <https://n9.cl/mg7g5>

Otro de los componentes electrónicos principales en el montaje del circuito es la pantalla LCD, que consiste en un sistema integrado de pines que permiten visualizar datos alfanuméricos que son obtenidos en el montaje realizado en Arduino. Se resalta que, el funcionamiento de este componente se basa en la polarización de las moléculas

contenidas en un cristal líquido, que genera una rotación que permite ilustrar el carácter y el color deseados de acuerdo con la programación diseñada. El componente consta de 16 pines ubicados en dos filas, tal y como se evidencia en la figura 3.



Figura 3. Funcionamiento de una pantalla LCD. **Fuente:** <https://educarparaelcambio.com/arduino/reto-4-liquid-crystal-display-pantalla-lcd/>

#### 4.2. Construcción del sensor de proximidad en el aula de física

Por otro lado, la estrategia de implementación en el aula se desarrolló en una sesión de trabajo de dos horas con los estudiantes de grado sexto del Colegio Jorbalán de Chía, en donde se brindó una primera aproximación a los circuitos eléctricos ensamblados en Arduino. En primer lugar, se expuso de manera general el funcionamiento de la placa, sus propiedades, sus características y la diversidad de montajes que se pueden realizar con ella. En segundo lugar, se procedió a realizar el montaje por grupos de trabajo, para esto, se presentó a los estudiantes el diagrama pictórico del montaje a construir y su funcionalidad, con esto los estudiantes tuvieron un espacio para la construcción del circuito con el acompañamiento del profesor y además el trabajo en grupo permitió evidenciar un trabajo colaborativo entre los estudiantes, quienes de forma autónoma definieron roles en sus equipos de trabajo con el fin de llegar a la construcción adecuada del montaje y la construcción colaborativa de saberes.

Como se puede observar en la figura 4, se evidencia a los estudiantes desarrollando el circuito propuesto compuesto de un display de 4 dígitos, con el propósito de familiarizarse con Arduino, allí, se resalta la emoción y asombro que genera Arduino en los estudiantes.

En el análisis de los resultados de la sesión, es posible realizar un ejercicio de indagación informal de la experiencia vivida por los estudiantes en el proceso de construcción del montaje, esto permite identificar que Arduino es una herramienta novedosa, que genera curiosidad en los estudiantes y permite centrar la atención en un objetivo común, propiciando la construcción de conocimiento de forma colaborativa.

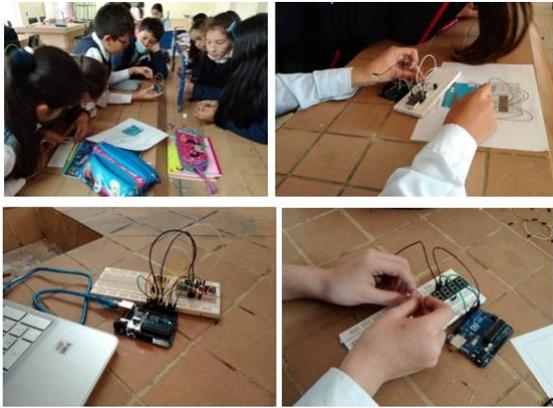


Figura 4. Imágenes de la experiencia de aula con los estudiantes.

**Fuente:** Elaboración propia

Sin embargo, vale la pena resaltar que, en el desarrollo de la propuesta, para los estudiantes de grado sexto fue complejo tener un acercamiento a la construcción de circuitos eléctricos con Arduino porque este componente no ha sido trabajado de manera frecuente en las clases de ciencias naturales, lo anterior, permite realizar un ejercicio de reflexión que lleva a identificar que el desarrollo de actividades experimentales no solo genera motivación y atracción a los estudiantes, sino que también permite a los estudiantes evidenciar aplicaciones tangibles de los conocimientos adquiridos en la clase de física, y que el estudio de ésta no se limita a la comprensión teórica de los fenómenos naturales, el desarrollo mecánico de ejercicios y resolución de problemas en los cuales, solo se memoriza una fórmula y se reemplazan datos de las variables.

Lo anterior se hizo evidente, cuando al finalizar la actividad y por medio de su lenguaje verbal, los estudiantes manifestaron su agrado con la actividad realizada y expresaron la voluntad de seguir explorando y aprendiendo sobre Arduino, sin embargo, también fue posible evidenciar una resistencia por parte de algunos estudiantes para usar el montaje con Arduino, ya que tenían preconcepciones acerca de su dificultad para manejar la plataforma, junto con la concepción de manejar artefactos costosos y el miedo a dañarlos.

### 4.3. Mediciones convencionales en física, haciendo uso del sensor de proximidad en Arduino

En el análisis de resultados de este componente de la investigación, se evidencia que, el proceso de registro de datos cuantitativos a partir de la función del circuito se llevó a cabo con los estudiantes en donde se seleccionaron diversos objetos del aula y una vez el montaje estaba funcionando se establecieron distancias de separación definidas de manera arbitraria.

Los estudiantes en primer lugar definieron distancias contabilizando pasos, posteriormente, ellos sugirieron medir con un metro para conocer un valor numérico de la distancia y posteriormente, ubicaron el objeto de tal forma que fuese detectado por el sensor ultrasónico.

En la tabla 2 los estudiantes registraron los datos obtenidos y el profesor introdujo dos nuevos valores para el análisis de mediciones, los cuales son el error relativo y el error absoluto. El primero muestra el tamaño del error respecto al valor verdadero (es adimensional). Por otro lado, el segundo, es la resta entre el valor real y el valor observado (tiene unidad de medida). Por último, los estudiantes calcularon el porcentaje de error, con base en los dos valores previos. En la figura 5 se evidencia el proceso de medición realizado por los estudiantes.

Tabla 2. Mediciones convencionales y no convencionales de distancia de objetos.

Objeto	Pasos	Distancia (cm) Medición con metro	Distancia (cm) Medición con Arduino	Error Relativo	Error Absoluto (cm)
Cuaderno	0,5	16	10	1,60	6
Cartuchera	1,0	27	17	1,59	10
Lápiz	1,5	42	36	1,17	6
Maleta	2,0	52	53	1,02	1
Carro de juguete	2,5	68	65	1,05	3

Mediciones de objetos realizadas por los estudiantes utilizando instrumentos convencionales y el sensor elaborado en Arduino. **Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5. Imágenes del proceso de medición desarrollado por los estudiantes. **Fuente:** Elaboración propia.

A partir de la implementación del montaje, los estudiantes vivieron un proceso en el que inicialmente realizaban medidas con procesos no convencionales (con los pies) y sin patrones exactos de medida, a un proceso que implicaba la toma de medidas de una forma más convencional, exacta y con exactitud de medidas de tipo cuantitativo (con el instrumento de medición y el sensor). Adicionalmente, se aproximó a los estudiantes a realizar un tratamiento de datos formal al calcular los tipos de errores y porcentajes.

Lo anterior, permite evidenciar que Arduino en el aula puede tener múltiples propósitos en la educación, los cuales pueden ir desde la generación de curiosidad en los estudiantes y de allí propiciar ejercicios de construcción de conocimiento, el fomento del pensamiento científico y computacional, y por supuesto, la generación de estrategias de enseñanza que integren las áreas STEM, en este caso particular ciencias con la medición de magnitudes físicas (distancia y conceptos de física), matemáticas (cálculos y mediciones) y tecnología (funcionamiento y programación del circuito).

Así mismo, con el desarrollo de la actividad fue posible evidenciar en los estudiantes actitudes positivas hacia la propuesta llevada al aula, dichas actitudes fueron visibles cuando los estudiantes manifestaban curiosidad y asombro al momento de construir el montaje en Arduino, expresando su

satisfacción al evidenciar su funcionamiento. Esta experiencia favoreció el trabajo en equipo entre los estudiantes, quienes definieron roles para elaborar el circuito bajo las orientaciones del profesor.

Por otro lado, con el desarrollo de la propuesta y en el ejercicio de implementación con los estudiantes, fue posible corroborar las afirmaciones de Arias, Jadán y Gómez (2019), cuando mencionan que, las estrategias de innovación y particularmente, de innovación educativa que vinculan el proceso y propuestas del Design Thinking, no solo desarrollan la creatividad de los estudiantes, sino que también potencia la motivación hacia el aprendizaje y la participación de los estudiantes en la construcción de su conocimiento.

## 5. Conclusiones y/o consideraciones finales

Con el desarrollo de la propuesta, se permite reconocer que el proceso de construcción de circuitos en Arduino permite desarrollar habilidades de pensamiento científico y lógico en los estudiantes, además, a partir de la motivación de estos en la participación en las sesiones de clase es posible plantear escenarios de innovación educativa para la clase de física, en la cual no se centre el conocimiento en la resolución mecánica de ejercicios y la memorización de fórmulas matemáticas.

Adicionalmente, se reconoce que la implementación de un sensor de proximidad en el aula de física permite a los estudiantes transitar de mediciones no convencionales a mediciones formales. En síntesis, se puede establecer que Arduino se configura como una herramienta educativa que permite brindar alternativas de solución a problemáticas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en contextos formales, dinamizando los contenidos de enseñanza y aportando a la configuración de ambientes de aprendizaje colaborativos y basados en la indagación.

Finalmente, el desarrollo de la propuesta permite evidenciar la capacidad de los profesores en formación para plantear estrategias de enseñanza

innovadoras que permiten la solución de problemáticas educativas reales, además, en dicho proceso es posible vincular las propuestas del Design Thinking en los procesos de planeación e implementación de herramientas como Arduino en procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

## 6. Referencias

- Acosta Castiblanco, M., Forigua Sanabria, C. P., & Navas Lora, M. A. (2015). **Robótica Educativa: un entorno tecnológico de aprendizaje que contribuye al desarrollo de habilidades**. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia] Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/17119>
- Arias, H., Jadán, J., y Gómez, L. (2019). **Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking**. Revista de divulgación científica Hamut'ay, 6 (1), 82-95. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6974899>
- Becerra, D. (2014). **Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos**. Revista Innovación Educativa, 14 (64), 73-99. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n64/v14n64a7.pdf>
- Becerra, D., Boude, O., & Mendivelso, M. (2020). **Percepciones de profesores y estudiantes sobre la enseñanza remota durante la pandemia COVID-19: caso del Colegio Misael Pastrana Borrero**. Revista Educacion Química, 31 (5), 129-135. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77086>
- Boylestad, R., Nashelsky, L. (2015). **Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos**. Pearson Education, Décima Edición. Recuperado de: <https://n9.cl/xlts>
- Cartagena, Y. G., & Reyes, D. (2012). **Robótica educativa y su potencial mediador en el desarrollo de las competencias asociadas a la alfabetización científica**. Revista educación y tecnología, (2), 42-55. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4502555>
- Coll, S. (2013). **El currículo escolar en el marco de la nueva ecología del aprendizaje**. Revista Aula de Innovación Educativa, 1(219), 31-36. Recuperado de: <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/53975/1/627963.pdf>
- Maggio, M. (2018). **Habilidades del siglo XXI: cuando el futuro es hoy**. Documento básico. Recuperado de: [http://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII\\_For\\_o\\_Documento\\_Basico\\_WEB.pdf](http://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII_For_o_Documento_Basico_WEB.pdf)
- Marcos, J., Pérez, S., Quintans, C., & Vilas, J. (2007). **Sistema multimedia para la enseñanza de los sensores de proximidad**. VIII Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAE).
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Patiño, K. P., & Quiel, J. (2012). **La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías**. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 13(2), 74-90. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201024390005>
- Naeem, W. (2009). **Concepts in electric circuits**. Bookboon. Recuperado de: <https://bookboon.com/en/concepts-in-electric-circuits-ebook>
- Pittí, K., Curto, B. & Moreno, V. (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas. TESI. (11)1, 310-329. [http://campus.usal.es/%7Erevistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/6294/6307](http://campus.usal.es/%7Erevistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/6294/6307)
- Rodríguez, E. (2020). **Los niveles argumentativos y su relación con los modelos explicativos del concepto de circuitos eléctricos**. Recuperado de: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/11874/9435>

Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). **Bringing engineering to elementary school**. Journal of STEM Education: innovations and research, 5(3). Recuperado de: [http://greenframingham.org/stem/research/item1\\_bring\\_engr\\_elem021505.pdf](http://greenframingham.org/stem/research/item1_bring_engr_elem021505.pdf)

Steinbeck, R. (2011). **Building creative competence in globally distributed courses through design thinking**. Comunicar. Media Education Research Journal, 19(2). Recuperado de: [https://www.scipedia.com/public/Steinbeck\\_2011a](https://www.scipedia.com/public/Steinbeck_2011a)

Universidad Industrial de Santander (2014). **Introducción a Arduino**. Recuperado de: <https://halley.uis.edu.co/tierra/wp-content/uploads/2014/12/arduino.pdf>

Usaola García, J., & Moreno López de Saá, M. (2003). **Circuitos eléctricos: problemas y ejercicios resueltos**. Recuperado de: <https://n9.cl/sln3g>

Zúñiga, A. L. A. (2012). **Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas**. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 13(3), 6-27. Recuperado de: <https://revistas.usal.es/tres/index.php/eks/article/view/9126/9355>