



# Universidad Autónoma de Zacatecas

## “Francisco García Salinas”

## Unidad Académica de Docencia Superior

### Maestría en Tecnología Informática Educativa

**Desarrollo de un dispositivo embebido para identificar, comprender y practicar el valor posicional de los números**

Tesis que presenta  
José Ulises Domínguez Botello

Para obtener el grado de  
Maestro en Tecnología Informática Educativa

Director de tesis  
Dr. Víctor Ricardo de la Torre García

Codirectora de tesis  
Dra. Verónica Torres Cosío

Zacatecas, Zac., noviembre 2025



**SOMOS**  
ARTE, CIENCIA Y  
DESARROLLO  
CULTURAL



**Asunto:** Autorización de Impresión de Trabajo  
No. Oficio MTIE 023/2025

**C. José Ulises Domínguez Botello**  
Candidato a Grado de Maestría en  
Tecnología Informática Educativa  
**P R E S E N T E**

Por este conducto, me permito comunicar a usted, que se le autoriza para llevar a cabo la impresión de su trabajo de tesis:

**"Desarrollo de un dispositivo embebido para identificar, comprender y**  
**practicar el valor posicional de los números".**

Que presenta para obtener el Grado de Maestría.

También se le comunica que deberá entregar a este Programa Académico 1 empastado y 1 USB de su tesis a la brevedad posible.

Sin otro particular de momento, me es grato enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
Zacatecas, Zac., a 13 de noviembre del 2025

*Glenda Flores A.*

**Dra. Glenda Mirtala Flores Aguilera**  
Directora de la U.A. de Docencia Superior



UNIDAD ACADÉMICA DE  
DOCENCIA SUPERIOR  
UAZ

c.c.p.- Alumno  
c.c.p.- Archivo

**Consorcio de**  
Universidades  
Mexicanas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS 'FRANCISCO GARCÍA SALINAS'  
Av. Preparatoria s/n, Fraccionamiento Progreso, C.P. 98068, Zacatecas, Zac. Tel. 492 925 6690 Ext. 1570  
Correo electrónico: [mtie@uaz.edu.mx](mailto:mtie@uaz.edu.mx)

**Dra. Glenda Mirtala Flores Aguilera**  
**Directora de la Unidad Académica de Docencia Superior**  
**P R E S E N T E**

En respuesta al nombramiento que me fue suscrito como director de tesis del alumno: José Ulises Domínguez Botello cuyo título de su trabajo se enuncia: “**Desarrollo de un dispositivo embebido para identificar, comprender y practicar el valor posicional de los números**”.

Hago constar que ha cubierto los requisitos de dirección y corrección satisfactoriamente, por lo que está en posibilidades de pasar a la disertación de su trabajo de investigación para certificar su grado de Maestro (a) en Tecnología Informática Educativa. De la misma manera no existe inconveniente alguno para que el trabajo sea autorizado para su impresión y continué con los trámites que rigen en nuestra institución.

Se extiende la presente para los usos legales inherentes al proceso de obtención del grado del interesado.

**A T E N T A M E N T E**  
Zacatecas, Zac., a 13 de Noviembre del 2025

Dr. Victor Ricardo de la Torre García  
Director de Tesis

### **Dedicatoria**

Esta investigación es gracias a mi esposa Bella Lury García, quien ha sido mi apoyo incondicional durante la maestría. Gracias al trabajo en conjunto, se lograron los resultados esperados.

A mi madre y hermanos por su presencia durante toda mi vida de estudiante, y en especial a mi padre quien me enseñó a siempre dar lo mejor de mí; hasta el cielo papá.

## **Agradecimientos**

Expreso mi gratitud a la Universidad Autónoma de Zacatecas en conjunto con la Unidad Académica de Docencia Superior por confiar en mi intención de superación y de apoyar a la educación de nuestro país.

A las y los doctores que día con día ofrecieron lo mejor de sí para que pudiera alcanzar un aprendizaje significativo en cada una de las materias cursadas durante estos dos años, todo mi respeto en su ardua labor.

Al Dr. Víctor De la Torre, por encaminar mi idea en un proyecto de investigación que a la posteridad ayudará a muchos estudiantes en su camino por aprender.

Así mismo, para el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por la beca otorgada durante la estancia de la maestría, ya que con estos recursos se pudieron adquirir los materiales y dispositivos necesarios para poder ensamblar los dispositivos embebidos necesarios para la realización de la intervención en este proyecto de investigación.

A la plantilla docente y director de la escuela primaria “Aquiles Serdán” de la comunidad de las Pilas, Morelos, Zacatecas por permitirme realizar la intervención y por el tiempo dispuesto por los docentes involucrados.

## Resumen

La tecnología se ha convertido en una herramienta indispensable en el día a día de todas las personas. La mayoría de las actividades que realizamos necesitan de dispositivos complejos que nos permiten comunicarnos, aprender y divertirnos. Así mismo, la tecnología ofrece dispositivos menos complejos, pero con un potencial enorme de llevar a cabo ideas, tal es el caso de los dispositivos embebidos, es decir, dispositivos creados a partir de plataformas de software y hardware libre.

En México las matemáticas son vistas como una materia complicada y en ocasiones aburrida, tal es el caso que los resultados nacionales sobre conocimientos en esta área están por debajo de lo que se podría considerar como aceptable.

Considerando lo anterior, el propósito de esta investigación es desarrollar un dispositivo embebido para posteriormente utilizarlo como apoyo dentro de actividades planeadas mediante la unión de los diseños instruccionales ASSURE y ADDIE para la enseñanza del valor posicional de los números a estudiantes de tercer grado de primaria.

Antes de las actividades planeadas se realizó un pretest para tener un punto de partida medible, posterior a las actividades donde el dispositivo embebido fue aplicado, se realizó un post test. Los resultados del post test mostraron una mejoría del 31.29% con respecto a los resultados del pre test. Los resultados no solo demuestran una mejoría en los conocimientos de los estudiantes, adicionalmente, confirman que este tipo de dispositivos despiertan un interés en los alumnos por aprender.

**Palabras clave:** Dispositivo embebido, hardware libre, software libre, Arduino, valor posicional de los números.

## Índice

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1    Antecedentes .....	1
1.2    Marco Contextual .....	5
1.3    Planteamiento del problema.....	7
1.4    Preguntas de investigación.....	11
1.4.1    Pregunta general .....	11
1.4.2    Preguntas específicas.....	11
1.5    Objetivos.....	12
1.5.1    Objetivo general .....	12
1.5.2    Objetivos específicos.....	12
1.6    Supuesto de investigación.....	13
1.6.1    Hi.....	13
1.6.2    Ho.....	13
1.7    Justificación .....	13
1.8    Alcances y limitaciones .....	15
1.8.1    Alcances .....	15
1.8.2    Limitaciones .....	15
Capítulo 2: Marco Teórico.....	17
2.1 Desarrollo de dispositivos embebidos con hardware y software libre.....	17
2.1.1 Hardware libre.....	17
2.1.1.1 Hardware reconfigurable.....	18
2.1.2 Computadora Mono Placa .....	18
2.1.3 Arduino.....	19
2.1.4 Software libre .....	21

2.1.5 Entornos de desarrollo Integrados.....	22
2.1.6. Dispositivos Embebidos.....	23
2.1.6.1. Integración de hardware y software usando metodología ágil Scrum. ....	24
2.2 Metodologías de enseñanza-aprendizaje implementadas con TIC .....	25
2.2.1 Teorías del aprendizaje.....	26
2.2.1.1 Conductismo.....	26
2.2.1.2 Constructivismo .....	27
2.2.1.3 Cognoscitivismo.....	28
2.2.1.4 Conectivismo.....	28
2.2.2 Modelos de diseño instruccional .....	29
2.2.2.1 Modelo instruccional ADDIE.....	30
2.2.2.2 Modelo instruccional ASSURE.....	31
2.2.2.3 Unión de ADDIE y ASSURE.....	33
2.2.3 Metodologías activas.....	34
2.2.3.1 Metodologías STEAM .....	34
2.3 Valor posicional de los números .....	36
2.3.1 Sistema numérico decimal .....	37
2.3.2 Sentido numérico.....	37
2.3.3 Comprensión del valor posicional de los números.....	38
Capítulo 3: Diseño Metodológico .....	39
3.1 Tipo de investigación.....	39
3.2 Sujetos de estudio .....	40
3.3 Técnicas e instrumentos .....	40
3.4 Modelo de diseño instruccional o diseño de la intervención.....	41
3.4.1 Etapa de análisis .....	42

3.4.2 Etapa de establecimiento de objetivos .....	42
3.4.3 Etapa de diseño.....	43
3.4.4 Etapa de desarrollo .....	47
3.4.5 Etapa de implementación y solicitud de participación de los estudiantes.....	51
3.4.6 Etapa de evaluación.....	56
Capítulo 4: Resultados.....	58
4.1 Resultados del desarrollo del dispositivo de hardware y software libre.....	58
4.2 Resultados de las actividades realizadas en conjunto con el dispositivo embebido...	60
4.3 Cumplimiento de objetivos.....	63
4.3.1 Desafíos encontrados.....	63
4.3.2 Áreas de mejora.....	64
Capítulo 5: Conclusiones.....	65
Referencias .....	69
Apéndices .....	81
1.- Instrumento aplicado en el pre y post test para evaluar el nivel de conocimiento en el tema del valor posicional de los números.....	81
2.- Material recortable para los estudiantes utilizado en la intervención.....	85
2.1 Tiras de unidades, decenas y centenas .....	85
2.2 Fichas de colores .....	86
2.3 Monedas y billetes.....	87
2.4 Tabla de valor posicional con números.....	88
2.5 Tabla de valor posicional con letras .....	88
2.5 Tabla de valor posicional vacía. ....	89
3.- Código fuente del dispositivo embebido. ....	89
3.1 Enlace a Github para acceso al código.....	89

## Índice de figuras

Puntajes de México obtenidos en la prueba PISA 2022 .....	8
Porcentaje de aciertos por grado.....	9
Porcentaje por grupo dividido en los tres aspectos evaluados.....	10
Placa Arduino modelo Mega 2560 .....	20
Entorno de desarrollo integrado de Arduino.....	23
Diagrama y estructura del modelo ADDIE.....	31
Diagrama y estructura del modelo ASSURE.....	32
Diagrama y estructura de la combinación de diseños instruccionales ASSURE Y ADDIE.	33
Diagrama y estructura de la metodología STEAM. .....	36
Dispositivo embebido en funcionamiento. ....	58
Dispositivo embebido con su fuente de alimentación. ....	59

## Índice de tablas

Relación de Sprints y los objetivos realizados en cada uno. ....	43
Estructura de objetivos y actividades en la intervención.....	45
Prototipos resultantes del desarrollo del dispositivo embebido.....	48
Relación de actividades y evidencias durante la intervención .....	51
Resultados de prueba de consistencia interna del instrumento aplicado .....	57
Relación de requerimientos cumplidos en el desarrollo del dispositivo embebido.....	59
Segmentación de reactivos del examen para el pre y post test.....	61
Resultados obtenidos .....	62
Futuras líneas de investigación.....	67

## Capítulo 1: Introducción

### 1.1 Antecedentes

El aprendizaje del valor posicional de los números es indispensable, mencionan Martínez, Quintero y Zazueta (2021) que “permitirá a los estudiantes situarse en una mejor posición para el aprendizaje subsecuente” (p. 280). Es decir, el conocimiento del valor posicional es necesario para aprender otros temas, por ejemplo, las operaciones con transformación. En el grupo de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán, se ha detectado una dificultad para poder comprender lo relacionado con el tema del valor posicional de los números. Se buscaron investigaciones afines al tema del valor posicional en repositorios y bases de conocimiento científico, con el fin de encontrar como se ha tratado el problema a nivel internacional, nacional y local. Las investigaciones con la información más relevante fueron las siguientes.

A nivel internacional encontramos que Cuhunay (2020), llevó a cabo el estudio “gamificación y enseñanza del valor posicional de los números naturales en estudiantes de tercer año” del centro de tareas dirigidas y refuerzo escolares “Happy Kids” en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, Ecuador. El objetivo planteado fue demostrar el nivel de eficiencia de la gamificación como método activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del valor posicional de los números naturales en estudiantes del tercer año. La muestra estuvo constituida por veinte estudiantes. El tipo de investigación posee enfoque cuantitativo de tipo cuasiexperimental con alcance correlacional. Los instrumentos que se usaron fueron encuentras mediante el pretest y postest. Los resultados mostraron que los alumnos obtuvieron en pretest una calificación media de 6 y en el postest una calificación media de 9, concluyendo que la gamificación ayudó a que se obtuvieran mejores resultados.

En la ciudad de Bogotá, Colombia, Ramírez (2020), realizó la investigación “Down: tareas que posibilitan la comprensión del valor posicional a través del agrupamiento de cantidades”. Con el objetivo de ampliar el panorama de la educación inclusiva en el área de las matemáticas, en especial con una estudiante con síndrome de Down. La investigación es de tipo cualitativa. Se diseñaron dos actividades en las cuales se obtuvo información con la cual, se realizó un análisis basado en los planteamientos del marco de referencia. Evidenciando que, a pesar de los procesos y actividades realizadas, no fue posible determinar en qué nivel de pensamiento se encuentra la estudiante.

Pino Moreno y Cuestas Salas (2015), realizaron el estudio titulado “Apropiación del valor posicional numérico en el sistema de numeración decimal en estudiantes de cuarto y quinto de primaria”, realizado en Medellín, Colombia. El objetivo descrito fue realizar el proceso de apropiación del valor posicional numérico en el sistema de numeración decimal en estudiantes de cuarto y quinto de primaria de la institución educativa María de los Ángeles Cano Márquez. La muestra consideró dos grupos de tres alumnos cada uno. La investigación de tipo cualitativa, con estudio intrínseco del caso. Utilizó videos, fotografías y hojas de trabajo de los alumnos. La investigación arrojó que los juegos implementados tuvieron un rol importante en el aprendizaje del valor posicional de los números.

En la ciudad de Guadalajara, Jalisco, Morales et al. (2021), llevaron a cabo, el estudio titulado “Significados del número natural en libros de texto mexicanos: un análisis descriptivo” Con el objetivo de caracterizar el significado pretendido para el tratamiento de número natural, en libros de texto de matemáticas, correspondientes a los tres primeros grados de la educación primaria en México. La muestra se conformó por libros de matemáticas del primer al tercer grado de primaria. El tipo de investigación fue cualitativa, de nivel descriptivo. Se crearon instrumentos

llamados configuraciones y una tabla con las actividades propuestas para el tratamiento del número natural. Los resultados obtenidos muestran diferencias entre los tres cursos, en cuanto a la presencia de los significados del número natural, además se observa la ausencia del estudio explícito de objetos clave, como lo son, unidad, decena, centena y unidad de millar.

En la línea de antecedentes nacionales, Olvera-Sánchez (2023), documentó el estudio “Conocimiento especializado del profesor de primaria sobre el sistema de numeración decimal”, en la ciudad de Querétaro, México. El objetivo presentado fue caracterizar el conocimiento matemático y didáctico matemático de los profesores de primaria. La muestra formada por cuatro profesores en activo. La investigación es de tipo cualitativa de corte interpretativo. Los instrumentos aplicados incluyeron grabaciones de video conferencias de Google Meet. El resultado obtenido se determinó que los profesores refieren muy pocas definiciones relacionadas con el sistema numérico decimal.

Dentro del orden de investigaciones nacionales, Castañeda-Hernández (2022), en la ciudad de Querétaro. Llevó a cabo la investigación con título “El valor posicional: Una secuencia didáctica para segundo ciclo de una escuela primaria multigrado”. Se planteó el objetivo de diseñar una secuencia didáctica que favorezca el aprendizaje del valor posicional para alumnos de 3º y 4º de primaria de una escuela multigrado. La muestra analizada fueron las situaciones didácticas dadas por el contexto. El tipo de investigación fue teórica. Los instrumentos utilizados fueron secuencias didácticas y material didáctico generado dentro de la tesis. Los resultados concluyeron que el uso de las secuencias didácticas favorece al uso correcto del sistema numérico decimal.

Dentro de las investigaciones locales, Castro-Delgado (2017), realizó el estudio “La integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: usos e intencionalidades en el currículum oficial del nivel secundaria”. Efectuado en la ciudad de

Zacatecas, Zac. Su objetivo, describir los usos e intencionalidades de la tecnología que aparecen en el currículo oficial de matemáticas de la educación secundaria, y así determinar la forma en la que se integra ésta a la educación matemática. La muestra estuvo conformada por 319 planes de estudio. El tipo de investigación fue con enfoque mixto. Aplicó fichas de registro como instrumentos para obtener información. Los resultados obtenidos confirman que el 14.1% de los planes incluyen de manera explícita el uso de tecnología.

En la ciudad de Zacatecas, Zac., Acevedo-Rodríguez et al. (2023) llevaron a cabo el estudio nombrado “Secuencias de enseñanza para el valor posicional y operaciones aritméticas, adaptadas para estudiantes con discapacidad visual”. Con el objetivo de adaptar secuencias de enseñanza aplicadas en grupos regulares educación básica, incluyendo para ello materiales didácticos que favorezcan la comprensión del valor posicional en el área de operaciones aritméticas básicas para grupos inclusivos con estudiantes con discapacidad visual. La muestra la conformaron dos alumnos con discapacidad visual. El tipo de investigación fue cualitativa descriptiva. Grabó diálogos de los alumnos como instrumentos para obtener la información. Los resultados determinaron que las secuencias desarrolladas en esta investigación son una fuente de motivación para todos los estudiantes, atrajeron su atención y despertaron su curiosidad.

En otro antecedente de tipo local, García Ruvalcaba (2020) realizó el estudio “Fichero didáctico para la enseñanza de numeración y operaciones aritméticas básicas en contextos multigrado, nivel básico”. Efectuado en la ciudad de Zacatecas, Zac. El objetivo proyectado expresa proponer fichas temáticas para la enseñanza de numeración y operaciones aritméticas básicas, conceptos contenidos en el eje temático número, álgebra y variación/sentido numérico y pensamiento algebraico (según el plan que corresponda), dirigidas a la enseñanza en escuelas unitarias de nivel primaria. Como muestra participaron siete docentes. El tipo de investigación fue

cuantitativa y exploratoria. Para recabar la información se llenaron rúbricas y cuestionarios. Los resultados manifiestan que cada ficha ofrece aprendizajes propuestos por los planes y programas de educación vigentes.

De los antecedentes analizados, es destacable el hecho de que los libros de texto no llevan una secuencia adecuada para la enseñanza del valor posicional de los números. Es interesante la forma en que la gamificación tuvo un resultado positivo y la inclusión de personas con síndrome de Down tiene un largo camino por encontrar la metodología de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes con esta condición.

Todos los antecedentes consideran el conocimiento del valor posicional de los números como elemento medular para que los estudiantes se puedan desenvolver de manera adecuada en conocimientos posteriores.

## **1.2 Marco Contextual**

En el marco de la reforma educativa de la Nueva Escuela Mexicana, se establece que el estado buscará la equidad, excelencia y la mejora continua de la educación, colocando al centro el máximo logro de los aprendizajes de los NNAJ (niñas, niños, adolescentes y jóvenes). Plantea como objetivos: el desarrollo humano integral del alumno, influir en la cultura educativa con base en la corresponsabilidad e impulsar dentro de la escuela y la comunidad transformaciones, eso según la Ley General de Educación (2023). Lo anterior se pretende lograr a través de los diferentes niveles educativos y centros escolares.

La escuela primaria Aquiles Serdán, se encuentra ubicada en la comunidad de las Pilas, perteneciente al municipio de Morelos, Zacatecas, aproximadamente a doce kilómetros de la

ciudad de Zacatecas. Esta comunidad de tipo rural tiene alrededor de 1260 habitantes, colinda con la cabecera municipal del municipio de Morelos.

La escuela es de organización completa, teniendo seis grupos, además, cuenta con profesor de física y profesora de educación especial. La matrícula aproximada es de 240 alumnos en total, que oscilan entre los cinco y trece años de edad. La institución cuenta con un aula para cada grado escolar, dirección, centro de cómputo, espacio de intendencia, baños, una plaza cívica y cancha con techo de domo.

En cuanto a tecnología cada aula tiene una computadora, bocinas y un proyector, sin embargo, solamente dos aulas tienen este equipamiento en función, el resto o no funciona o no se les da uso. El centro de cómputo tiene alrededor de veinte computadoras funcionales, teniendo el problema que no están actualizadas, se vuelven lentas y no abren todos los programas, aunado a esto, el internet que llega a la escuela es deficiente, lento y en ocasiones pasan horas o días enteros que no hay servicio.

La planta docente está conformada por 6 maestros frente agrupo, un director, un intendente, área de USAER y un maestro de educación física. El horario en que se labora es matutino desde las ocho de la mañana hasta la una de la tarde.

Destacar que los padres de familia cuentan con diferentes niveles de escolaridad, el 20% tiene una carrera universitaria, mientras que el 80% restante se dedica al comercio, al hogar, fábricas entre otros. Esto da pie, a que el 40% de los alumnos reciban apoyo constante de parte de sus tutores, el resto carece de apoyo adecuado y presentan dificultades en el logro de los aprendizajes.

En el centro educativo se puede observar que, los resultados obtenidos en pruebas estandarizadas en Matemáticas, presentan niveles bajos de aprendizaje, similares a los obtenidos a nivel nacional. En el grupo de tercero “A” se tienen similares resultados en el área de Matemáticas, específicamente en el tema del valor posicional de los números, por lo anterior, en el grupo de 3 “A” se aplicarán las actividades que contemplen como apoyo el uso del dispositivo de hardware y software libre.

### **1.3 Planteamiento del problema**

Las matemáticas forman parte de nuestra vida diaria. Desde su aplicación en tareas sencillas como ir de compras, hasta los cálculos de alta precisión utilizados para llevar instrumentos al espacio. En palabras de Brito (2016) “la matemática es un lenguaje con el cual la humanidad manifiesta un ligero entendimiento de cómo se expresa la madre naturaleza y es un importante medio para entender todo lo que nos rodea” (p. 1).

Como toda área del saber, es preciso formar bases firmes que permitan sostener los conocimientos posteriores. Tal es el caso del sentido numérico. En términos de definición para el sentido numérico “no existe una respuesta única, ni inmediata ni sencilla” (García, 2014, p. 57).

Con base a las posturas de comprensión y habilidad Bruno (2000) refiere la siguiente definición “el sentido numérico se refiere a la comprensión general que tiene una persona sobre los números y las operaciones, junto con la habilidad para usar esta comprensión de forma flexible para hacer juicios matemáticos y para desarrollar estrategias numéricas (p. 58).

Dentro de los resultados internacionales, México ha destacado por alcanzar resultados negativos. En palabras del IMCO (2023) “México es el tercer país peor evaluado de la OCDE en

Matemáticas” (p. 1). Dentro de las pruebas realizadas en México por parte de la OCDE desde el año 2003, han venido presentando un importante declive, el cual se muestra en la siguiente gráfica.

**Figura 1**

*Puntajes de México obtenidos en la prueba PISA 2022.*



*Nota:* Adaptado del artículo Pisa 2022: Dos de cada tres estudiantes en México no alcanzan el nivel básico de aprendizajes en Matemáticas (p.3), por el Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (2023).

La prueba MEJOREDU es una prueba nacional que evalúa a manera de diagnóstico los aprendizajes fundamentales de matemáticas, lectura y formación cívica y ética. (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2023). Dentro del diagnóstico de las matemáticas se evaluaron tres aspectos, los cuáles son:

1.- Número, álgebra y variación. Dentro de este aspecto se evalúa de manera general el sentido numérico.

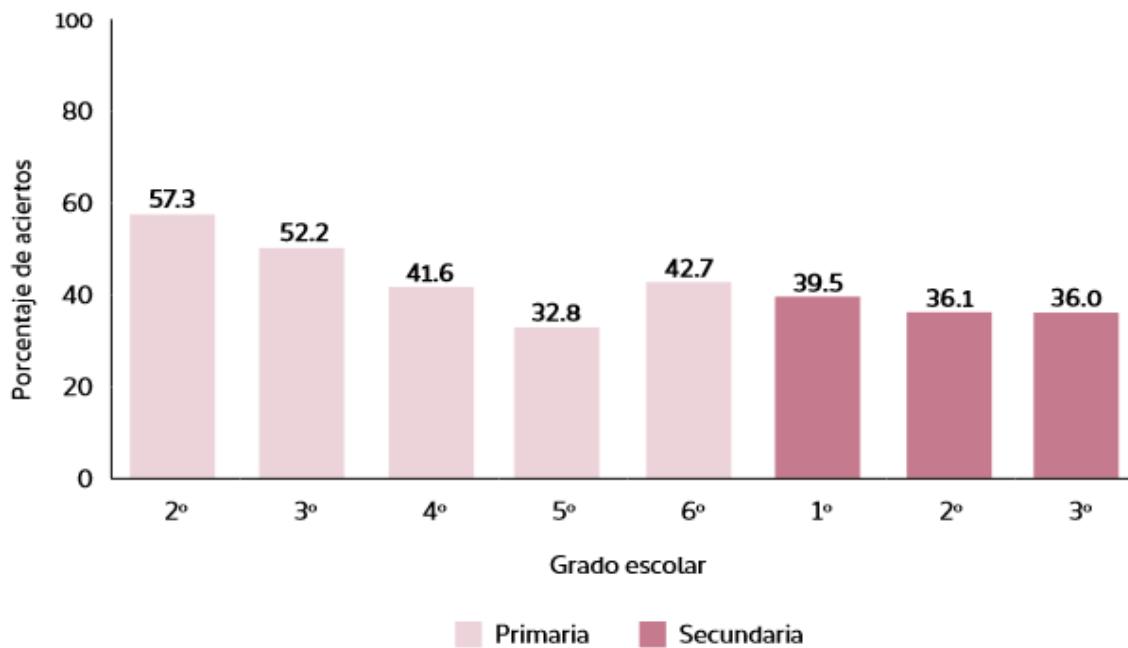
2.- Forma, espacio y medida.

### 3.- Análisis de datos.

Considerando los tres aspectos evaluados, a nivel nacional, el promedio de aciertos es de un 42.275%. El cuál podemos analizar en la siguiente figura:

**Figura 2**

*Porcentaje de aciertos por grado.*



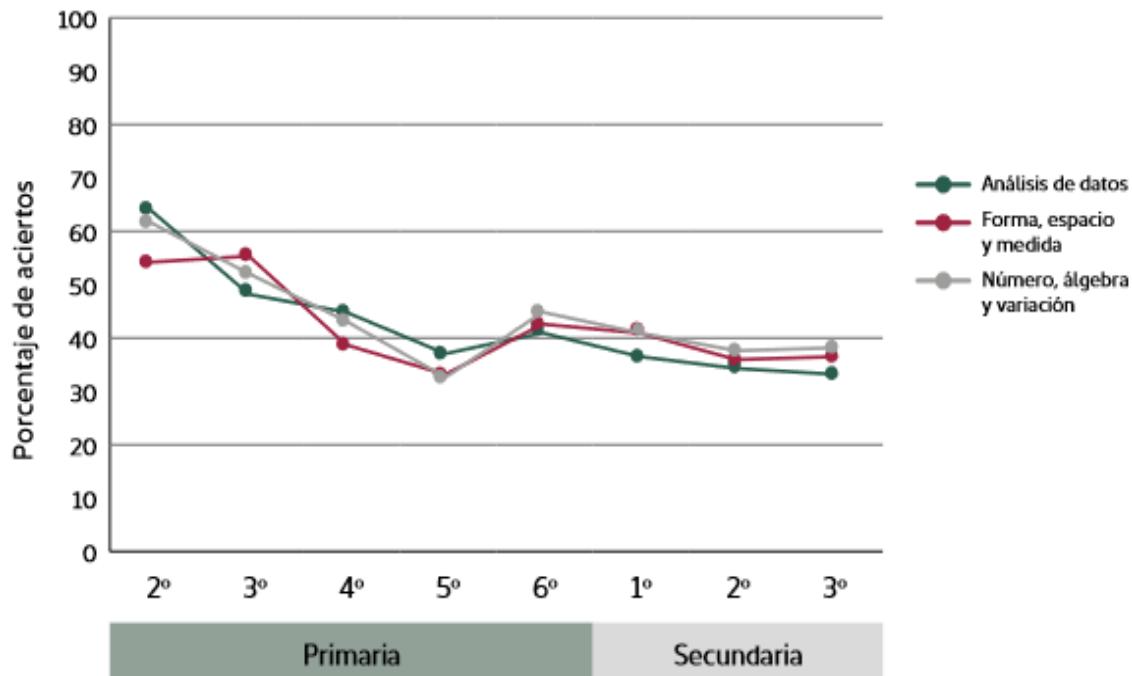
*Nota:* La gráfica muestra el porcentaje obtenido a nivel nacional dentro de las matemáticas.

Tomado de Evaluación diagnóstica del aprendizaje de las y los alumnos de educación básica 2022-2023 (p. 11), por Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023).

La Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023) dividió los resultados en los tres aspectos evaluados en matemáticas. Lo podemos revisar en la siguiente gráfica.

**Figura 3**

*Porcentaje por grupo dividido en los tres aspectos evaluados.*



*Nota:* Tomado de Evaluación diagnóstica del aprendizaje de las y los alumnos de educación básica 2022-2023 (p. 14), por Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023).

Con la información presentada, analizamos que los resultados en los tres aspectos no es el óptimo.

Dentro del aspecto número, álgebra y variación en palabras de la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023) se evalúa “el concepto de número y sus operaciones (números naturales, decimales, fraccionarios y enteros); problemas de suma, resta, multiplicación, división, potencias y radiación; la estimación y el cálculo mental, así como patrones sucesiones de números o figuras” (p. 10). Por ende, el sentido numérico está evaluado dentro de la evaluación MEJOREDU.

Ross (1990) relaciona “la comprensión del valor de posición con la capacidad de coordinar y sintetizar conocimientos dentro del sistema de numeración en base diez” (p. 3). Con esta definición, determinamos que el valor posicional forma parte de los conocimientos básicos dentro del sentido numérico.

Los resultados presentados por la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación muestran un claro declive en el conocimiento de matemáticas según el grado va avanzando. Las matemáticas se dividen en muchos temas y subtemas, por ende, se describe el tema del sentido numérico que se manejará como tema principal y dentro de éste, como subtema, el valor posicional de los números.

Los resultados obtenidos en el grupo de 3 “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán derivado de la aplicación de la prueba MEJOREDU arrojaron que el 56.37% de los alumnos comprenden y aplican de manera correcta el conocimiento del valor posicional de los números, mientras que el resto, no logran hacerlo. Por lo anterior, en el grupo de 3 “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán, ubicada en la comunidad de las Pilas, Morelos, Zacatecas; los alumnos muestran dificultad para identificar y comprender el valor posicional de los números.

## **1.4 Preguntas de investigación**

### ***1.4.1 Pregunta general***

¿Cuál es el resultado de implementar un dispositivo embebido para la identificación, comprensión y práctica del valor posicional de los números en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán?

### ***1.4.2 Preguntas específicas***

¿Qué actividades se pueden adaptar mediante la implementación de un dispositivo embebido para la identificación, comprensión y práctica del valor posicional de los números en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán?

¿Cómo la implementación de un sistema en tiempo real mejora la identificación, comprensión y práctica del valor posicional de los números en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán?

¿Cómo mejora la representación de los números con la implementación de un dispositivo de hardware y software libre en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán?

¿Cómo mejora la cuantificación de los números con la implementación de un dispositivo de hardware y software libre en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán?

## **1.5 Objetivos**

### ***1.5.1 Objetivo general***

Desarrollar una aplicación y un dispositivo de hardware y software libre que permita a los alumnos del grupo de 3 “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán de la comunidad de Las Pilas del municipio de Morelos; el identificar, comprender y practicar sobre el tema del valor posicional de los números.

### ***1.5.2 Objetivos específicos***

1. Recoger información mediante una prueba de diagnóstico a los alumnos del grupo de tercero “A” para determinar el nivel de conocimiento en el que se encuentran sobre el valor posicional de los números.

2. Planear las actividades, desarrollar y programar el dispositivo de hardware y software libre que permita a los alumnos identificar, comprender y practicar el tema del valor posicional de los números.
3. Realizar las actividades planeadas en conjunto con el dispositivo embebido y registrar los resultados.
4. Evaluar a los alumnos de grupo de tercero “A” y comparar los resultados con obtenidos de la prueba de diagnóstico.

## **1.6 Supuesto de investigación**

### ***1.6.1 Hi***

La implementación de un dispositivo embebido permite la identificación, comprensión y práctica del valor posicional de los números en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán.

### ***1.6.2 Ho***

La implementación de un dispositivo embebido no permite la identificación, comprensión ni la práctica del valor posicional de los números en los alumnos de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán.

## **1.7 Justificación**

Las matemáticas son una ciencia que utilizamos de manera cotidiana. Desde el conteo, pequeñas sumas o restas, hasta cálculos avanzados que se utilizan para construir edificios o casas. Cómo toda área del saber, las matemáticas deben de tener un cimiento con bases y conocimientos firmes. Dentro de estos conocimientos se encuentra el valor posicional de los números. El valor

posicional forma parte del sentido numérico, para que los alumnos puedan comenzar con operaciones básicas, es imprescindible que se domine el tema del valor posicional.

Price (2001) define el valor posicional como:

Principio organizador del sistema numérico basado en diez, que determina el valor numérico representado por un dígito, el cual corresponde al valor nominal que lo identifica multiplicando por la potencia de diez, asociada con la posición que ocupa en una cadena numérica (p. 18).

Por lo anterior, Price (2001) señala que:

Un estudiante que entiende el valor posicional es capaz de utilizar la posición dentro del sistema numérico basado en diez para formar de una manera precisa estructuras conceptuales de cantidades representadas y escritas con símbolos numéricos. El estudiante puede manipular cantidades numéricas de maneras significativas para responder preguntas matemáticas (p. 21).

Con lo antes mencionado, se confirma que la comprensión del valor posicional se logra cuando el alumno puede construir cantidades, conociendo el valor de cada número dependiendo de su posición.

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, analizando los resultados de la prueba MEJOREDU presentados por la comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023) los cuales, muestran que el porcentaje de conocimientos obtenidos en educación básica en el área de matemáticas es apenas del 42.27%. Con estos datos, es importante encontrar la razón del porqué se obtuvieron esos resultados, y determinar si la comprensión del valor posicional es determinante para mejorar los resultados de las pruebas en Matemáticas.

Las matemáticas forman parte de la vida diaria de las personas. En palabras de Brito (2016) menciona que “la matemática es un lenguaje con el cual la humanidad manifiesta un ligero entendimiento de cómo se expresa la madre naturaleza y es un importante medio para entender todo lo que nos rodea” (p. 1).

La importancia de la investigación considera que los alumnos se formen con bases firmes que les permitan comprender y aplicar de manera adecuada el valor posicional de los números.

La conveniencia de la investigación yace en que, si los alumnos identifican, comprenden y practican el valor posicional de los números, les será más sencillo el tomar los temas consecuentes.

La investigación beneficiará a los alumnos y al docente encargado del grupo de tercero “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán que se encuentra en la comunidad de Las Pilas, Morelos, Zacatecas. Sin embargo, si los resultados son satisfactorios. Se planea que el dispositivo sea implementado en los demás grupos que lo consideren útil.

## **1.8 Alcances y limitaciones**

### ***1.8.1 Alcances***

La investigación considera 27 alumnos del grupo de tercer grado grupo “A” de la escuela primaria Aquiles Serdán, situada en la comunidad de Las Pilas, Morelos, Zacatecas.

Adicionalmente, es importante señalar, que, dentro del sentido numérico, solamente se abarca el tema del valor posicional de los números.

La tecnología que se aplicará para la intervención es de código abierto, por lo que no representará costos en licencias.

### ***1.8.2 Limitaciones***

El principal obstáculo es que, en el aula de tercer grado cuenta con un equipo de cómputo obsoleto que no permite el desarrollo de software. Lo que conlleva, que tendrá que hacerse uso de computadora personal y costear la adquisición del hardware necesario, para desarrollar el dispositivo planeado que apoye en la enseñanza del valor posicional.

## Capítulo 2: Marco Teórico

### 2.1 Desarrollo de dispositivos embebidos con hardware y software libre

El eje principal de esta investigación yace en la implementación de un dispositivo embebido creado con hardware y software libre. Por ello, es indispensable entender los conceptos que rodean este tópico.

#### 2.1.1 *Hardware libre*

El primer concepto que debemos considerar es el de hardware. Según Monterrubio (2024) el hardware son los componentes rígidos encargados el procesamiento de datos (p. 1). Es decir, el hardware son los componentes físicos que forman parte de un sistema que procesa datos.

Ahora que se comprende lo que es el hardware, es preciso definir una vertiente que es el hardware libre. La definición dada por Basel (2020) el hardware libre tiene como objetivo adaptar las cuatro libertades del software libre, al diseño de partes físicas mediante una licencia que permita distribuir los diseños y el código fuente para desarrollar los dispositivos. Por su parte la Free Software Foundation (2015) considera al hardware libre como diseños libres de hardware que permitan a los usuarios utilizar, copiar y redistribuir un diseño considerando que puede contener modificaciones. Todo diseño de hardware libre debe permitir las cuatro libertades del software libre.

Los autores anteriores coinciden en que el hardware libre se refiere al poder estudiar, modificar, redistribuir los planos para poder desarrollar hardware y no al hecho de que un dispositivo o hardware sea libre, la misma Free Software Foundation (2015) recomienda que se utilice el término de diseño libre con el fin de evitar confusiones.

### ***2.1.1.1 Hardware reconfigurable***

Específicamente dentro de la clasificación del hardware Díaz (2015) menciona dos diferentes tipos.

1. Hardware estático, que son los componentes que forman parte del ensamblaje electrónico, es decir, que no tienen contacto con el software.
2. Hardware reconfigurable, el cual está especificado para trabajar con un lenguaje de programación a este, se le envían las instrucciones mediante archivos con código fuente especificando las acciones a realizar (p.6).

Por otra parte, González et al. (2003) describen al hardware reconfigurable como aquel que se basa en un HDL que adicionalmente les da una característica muy importante que los dispositivos se pueden convertir en cualquier dispositivo digital dependiendo de las instrucciones que se carguen y que por supuesto son compatibles.

Retomando las ideas de los autores anteriores, resumimos el término de hardware reconfigurable como a los dispositivos cuyas partes físicas pueden ser programadas para realizar diferentes acciones dependiendo de las instrucciones que reciban.

### ***2.1.2 Computadora Mono Placa***

Dentro del hardware libre existe una clasificación denominada computadora mono placa u ordenador mono placa que es una computadora que está integrada en un solo circuito. Contiene las mismas partes que una computadora convencional que son el microprocesador, la memoria RAM, las entradas y salidas (Ramírez, 2013, p. 9).

Menciona Codoñer (2015) que actualmente podemos utilizar dispositivos tan pequeños como una tarjeta de crédito (p. 38), lo anterior, refiriendo a lo pequeñas que pueden ser las computadoras mono placa, que apenas superan algunos centímetros de alto por algunos centímetros de alto.

Las computadoras de una sola placa o mono placa como se define anteriormente, tienen la peculiaridad que son muy pequeñas y su objetivo es procesar información en espacios muy reducidos.

### **2.1.3 Arduino**

Arduino es considerado una plataforma de hardware de diseño libre que consta de dos partes bien definidas que son el microcontrolador(hardware), el entorno de desarrollo (software) y que se componen de múltiples conexiones dentro del mismo circuito (Vital, 2021).

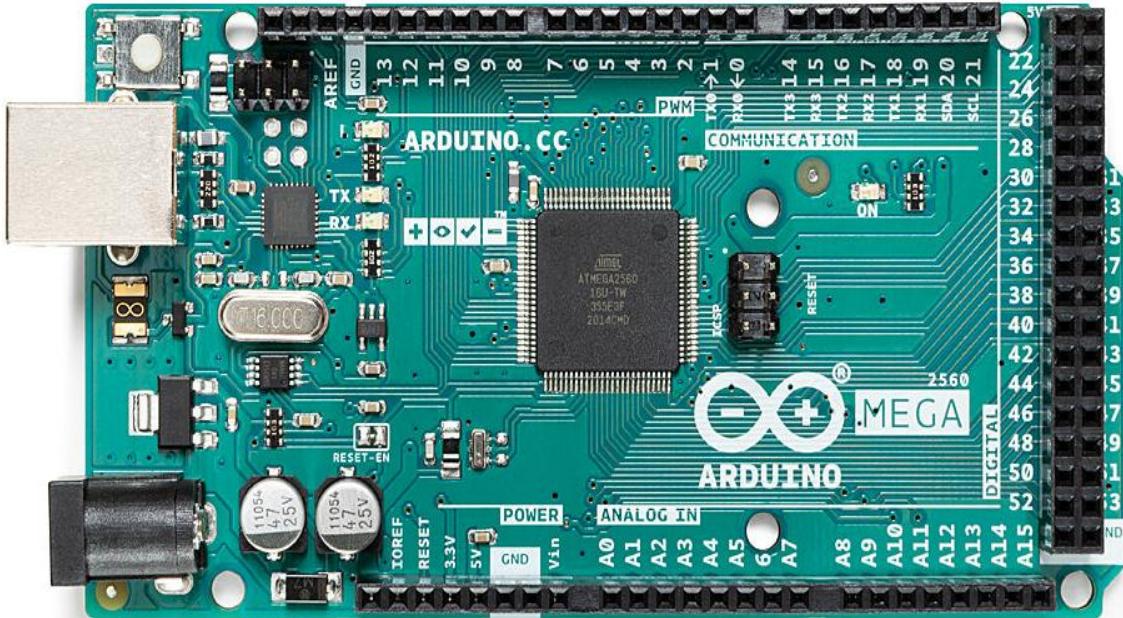
El Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (2020) coincide con Vital y define Arduino como una plataforma electrónica, así mismo, añade dos características; que está basada en software y hardware libre y tiene el objetivo de utilizar la electrónica en distinta variedad de proyectos.

Lo anterior mencionado por el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología en una parte medular, ya que Arduino es una plataforma que se puede utilizar prácticamente por cualquier proyecto, no está atado a un grupo específico de actividades a realizar, la creatividad y capacidad del desarrollador juegan un papel importante.

Lo anterior permitirá realizar proyectos futuros en los distintos campos formativos, es decir, el desarrollo del dispositivo no está limitado a temas de matemáticas, además se pueden programar actividades utilizando metodologías como la gamificación.

**Figura 4**

*Placa Arduino modelo Mega 2560*



*Nota:* La imagen muestra una placa Arduino modelo Mega 2560. Se puede observar su microcontrolador al centro y sus múltiples entradas y salidas alrededor de la placa. Tomado de la documentación de Arduino Docs.

Muñoz (2018) añade otras características clave a la plataforma de Arduino, que es el hecho de que sigue la filosofía de software libre y código abierto, además de que el desarrollo del software conlleva una rápida curva de aprendizaje. El que sea un entorno donde la programación es sencilla permitirá asignar menos tiempo a desarrollo.

A sí mismo, Muñoz (2018) determina que para poder procesar la información con la plataforma Arduino intervienen tres partes.

1. La placa Arduino. Esta recibe los pulsos de los sensores y/o periféricos, los procesa y entrega el resultado a los dispositivos de salida.

2. Dispositivos de entrada de información. Estos pueden ser sensores, botones, pulsadores, entre otros.
3. Dispositivos de salida de información. Pueden ser pantallas, bocinas, luces entre otros.

Cabe destacar que, una de las principales razones de elegir Arduino es que, al ser una placa con diseño de hardware libre, no es necesario pagar ningún tipo de licencia o regalías por su uso. Además, si fuera el caso, se puede crear una placa con los requerimientos necesarios para el proyecto ya que sus diseños se rigen dentro del hardware libre, por ende, están al alcance público.

#### ***2.1.4 Software libre***

El software libre habla de cuatro libertades, cuando hablamos de libre no se entiende solamente por el costo. Para poder considerar un software libre debe de tener obligatoriamente las siguientes libertades.

1. Ejecutar el software según las necesidades del usuario.
2. Estudiar el funcionamiento del software.
3. Poder distribuir copias de software.
4. Modificar el software y poder distribuir las nuevas versiones (Free Software Foundation, 1996).

Es importante resaltar lo mencionado por la Free Software Foundation, cuando se habla de software libre, no se refiere solamente a un tema de costo. Se refiere a un aspecto de libertado. La posibilidad de utilizar una plataforma sin cobro de licencias, que permita la ejecución, estudio y poder compartir el resultado, son las razones de haber elegido Arduino como plataforma para esta investigación.

### **2.1.5 Entornos de desarrollo Integrados**

Puesto que ya conocemos la definición de software, es preciso considerar el concepto de un entorno de desarrollo, ya que, en este, es en donde se estará diseñando la instrucción que deberá ejecutar la placa Arduino. Un entorno de desarrollo integrado es una aplicación informática que contiene herramientas de programación (Alonzo, 2010).

En la misma línea, Codecademy (s. f.) explica que un entorno de desarrollo integrado le permite al programador consolidar todos los aspectos relacionados con el escribir un programa, además, hace especial énfasis en que los entornos de desarrollo integrado deben cumplir con tres aspectos dentro del desarrollo de software, los cuales son, edición del código fuente, construcción de ejecutables y la depuración del código.

Por lo anterior, consideramos a los entornos de desarrollo integrados como aplicaciones donde podemos programar lo que un dispositivo queramos que realice, además de permitir que el desarrollador analice y mejore sus códigos fuentes sin dejar de lado su productividad.

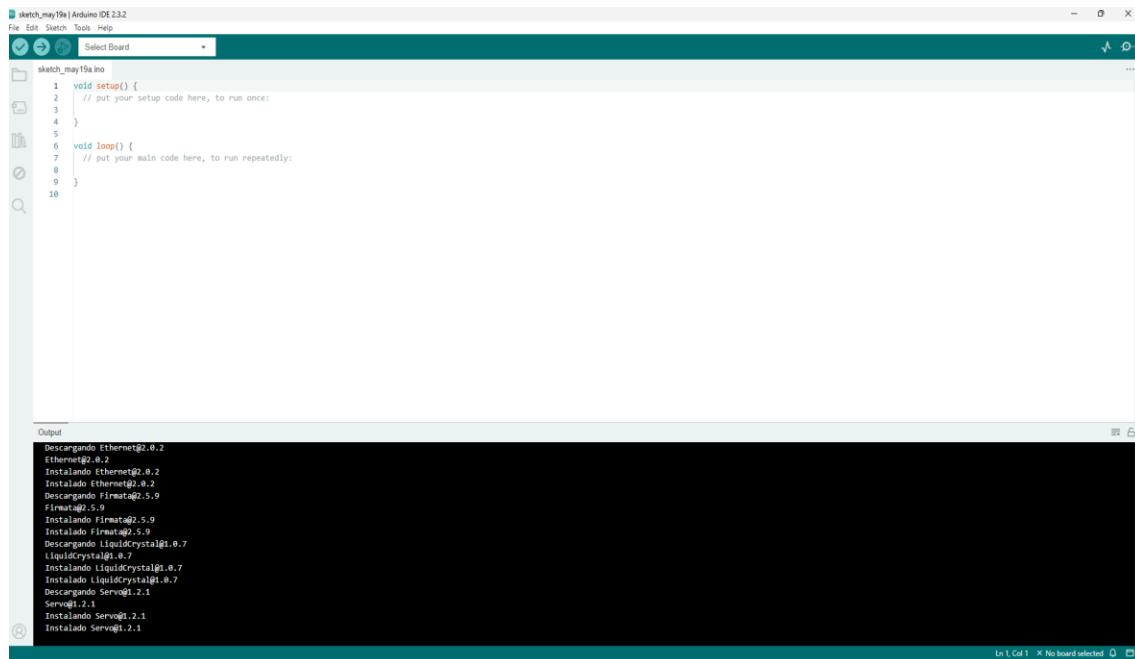
#### **2.1.5.1 Entorno de Desarrollo Arduino.**

En palabras de Pérez (2023) el entorno de desarrollo Arduino nos permite la interacción con la placa ya que envía el código realizado a la memoria interna del microcontrolador que permite poner en marcha todo el hardware. Así mismo, nos menciona que el entorno de desarrollo Arduino se considera software libre ya que su código fuente está disponible al público.

El Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (2020) agrega al entorno de desarrollo integrado de Arduino las funciones de editar, compilar y depurar las aplicaciones creadas y menciona que en este entorno de desarrollo está disponible para su instalación en Microsoft Windows, Mac OS y Linux en sus distintas distribuciones.

**Figura 5**

*Entorno de desarrollo integrado de Arduino.*



*Nota:* La imagen muestra el IDE de Arduino tomado de mi propia computadora.

El entorno de desarrollo Arduino tiene la función principal de enviar a la placa Arduino el código fuente creado por el desarrollador, lo podemos utilizar considerando que está basado en software libre, incluso si es necesario, se podría modificar el código fuente para adaptarlo a nuestras necesidades.

#### **2.1.6. Dispositivos Embebidos**

La unión del hardware y software libre crean un dispositivo conocido como embebido, el cual es definido como un sistema que procesa datos con el objetivo de realizar algunas funciones que permiten cumplir una actividad específica (Hernández, 2010). La función principal del dispositivo a realizar será el recibir información, procesarla y dar un resultado al usuario.

En este mismo sentido, Santos y Fonseca (2021) explican que un sistema que está basado en hardware reconfigurable desarrollado para aplicaciones específicas puede ser llamado sistema embebido, es decir, cualquier dispositivo que permita que el usuario defina lo que el sistema debe realizar, se considera un sistema embebido (p. 163).

Con la información de los autores anteriores podemos visualizar el objetivo principal de esta investigación es unir la plataforma de software y hardware libre utilizando dispositivos básicos de electrónica para realizar un dispositivo embebido que permita a los estudiantes identificar y practicar el valor posicional de los números.

#### ***2.1.6.1. Integración de hardware y software usando metodología ágil Scrum.***

Las instrucciones que se le enviarán a la placa Arduino para que realice las operaciones que necesitamos requieren de una metodología de desarrollo, para efectos de este proyecto se ha elegido la metodología Scrum que según Schwaber y Sutherland (2020) se considera un marco ligero que permite crear soluciones que se adapten a problemas complejos. Este considera a un director o scrum master, desarrolladores y el cliente final (pp. 3-7).

La organización Scrum (2020) establece seis etapas dentro de esta metodología, las cuales se presentan en el siguiente diagrama.

Las fases de la metodología Scrum representados en la figura anterior se definen a continuación.

1. Definición de objetivos: Los requerimientos que se deben cubrir se dividen objetivos que se pueden dividir en distintas actividades.
2. Etapa de la planeación del Sprint: Un Sprint es el conjunto de actividades planeadas para un grupo de objetivos a trabajar, normalmente los Sprint constan de dos

semanas de trabajo, por ende, en esta fase se definen las actividades a realizar durante esas dos semanas.

3. Etapa de definición de metas del Sprint: Una vez que se definen las actividades a realizar durante dos semanas, es importante que se establezca hasta donde se alcanzarán a cubrir los requerimientos u objetivos, en esta planeación se deben considerar todos los recursos, incluidos recursos humanos, tecnológicos y de tiempo.
4. Etapa de trabajo diario: Esta etapa es donde se codifican los objetivos planteados en las etapas 2 y 3. El desarrollador debe asignar el tiempo necesario para cubrir los objetos de la etapa 3.
5. Etapa de finalización del incremento: Cuando se finaliza de codificar los objetivos, se considera que el proyecto tiene un incremento.
6. Etapa de revisión del Sprint: La última etapa consiste en analizar los resultados de los objetivos codificados, si estos cumplen con lo planeado en las etapas 2 y 3, vuelve a comenzar toda la metodología desde la etapa 1 con diferentes objetivos. Si no se cumplen, el proyecto debe regresar a la etapa 2 con los objetivos que no se cumplieron.

Dividir el desarrollo del dispositivo embebido en pequeñas partes permitirá trabajar en el cumplimiento de objetivos, es necesario seguir una guía que permita llevar un orden y evaluar cada una de las actividades dentro del desarrollo, por estas razones, se eligió Scrum como metodología de desarrollo.

## **2.2 Metodologías de enseñanza-aprendizaje implementadas con TIC**

El eje principal de esta investigación yace en la implementación de un dispositivo embebido creado con hardware y software libre. Por ello, es indispensable abordar los temas de teorías del aprendizaje, las metodologías que actualmente implementa la secretaría de educación pública mediante metodologías activas y por último el modelo ADDIE con el que se diseñará el proceso de implementación del dispositivo de hardware y software libre utilizando, constructivismo y la nueva metodología activa STEAM.

### ***2.2.1 Teorías del aprendizaje***

Las teorías son principios unidos con la finalidad de explicar un fenómeno, asimismo, ofrecen una organización a las investigaciones que incluso, las teorías dan a pie a nuevas preguntas, por ende, nuevas investigaciones (Shunk, 2012, pp. 10-11).

Vega et al. explican (2019) que las teorías del aprendizaje abordan el proceso de como el ser humano aprende. Es decir, las teorías del aprendizaje definen de manera detallada el proceso de aprender. Cada teoría tiene sus ventajas y desventajas, sin embargo, su objetivo principal es empatar pedagógicamente con el estudiante considerando su capacidad (Mesén, 2018).

Por lo anterior, es importante definir el camino que se recorrerá de manera pedagógica para la enseñanza del valor posicional de los números utilizando como apoyo el dispositivo embebido desarrollado con hardware y software libre.

#### ***2.2.1.1 Conductismo***

El conductismo es el manual de usuario para realizar tareas repetitivas y mecánicas (Torreteras, 2012). Explicando en otras palabras la definición de Torreteras, el conductismo se basa en dar las instrucciones de lo que se debe hacer y aprenderlas de memoria, simplemente por el hecho de repetirlas de manera continua.

Danley et al. (s.f.) desarrollaron un diagrama que consta de tres fases necesarias para que se logre el aprendizaje mediante el conductismo. Se enfocan en la palabra clave del conductismo que es la repetición (pp. 12-16).

Siguiendo la línea de ideas, De la Torre (2014) añade dos características más a las ya mencionadas; la primera es que el aprendizaje se da de una manera automática y la segunda es que el aprendizaje se expresa de una manera observable (p. 22).

Es aquí en donde entra por qué se considera el conductismo dentro de esta investigación, el alumno deberá de aprender cómo utilizar el dispositivo de hardware y software libre mediante el pulsado de botones, una actividad meramente mecánica que poco a poco deberá dominar.

### ***2.2.1.2 Constructivismo***

Torreteras (2012) nos dice que el constructivismo no es solamente el uso de medios, sino darles peso a las inquietudes del alumno. Continuando con la profundización del constructivismo, De la Torre (2024) toma el punto medular que consta de la creación de entornos que permitan al estudiante identificar y analizar la información de tal manera que le dé la forma pertinente y construya su conocimiento (p. 26).

Ortiz (2015) hace un análisis de como el constructivismo forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, como “una interacción dialéctica entre los conocimientos del docente y los del estudiante, que entran en discusión, oposición y diálogo” (p. 97).

Con las ideas de estos dos autores definimos que la información que recibirá el alumno como medios serán el conocimiento previo de cómo utilizar el dispositivo embebido y la metodología de aprendizaje recibida por su profesor acerca del valor posicional de los números.

Con estos medios, cada uno de los alumnos debería unir y construir su propio conocimiento para comprender el valor posicional de los números.

#### ***2.2.1.3 Cognoscitivismo***

Esta teoría considera ciertos procesos como la precepción, atención, memoria pensamiento y el lenguaje mediante un proceso activo donde el estudiante construye sus conocimientos a partir de la experiencia (Manjarrés, 2021, p.94). Por su parte Altez et al. (2021) detallan que, dentro de la teoría de cognoscitivismo, el aprendizaje se produce por una interacción entre la información disponible y el entorno, se podría decir que el aprendizaje se logra por la interrelación entre el estudiante y el profesor (pp. 97-98). Adicionalmente, De la Torre (2014) precisa que en esta teoría el alumno recibe la información con el uso de sentidos, la almacena en la memoria a corto plazo y con interacción con el entorno ésta se puede almacenar en la memoria a largo plazo (p. 25).

Analizando lo anterior, se discierne que el estudiante utiliza la información que tiene a la mano, sin embargo, la diferencia prominente entre el constructivismo son las interacciones entre el entorno y el contexto ya que estas últimas modifican el resultado.

#### ***2.2.1.4 Conectivismo***

La idea principal del conectivismo consiste en que las TIC van cambiando nuestra manera de pensar, esto debido a que las herramientas digitales que utilizamos en la actualidad permiten gestionar la información de una manera activa y rápida. Así mismo, nos mencionan que las bases del conectivismo tienen un eje con base a las nuevas formas de comunicación y los sistemas que presentan grandes volúmenes de información (Recio et al., 2017, p. 4-5). Siemens (2004) que es considerado como el creador del conectivismo toma el concepto de red, que consiste en la relación

existente entre nodos y entidades. Así pues, el conectivismo une la información ya sea en personas o en bases de datos y los nodos nos conectamos para aprender (p .6).

Reforzando las ideas anteriores, Solórzano y García (2016) hablan sobre que a información ahora está en manos de todos y es muy sencillo distribuirla, el aprendizaje sigue siendo autónomo, pero con un carácter social, es decir, una persona no podría aprender sola, necesita de los demás (p. 103). Sumando a esta idea, Solórzano y García (2016) establecen la importancia de que el docente debe ser un experto no solo en el tema que va a enseñar, sino debe serlo con las herramientas y dispositivos que faciliten la enseñanza (p .104).

La idea principal del conectivismo es compartir lo que conocemos, es decir, mantener la información en movimiento esto permite que el conocimiento se vaya esparciendo entre los nodos, que pueden ser personas o sistemas de información.

### ***2.2.2 Modelos de diseño instruccional***

Cómo se menciona en el capítulo anterior, la enseñanza del maestro, la capacidad del alumno y el dispositivo embebido son los medios que el estudiante unirá para construir su propio conocimiento sobre el valor posicional de los números. Sin embargo, falta una pieza en el rompecabezas que es un modelo de diseño instruccional que contemple todo lo anterior.

Menciona Benítez (2010) que los modelos de diseño instruccional son la planeación a detalle de las actividades sin importar el método de enseñanza. Benítez realiza un apunte excelente sobre los modelos de diseño instruccional considerándolos un puente que conecta las teorías del aprendizaje y su proceso de ponerlas en práctica definiendo el enfoque que le dará el instructor a los procesos de enseñanza aprendizaje (pp. 1-4).

En esta línea de ideas, De la Torre y Sosa (2018) ponen como requisitos del diseño instruccional los medios y materiales, así como las estrategias que se aplicarán y principalmente establecer los objetivos a los que se van a llegar (p.4).

#### ***2.2.2.1 Modelo instruccional ADDIE***

El modelo ADDIE es un diseño instruccional basado en la interactividad de sus fases, es decir, dependiendo de los resultados podemos volver a cualquier paso anterior. Lo considera como un diseño instruccional básico (Belloch, 2013, p. 10).

Así mismo, Molenda (2003) divide al diseño instruccional ADDIE en las fases de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Cada una de las anteriores conectadas entre sí.

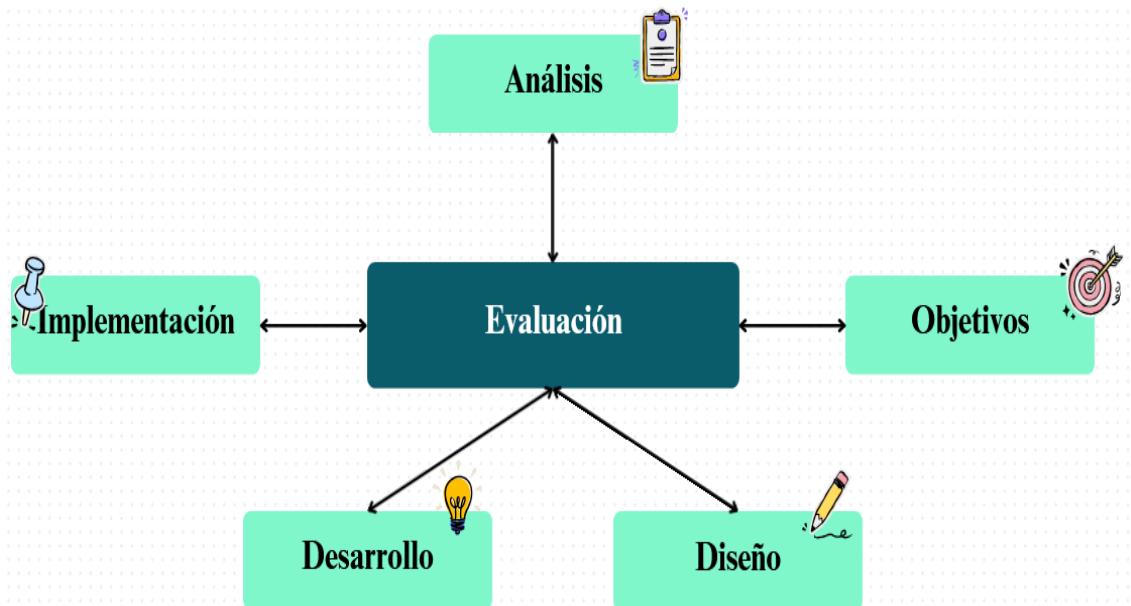
Belloch (2013) describe las fases del modelo ADDIE de la siguiente manera.

1. (A) Análisis: En esta fase se pretende determinar las necesidades formativas del estudiante mediante el análisis de las capacidades y el contexto del alumno.
2. (D) Diseño: Con base a la información obtenida en la fase anterior ahora se planea de qué manera abordarán la temática desde una perspectiva pedagógica.
3. (D) Desarrollo: En esta fase se crean los contenidos y materiales que fueron planeados en la fase de diseño.
4. (I) Implementación: Se pone en práctica el conjunto de fases anteriores mediante la participación de los estudiantes.
5. (E) Evaluación: Consiste en evaluar los resultados obtenidos en cada una de las fases, así mismo se evalúan los resultados obtenidos por parte de los estudiantes.

Las fases del modelo ADDIE se simplifican en el siguiente diagrama.

**Figura 6**

*Diagrama y estructura del modelo ADDIE.*



*Nota:* Adaptado del diagrama de C. Belloch, 2013.

Es importante considerar que el modelo ADDIE conecta todas sus fases la fase de evaluación, esto permite poder regresar en cualquier parte dentro del modelo instruccional.

#### **2.2.2.2 Modelo instruccional ASSURE**

Diseñado en 1999, el modelo instruccional ASSURE utiliza el constructivismo como base, se integra de manera adecuada en lecciones que necesitan la tecnología y se centran en las necesidades del estudiante (Heinrich y Molenda 1999).

Los pasos del modelo de instrucción ASSURE según De la Torre y Sosa (2018) son los siguientes.

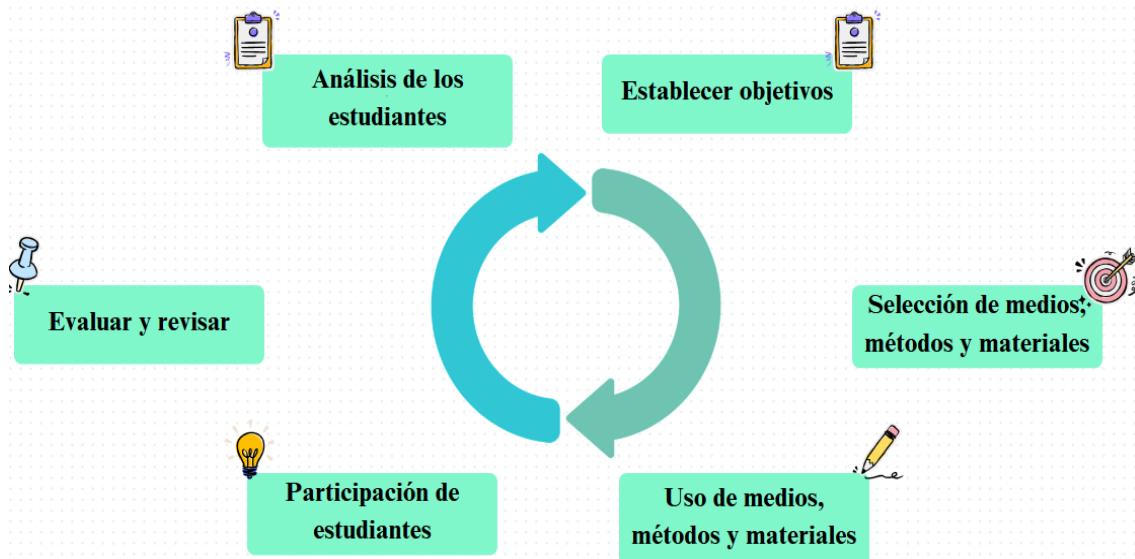
1. (A) Análisis de los aprendices: Tomar en cuenta las capacidades, conocimientos y los estilos de aprendizaje.

2. (S) Establecer objetivos: En ese paso es necesario definir lo que se requiere lograr, las condicionantes y la rúbrica para saber si se han logrado o no las metas establecidas.
3. (S) Seleccionar métodos, medios y materiales: Durante este paso se integra la tecnología, los materiales y se establece como los métodos con los que se aplicarán. Para los medios se pueden crear nuevos, editar o utilizar los ya existentes.
4. (U) Uso de medios y materiales. Paso donde se implementa la instrucción haciendo uso de los medios y materiales definidos en el paso 3.
5. (R) Requerimiento de participación de los estudiantes: De manera sencilla, en ese paso participan los estudiantes mediante las actividades planeadas.
6. (E) Evaluar y revisar: La aplicación de instrumentos para evaluar y retroalimentar permite corregir o mejorar la instrucción para posteriores aplicaciones.

El siguiente diagrama presenta las diferentes etapas del modelo ASSURE.

**Figura 7**

*Diagrama y estructura del modelo ASSURE.*



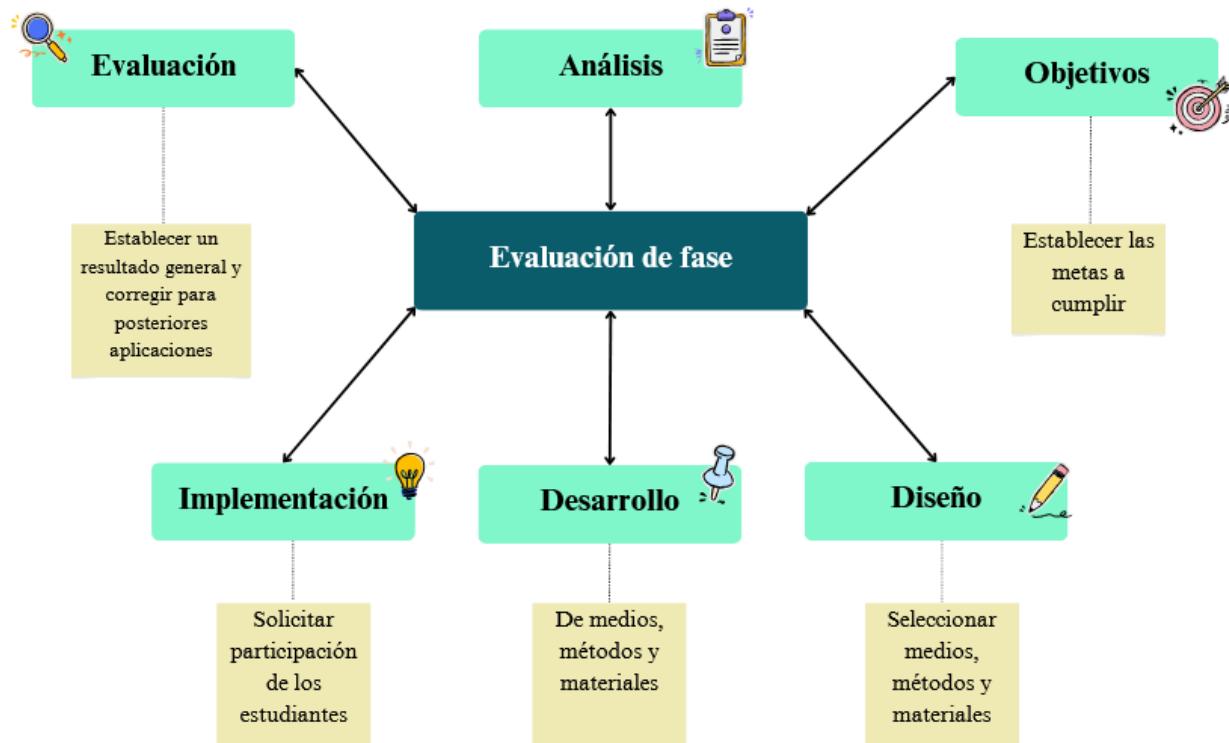
*Nota:* Adaptado del análisis realizado por De la Torre y Sosa (2018).

### 2.2.2.3 Unión de ADDIE y ASSURE

Tomando en cuenta su fácil implementación y el poder corregir dentro de sus fases, se eligió el modelo instruccional ADDIE para dar estructura a los procesos y actividades para implementar el dispositivo de hardware y software libre como una herramienta de apoyo en la enseñanza de valor posicional de los números, sin embargo, se considera que los últimos tres pasos del modelo ASSURE (Selección y uso de métodos, medios, materiales y la participación de estudiantes) se pueden enfocar dentro de las fases de diseño, desarrollo e implementación. Además, se plantea el establecer objetivos como una parte medular de esta combinación de diseños instruccionales, por esta razón, se encuentra como la segunda fase. El nuevo modelo instruccional se presenta en el siguiente diagrama.

**Figura 8**

*Diagrama y estructura de la combinación de diseños instruccionales ASSURE Y ADDIE.*



*Nota:* La anterior imagen muestra la adaptación realizada para considerar las fases más importantes de los diseños instruccionales ADDIE Y ASSURE.

### ***2.2.3 Metodologías activas***

Las metodologías activas, según Flor y Obaco (2024) se definen como perspectivas educativas que tienen como objetivo que el alumno construya su conocimiento mediante la interacción (p. 4175).

Suniaga (2019) hace un listado de las ventajas de aplicar las metodologías en la enseñanza, de las cuales, elegí las más importantes que son, el aprendizaje autónomo y la posibilidad de aplicar las TIC, esta última también es listada dentro de las recomendaciones a los docentes (p. 9).

Es decir, las metodologías activas se centran en el alumno y su capacidad por unir la información que tiene a la mano y construir sus propios criterios que le permitan aprender. En este tenor, los docentes deben conocer a los estudiantes, considerar sus ideas, así como lo que les motiva, sus valores y hábitos para estudiar (Gutiérrez et al., 2023). Dentro de las metodologías activas más populares se encuentra la metodología STEAM.

#### ***2.2.3.1 Metodologías STEAM***

Para poder entender la metodología STEAM debemos comprender los elementos que contemplan el plan de estudio del año 2022, que son los campos formativos, los contenidos y los procesos de desarrollo del aprendizaje (SEP, 2022a).

Los campos formativos sirven para dar organización a los elementos de aprendizaje que se tomarán en los distintos niveles educativos, su objetivo principal es evitar la fragmentación que existe al trabajar con asignaturas (SEP, 2022a).

Los contenidos según (SEP, 2022a) son la distribución de los contenidos de un campo formativo, los cuales poseen niveles que son aplicables al contexto de los estudiantes.

Por último, tenemos los procesos de desarrollo de aprendizaje que se definen como los rumbos posibles que un estudiante aprende y conoce el mundo a su alrededor (SEP, 2022a).

Con lo anterior mencionado, según la (SEP, 2022a) en su plan sintético fase 3, define al estudio de los números como un contenido dentro del campo formativo de saberes y pensamiento científico (p. 13).

La metodología STEAM tiene como enfoque que el estudiante aprenda a indagar, comprender y encontrar su conocimiento, adicionalmente se considera dentro del campo formativo de saberes y pensamiento científico (SEP, 2022b).

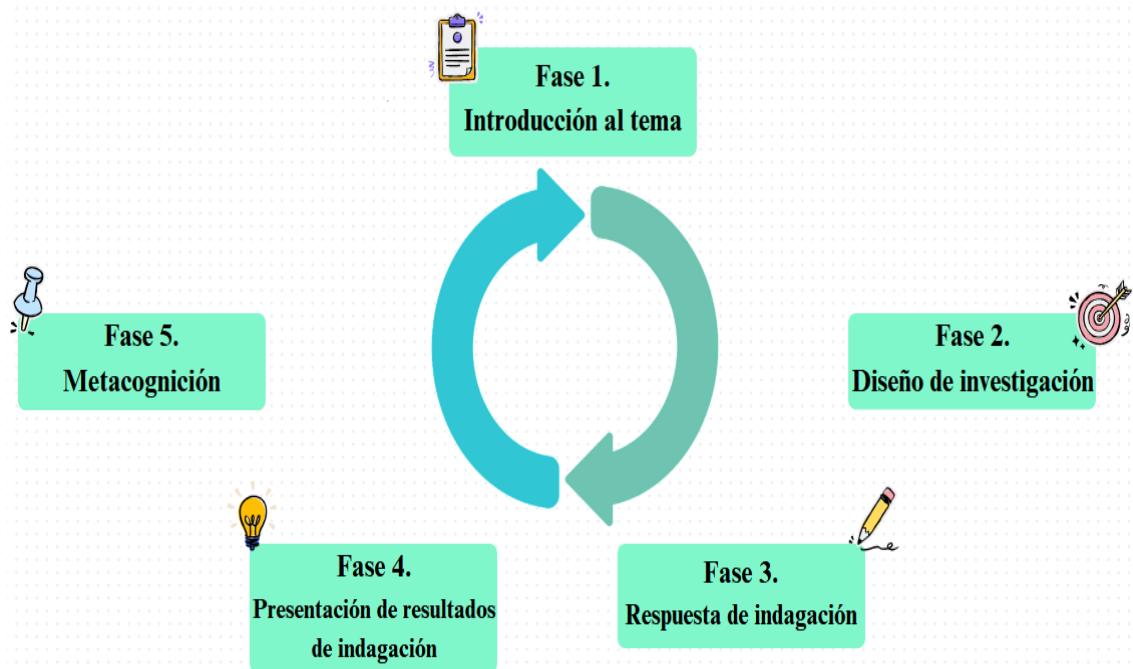
Lathan (s. f.) en su artículo ¿por qué STEAM es tan importante para educación del siglo 21? Expone que STEAM es una disciplina que apunta a inculcar el interés temprano de la ciencia y de las artes en niños a temprana edad, por ello STEAM es el acrónimo de (Science Technology Engineering, Arts and Math), es decir los ejes principales de esta metodología son la ciencia, la tecnología, las artes y las matemáticas.

Rodríguez y Alsina (2023) hacen referencia sobre el objetivo principal de STEAM que es promover la educación interdisciplinaria, sin embargo, enfatizan un punto medular, que es que, al considerarse interdisciplinaria, las actividades planeadas con esta metodología deben considerar al menos dos áreas dentro del acrónimo, una de ellas se considera el tópico principal, mientras que la segunda fungue como complemento (p. 8).

La metodología STEAM está definida por cinco fases definidas en el siguiente diagrama.

**Figura 9**

Diagrama y estructura de la metodología STEAM.



*Nota:* Adaptado del diagrama de la Secretaría de Educación Pública, 2022.

Con todo lo anterior mencionado, se puede concluir que la metodología STEAM concuerda con el contenido y el campo formativo al que pertenece el valor posicional de los números, por ello, resulta pertinente aplicar esta metodología para la enseñanza de este contenido con apoyo del dispositivo embebido de hardware y software libre.

### 2.3 Valor posicional de los números

Se describe como el valor que corresponde a cada grafía y que es potenciado para obtener su valor (Otálora y Orozco, 2006, p. 409). Es decir, que, de cada cantidad, cada número es elevado por su lugar para obtener su valor, confirmando que mencionan Coy y Nieto acerca de la existencia de unidades, decenas y centenas, etc.

Otros autores que mencionan algo similar a lo dicho por Coy y Nieto son Martínez et al. (2021) quienes explican que las unidades, decenas, y centenas se denominan tipos de unidades respecto al valor posicional (pp. 278-279).

Además, Price (2001) refiere que la posición de cada dígito define su valor, pero, adicionalmente, menciona algo que el resto de los autores no ha mencionado y es que cada dígito es único entre los demás. Por ejemplo, si tenemos la cantidad 711, los dos “1” son iguales, pero cada uno define un tipo de unidad distinto.

### ***2.3.1 Sistema numérico decimal***

La base de cualquier cantidad son los números del 0 al 9, lo anterior, conforma la base del sistema numérico decimal, además, cada número es considerado una cifra (Díaz y González, 2023, p. 31). Por consiguiente, queda la duda de ¿qué sigue después del nueve? Coy y Nieto (2020) nos explican que el sistema numérico decimal por cada diez unidades se logra una cifra superior, es decir, cuando pasamos de 9 unidades a 10, se crea una decena, si pasamos de 99 unidades a 100, se crea una centena y así sucesivamente (p.30).

Con las definiciones de los autores anteriores, podemos inferir que el estudiante debe ser capaz de crear dentro de su mente cómo y porqué los números tienen un nombre de acuerdo a su posición. Es de suma importancia que los estudiantes dominen el sistema numérico decimal ya que, con ello, lograrán escribir, leer y comprender las cantidades (Coy y Nieto, 2020, pp. 30-31).

### ***2.3.2 Sentido numérico***

Existe poca información formal sobre este tema, la mayoría de investigaciones van a dar a la obra de Price (2001) quien determina que el sentido numérico es la habilidad que tiene un estudiante para usar los números y con ellos resolver problemas matemáticos (p. 13).

Analizando las definiciones hasta el momento, tenemos que el estudiante debe comprender cada cifra de una cantidad, posteriormente el estudiante se apropiá de lo que refieren Arias et al. (2017) como un sistema interno que permite orientar y ordenar las cantidades, algo similar lo que hace el sistema numérico decimal. Es decir, se confirma que lo dicho por Coy y Nieto sobre la importancia de dominar el sistema numérico decimal, que, en efecto, juega un papel crucial en el entendimiento del valor posicional.

### ***2.3.3 Comprensión del valor posicional de los números***

Tenemos a la mano las bases para comprensión del valor posicional de los números, ahora sigue preguntarnos ¿en qué momento un estudiante domina el valor posicional de los números? Ross (1990) citado por Medina (2016) nos dice que la comprensión del valor posicional está directamente relacionado al dominio del sistema numérico decimal, por lo consiguiente, un estudiante comprende el valor posicional si domina el sistema numérico decimal (pp. 278-279).

Por su parte, Price (2001) va un poco más al fondo y nos explica que un estudiante domina el valor posicional de los números cuando es capaz de posicionar los dígitos bajo el sistema numérico decimal de forma precisa, además de conceptualizar las estructuras de cantidades representadas por símbolos (p. 21).

Bajo la información de Price la idea de implementar el dispositivo embebido es precisamente que el estudiante se apoye de una manera gráfica y entretenida, analice las cantidades y con toda la información con la que dispone a la mano incluyendo su capacidad de llegar a conclusiones o dicho de otra manera, utilizando el constructivismo, el estudiante logre una comprensión e identificación del valor posicional de una forma más sencilla que se si estuviera solamente leyendo un libro o las instrucciones del pizarrón.

## **Capítulo 3: Diseño Metodológico**

Se busca comprobar si la implementación de un dispositivo embebido logra que los alumnos comprendan e identifiquen el valor posicional de los números. Es decir, la presente investigación se divide en tres fases. En la primera fase, se realizó un pre test con el objetivo de conocer cuántos alumnos dominan el tema. Posteriormente en la etapa número 2, mediante la aplicación del diseño instruccional mixto ADDIE y ASSURE se realizó la intervención de las actividades con el apoyo del dispositivo embebido. Por último, en la tercera fase, se aplicó un post test con el fin de comparar los resultados obtenidos en el pre test, con estos datos, se logró determinar si la implementación del dispositivo embebido permite a los alumnos comprender, identificar y practicar el valor posicional de los números.

### **3.1 Tipo de investigación**

Para Cruz et al. (2019) una investigación con enfoque cuantitativo refiere al estudio de la realidad objetivamente, por consiguiente, los datos se obtienen de mediciones representadas por números y su análisis se ejecuta mediante el uso de métodos estadísticos (pp. 5-6). Este tipo de enfoque en la investigación cubre la necesidad de establecer un inicio y un fin ya que el objetivo es medir, si el dispositivo de hardware y software libre ayudó a los estudiantes a identificar, comprender y practicar el valor posicional de los números.

En este sentido, Quispe et al. (2019) mencionan que los estudios no paramétricos son aquellos en donde no es posible determinar la distribución inicial cuando no se tienen parámetros a estimar (p. 15). Tomando como referencia la intervención con el dispositivo de hardware y software libre, se tiene una población y una muestra, sin embargo, no es posible estimar cuántos

estudiantes lograrán identificar y comprender el valor posicional de los números después de la intervención.

Así mismo una investigación con diseño pre experimental conlleva que no se considere un grupo de control y la variable dependiente debe ser medida en un pre y post test. Es decir, la variable debe medirse antes para tener un punto de partida y después para analizar si hubo cambios (Ramos-Galarza, 2021, p. 4).

### **3.2 Sujetos de estudio**

Para López (2004), el universo o población de una investigación corresponde al total de personas u objetos de los que se quiere saber algo (p. 69), por ende, la población a estudiar se conforma por 27 estudiantes.

Debido a que el diseño de la investigación es pre experimental, solamente se trabajó con un grupo que corresponde a los 27 estudiantes mencionados con anterioridad. Los alumnos mencionados son de tercer grado de primaria con una edad de entre 8 y 9 años.

### **3.3 Técnicas e instrumentos**

Las técnicas de investigación son definidas por Campos (2021) como el conjunto de pasos, medios o formas que permiten la obtención o análisis de datos.

Para Media et al. (2023) un instrumento de investigación es una herramienta específica para poder reunir y analizar la información. Tienen el objetivo de permitir al investigador poder crear conclusiones válidas y confiables (p. 12).

Medina et al. (2023) refieren al test como una técnica de investigación que tiene el objetivo de medir distintos aspectos humanos, como lo son aptitudes, conocimientos o habilidades

cognitivas. Aunado a esto, explican que el test son un conjunto de preguntas enfocadas a evaluar características específicas (p. 32).

Como se menciona en el tipo de investigación, se utilizaron los pre y post test. Los cuales están conformados por reactivos directamente relacionados con el valor posicional de los números.

Se evaluaron aspectos como la correcta identificación de cantidades hasta de tres cifras, la segmentación en unidades, decenas, centenas y, por ende, el dominio del sistema numérico decimal. Al aplicarse los mismos reactivos en el pre y post test se analizarán en cuales hubo una mejora.

El instrumento aplicado es una adaptación del que implementaron los autores Galarga, et al. (2024), el cual, fue validado por 4 expertos en el tema. Las principales diferencias del instrumento aplicado por estos autores al aplicado en esta intervención son las siguientes.

1. Se redujo el número de reactivos de 25 a 15. Los reactivos que quedaron fuera no cumplieron con alguno de los rubros de evaluación.
2. Se cambiaron cantidades para empatar con el nivel adecuado para el grado de los estudiantes a aplicar. Es decir, en lugar de usar cantidades con 7 cifras se redujeron a 5, con el fin de trabajar hasta las decenas de millar.

El instrumento utilizado en la intervención se encuentra en el anexo #1 de este documento.

### **3.4 Modelo de diseño instruccional o diseño de la intervención.**

El diseño instruccional que se aplicó es el diseño ADDIE con la adición de la definición de objetivos que forma parte del diseño instruccional ASSURE, es decir, se realizó una mezcla de los

dos diseños para que se adaptara de una mejor manera para alcanzar los objetivos esperados de la investigación. Las fases realizadas son las siguientes.

### ***3.4.1 Etapa de análisis***

En esta etapa se definió la población a la que se le aplicaría la intervención. Esto con el fin de cubrir la mayor cantidad de estudiantes basado en el número de dispositivos de hardware y software libre disponibles. Se dividió el total de estudiantes entre el número disponible de dispositivos embebidos. Es decir, al tener disponibles solamente 20 dispositivos en funcionamiento fue imposible asignar uno a cada estudiante. En estas condiciones, se decidió que cada dispositivo sea utilizado por un equipo conformado por dos estudiantes. De esta manera se establecieron un total de 13 equipos de dos alumnos cada uno, y uno de ellos incompleto, dando el total de 27 estudiantes.

### ***3.4.2 Etapa de establecimiento de objetivos.***

La etapa proveniente del diseño instruccional ASSURE, en donde se establecieron los siguientes objetivos.

1. Desarrollar el dispositivo de hardware y software libre utilizando la metodología SCRUM.
2. Realizar una prueba diagnóstica para tener un panorama del conocimiento actual de los alumnos y saber en donde reforzar el conocimiento.
3. Planear las actividades necesarias para que el maestro pudiera explicar el tema del valor posicional de los números apoyándose del uso del dispositivo embebido. Lo anterior fue debidamente analizado con base al programa sintético fase 4 que

menciona que los alumnos “identifican regularidades en los números que representan decenas, centenas y millares” (SEP, 2024, p. 48).

4. Realizar el material necesario para la aplicación de las actividades.
5. Ejecutar las actividades con el material físico y el apoyo del dispositivo embebido.
6. Aplicar un post test.
7. Evaluar los resultados del post test.

### **3.4.3 Etapa de diseño.**

La etapa de diseño se divide a su vez en dos fases. La fase 1, en la planeación de los Sprint para desarrollar el dispositivo de hardware y software libre y la fase 2 en la planeación de las actividades a realizar en la intervención.

#### **3.4.3.1 Diseño de sprints para el desarrollo del dispositivo de hardware y software libre.**

Las actividades se dividen en trabajo para 15 días, esto con el objetivo de poder corregir en caso de encontrar dificultades o problemas, A continuación, la tabla de Sprints a realizar.

**Tabla 1**

*Relación de Sprints y los objetivos realizados en cada uno.*

<b>Sprint</b>	<b>Período</b>	<b>Objetivo</b>
<b>1</b>	6 al 17 de enero de 2025	Establecer la placa Arduino adecuada y analizar requerimientos de hardware como pantallas, botones, cableados, fuentes de energía entre otros.
<b>2</b>	20 al 31 de enero de 2025	Realizar pruebas de funcionamiento con el hardware.

<b>3</b>	3 al 14 de febrero de 2025	Corregir resultados hasta el momento, por lo tanto, se vuelve a analizar los requerimientos de hardware.
<b>4</b>	17 al 28 de febrero de 2025	Realizar ensamble y programación de hardware considerado en sprint anterior.
<b>5</b>	3 al 14 de marzo de 2025	Corregir resultados hasta el momento, los dos prototipos hasta la fecha no cumplieron expectativas. Por ende, se analiza y pide hardware considerando los requerimientos que ya se cumplieron.
<b>6</b>	17 al 28 de marzo de 2025	Ensamblar y programar hardware considerando en el sprint anterior.
<b>7</b>	31 de marzo al 11 de abril de 2025	Probar la funcionalidad del código y corregir errores.
<b>8</b>	28 de abril al 9 de mayo de 2025	Realizar pruebas de funcionamiento con la maestra de grupo, en caso de existir, corregir errores.

*Nota:* La tabla muestra la planeación general de sprints para el desarrollo del dispositivo embebido.

#### **3.4.3.2 Diseño de actividades para la intervención.**

Las actividades y contenidos fueron planeados en conjunto con la maestra de grupo, todo con el objetivo de llevar el tema del valor posicional de los números desde lo esencial hasta lo más complejo, adicionalmente, se establece claramente en qué momento se aplicaría el dispositivo de hardware y software libre.

**Tabla 2**

*Estructura de objetivos y actividades en la intervención*

<b>Tema</b>	<b>Objetivo de aprendizaje</b>	<b>Contenido</b>	<b>Actividades y materiales</b>
<b>Pretest</b>	Mediante la aplicación de un examen de diagnóstico se busca identificar el conocimiento de los estudiantes y tener un punto de partida.	Valor posicional de los números.	Los estudiantes realizan examen de diagnóstico.
<b>Números del 0 al 9</b>	Identificar los números del 0 al 9 indicando que se trata del sistema numérico decimal.	Sistema numérico decimal.	No aplican.
<b>Agrupación de cantidades parte 1.</b>	Que el estudiante logre identificar unidades, decenas, centenas y unidades de millar utilizando material recortable.	Agrupación y segmentación de cantidades.	Recortar el material recortable con las tiras y cuadros de colores.
<b>Agrupación de cantidades parte 2.</b>	Identificar la correcta agrupación de cantidades dependiendo de los colores asignados.	Agrupación y segmentación de cantidades basado en colores.	Recortar el material de los círculos de colores.
<b>Agrupación e identificación de cantidades parte 3.</b>	Identificar cantidades utilizando monedas y billetes.	Agrupación y segmentación de cantidades	Recortar las monedas y billetes en donde se usarán

		utilizando billetes y monedas.	para el juego de la tiendita.
<b>Identificación del valor posicional de los números.</b>	Comprender e identificar el valor posicional de los números.	Valor posicional de los números.	Recortar las tablas de valor posicional tanto representadas con números como con letra.
<b>Identificación del valor posicional de los números parte 2.</b>	Practicar la comprensión e identificación del valor posicional de los números.	Valor posicional de los números.	El estudiante recibirá de su maestra la instrucción de escribir un número en su tabla de valor posicional.
<b>Identificación del valor posicional de los números parte 3.</b>	Practicar la comprensión e identificación del valor posicional de los números utilizando el dispositivo de hardware y software libre.	Valor posicional de los números.	La maestra de grupo dicta un número de máximo 4 cifras, acto seguido el estudiante debe representarlo con el dispositivo de hardware y software libre.

<b>Aplicación del Posttest</b>	Medir el avance obtenido después de las actividades.	Valor posicional de los números.	Los estudiantes aplican el mismo examen que realizaron en el pretest.
<b>Evaluuar y analiza resultados</b>	Determinar el avance obtenido con base al resultado del post test.	Valor posicional de los números.	Generar una tabla de resultados.

*Nota:* Tabla donde se establecen las actividades y los objetivos a cumplir con cada uno de ellos.

#### **3.4.4 Etapa de desarrollo.**

Siguiendo la planeación de la intervención, el desarrollo también se dividió en dos partes, el desarrollo del dispositivo de hardware y software libre mediante la planeación de los Sprints. Acto seguido, se desarrollaron los materiales necesarios para llevar a cabo las actividades previamente planeadas. Estos materiales son un apoyo gráfico a las definiciones de cada uno de los tópicos acerca del valor posicional de los números. Además, contienen elementos como las monedas y billetes requeridos en la actividad de la “tiendita”, donde cada alumno pone a prueba lo aprendido mediante la puesta en práctica de un ejemplo de la vida real.

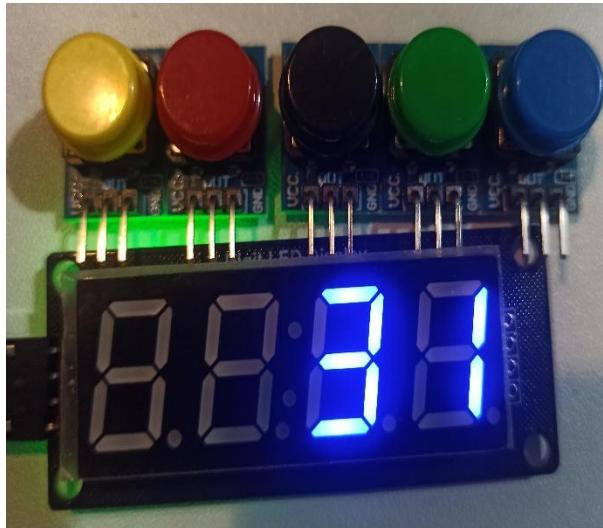
##### **3.4.4.1 Desarrollo del dispositivo embebido.**

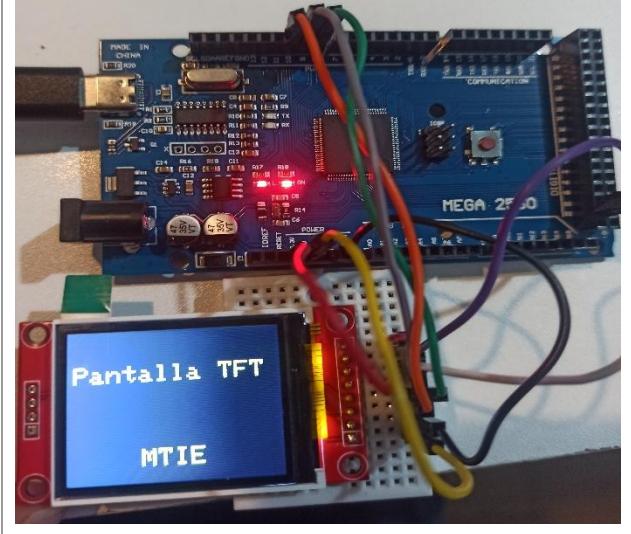
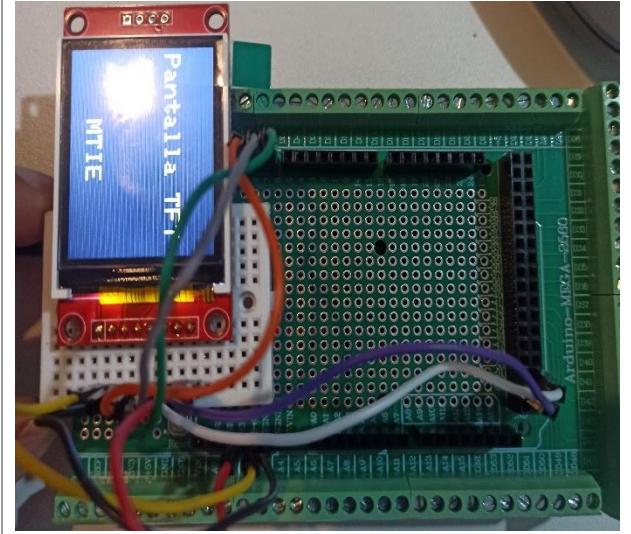
Para el desarrollo del dispositivo de hardware y software libre se siguieron los Sprints planeados en la fase anterior. El resultado del desarrollo finalizó con cuatro prototipos que dieron

como resultado el dispositivo final. En la siguiente tabla se enlistan los prototipos y el resultado final del desarrollo.

**Tabla 3**

*Prototipos resultantes del desarrollo del dispositivo embebido*

Prototipo	Observaciones	Evidencia
1	<p>El primer prototipo realizado consistía en conectar 4 pantallas con los colores según la posición del número, adicionalmente, 8 botones físicos para poder sumar o restar el número según la posición deseada. El principal problema encontrado con este prototipo fue el número de conexiones, se iban a requerir un total de 40 cables por dispositivo, lo que elevaba drásticamente la posibilidad de que el alumno moviera alguno de los cables y ocasionara que fallara el dispositivo.</p>	

2	<p>Para el prototipo siguiente ya no se usaron 4 pantallas, ahora solamente fue una de tipo TFT. Lo que disminuyó la cantidad de cables necesarios de 40 a 32, una disminución que seguía siendo insuficiente dada la curiosidad de los estudiantes ya que continuaba el riesgo de falla por desconexión de alguna de las terminales.</p>	
3	<p>En el tercer prototipo era similar al anterior, la diferencia fue que se puso al Arduino con un adaptador para que las salidas estuvieran atornilladas, si bien seguían los 32 cables por dispositivo, era menos probable que los estudiantes desconectaran alguna terminal.</p>	

4	<p>El prototipo final, no necesita ningún cable para su funcionamiento, la pantalla que vino a solucionar todos los problemas de los prototipos anteriores fue un tipo TFT con sensor táctil. Es decir, esta pantalla se conecta de manera directa al Arduino y el funcionamiento de los botones se programa desde el código. Este diseño evita cualquier intervención accidental.</p>	
---	--	--

*Nota:* La tabla muestra los resultados dentro de la etapa de desarrollo.

#### **3.4.4.2 Desarrollo del material para las actividades.**

En esta fase, el desarrollo del dispositivo había llegado a la fase de finalización y pruebas, por lo consiguiente, en esta fase se desarrolla del material físico necesario para la explicación del tópico del valor posicional de los números.

El desarrollo del material recortable fue dividido en los siguientes 6 contenidos.

1. Columnas cuadriculadas.
2. Billetes y monedas desde unidades hasta centenas en blanco y negro.

3. Fichas de colores azules, rojas, amarillas y verdes.
4. Monedas y billetes con colores desde unidades hasta unidades de millar.
5. Tabla de valor posicional con colores y cantidades escritas con número representando desde unidades hasta decenas de millar.
6. Tabla de valor posicional con colores y cantidades escritas con letra representando desde unidades hasta decenas de millar.
7. Tabla de valor posicional dividida en colores vacía.

#### ***3.4.5 Etapa de implementación y solicitud de participación de los estudiantes.***

La primera fase de implementación se subdividió a su vez en varias sub fases, esto con el fin de trabajar el tema del valor posicional de los números de tal manera que fuera más sencillo para los estudiantes.

**Tabla 4**

*Relación de actividades y evidencias durante la intervención*

<b>Actividad realizada</b>	<b>Evidencia</b>

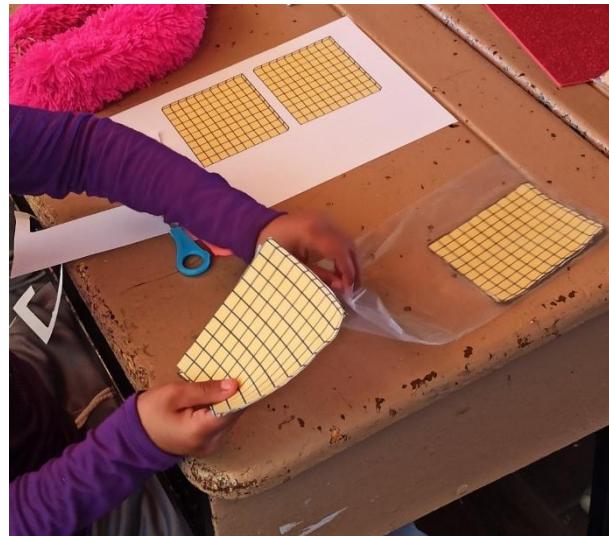
La primera actividad fue la aplicación del pre test.



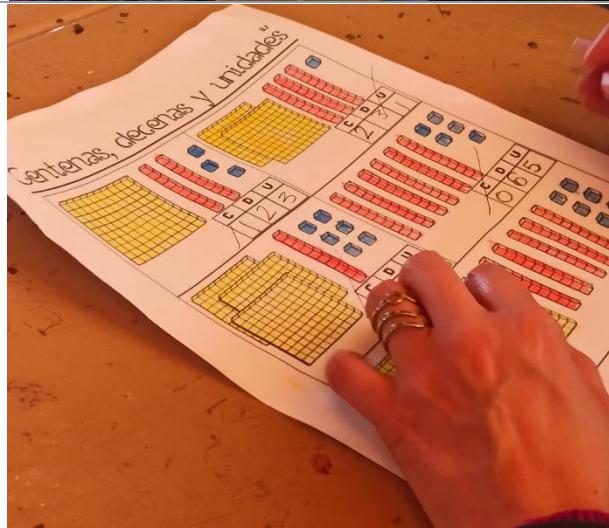
En la siguiente actividad, la maestra de grupo explica cómo se agrupan los números del 0 al 9, además, indica a los estudiantes que deben recortar su material.



En la siguiente fase, los estudiantes recortaron su material y lo guardaron en una bolsa ya que las actividades se realizaron en varios días, de esta manera, no lo perderían.



La siguiente actividad consistió en colorear una hoja que contiene las cuadriculas para unidad, decena, centena. Esto con el fin de que los estudiantes comenzaran a comprender la organización del valor posicional.



En la siguiente actividad los estudiantes representaron las unidades, decenas, centenas y millares con fichas de colores, monedas y billetes.



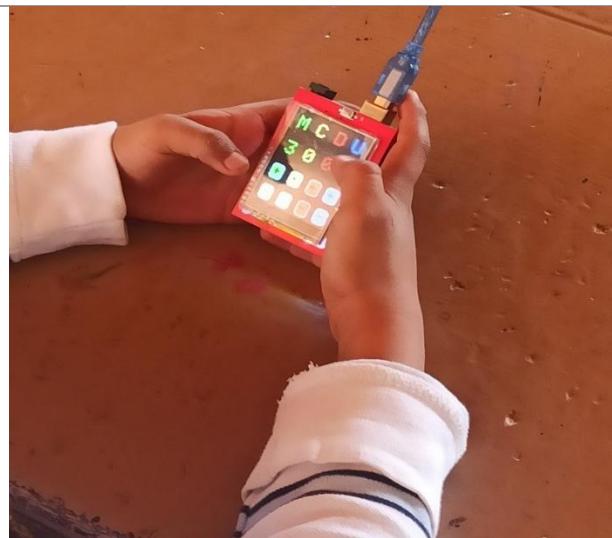
La siguiente sub fase consistió en la representación de cantidades de manera escrita apoyándose de las fichas, monedas y billetes.



Para afirmar lo aprendido los alumnos utilizaron su tabla de valor posicional vacía para escribir números que la maestra de grupo les dictó de manera aleatoria.



Después de que los estudiantes aprendieron sobre el valor posicional, llegó el momento de utilizar el dispositivo de hardware y software libre como apoyo a las actividades realizadas. Primeramente, se les explicó cómo funciona el dispositivo.



	
<p>Lo siguiente fue realizar la actividad de dictado de números y los estudiantes tenían que ponerlo en el dispositivo de hardware y software libre.</p>	
	

Como última actividad se realizó el post test.



*Nota:* La tabla contiene las actividades y evidencias tomadas durante la intervención.

### ***3.4.6 Etapa de evaluación.***

Es importante conocer el grado de fiabilidad del instrumento aplicado ya que como menciona Quero (2010) la fiabilidad “se refiere a la consistencia o estabilidad de una medida” (p. 248). Con lo anterior establecemos que el instrumento aplicado tanto en el pre y post test debe presentar una consistencia dentro de sus resultados.

La consistencia interna también puede ser definida como el grado en que los ítems del instrumento se correlacionan entre ellos, para ello, se tienen dos fórmulas que son KR-20 para respuestas dicotómicas y el alfa de Cronbach para respuestas politómicas (Campo Arias y Oviedo, 2008, p. 831).

Dadas las definiciones anteriores se realizó el análisis y cálculo de consistencia interna a los resultados del instrumento aplicado tanto en pre como en el post test. Cabe resaltar que se está

evaluando si la respuesta fue correcta o no, es decir, se considera un análisis de consistencia interna con respuestas dicotómicas, por lo tanto, se utilizó la formula KR-20 para obtener los resultados.

**Tabla 5**

*Resultados de prueba de consistencia interna del instrumento aplicado*

Momento	Fórmula utilizada	Resultado
<b>Pre test</b>	KR-20	0.78
<b>Post test</b>	KR-20	0.81

*Nota:* Resultados obtenidos al evaluar la consistencia interna del instrumento aplicado.

Campo Arias y Oviedo (2008) establecen que un resultado aceptable para la consistencia interna de un instrumento está dentro del rango de 0.70 hasta 0.90. Es decir, que, analizando los resultados en los dos momentos, tenemos que la consistencia interna del instrumento está dentro de un rango aceptable.

La finalidad de evaluar la consistencia interna del instrumento aplicado es porque, a pesar de estar validado por expertos, recordemos que se hicieron modificaciones para poderlo aplicar a estudiantes de tercer grado de primaria.

## Capítulo 4: Resultados

Este proyecto de investigación se dividió en dos partes principales: desarrollo del dispositivo de hardware y software libre y la intervención de las actividades utilizándolo como apoyo. Por ende, la presentación de resultados se separa en dos partes.

### 4.1 Resultados del desarrollo del dispositivo de hardware y software libre.

Después de considerar todos los requerimientos solicitados por la maestra de grupo, se desarrollaron como funcionalidades del dispositivo. A continuación, el resultado de la etapa de desarrollo.

**Figura 10**

*Dispositivo embebido en funcionamiento.*



**Figura 11**

*Dispositivo embebido con su fuente de alimentación.*



En la siguiente tabla se enlistan los requerimientos cumplidos en el desarrollo del dispositivo de hardware y software libre.

**Tabla 6**

*Relación de requerimientos cumplidos en el desarrollo del dispositivo embebido*

Requerimiento	Estado
Muestra cuatro columnas con cada valor posicional desde la unidad hasta la unidad de millar.	Implementado.
Cada columna tiene el color requerido según el plan de estudios.	Implementado.
Muestra los números correspondientes a cada columna.	Implementado.

Permite aumentar o disminuir los números de cada columna mediante botones.	Implementado.
Los botones para disminuir o aumentar los números son táctiles.	Implementado.
Cuando el estudiante llegue al número 9 de alguna columna y este presiona el botón de suma, en la columna de la izquierda deberá aumentar la cantidad en +1 esto con el fin de demostrar gráficamente al estudiante, como se da el cambio entre cada valor posicional.	Implementado.
El dispositivo debe poderse alimentar con un cargador de teléfono celular o batería portátil.	Implementado.
Portabilidad del dispositivo, para poderse transportar a otras aulas o incluso otras escuelas.	Realizado.
No requerir conexión a internet o de datos.	Implementado.

*Nota:* Listado de requerimientos implementados en el desarrollo del dispositivo embebido.

De manera general, el resultado del desarrollo del dispositivo de hardware y software libre cubrió los requerimientos solicitados por la maestra de grupo. Si bien, existen muchas otras actividades que se pueden programar, con el resultado cubrimos el objetivo de permitir a los estudiantes el identificar, comprender y practicar lo referente al tema del valor posicional de los números.

#### **4.2 Resultados de las actividades realizadas en conjunto con el dispositivo embebido.**

El instrumento de evaluación aplicado tanto en el pre y post test evaluaron el conocimiento del valor posicional de acuerdo a los siguientes subtemas.

1. Segmentación de cantidades.
2. Segmentación de cantidades con operación de suma.
3. Análisis de número mayor o menor.
4. Valor posicional de los números.

El examen se dividió dependiendo del subtema relacionado con el valor posicional de los números. A continuación, en la tabla 7 se presenta la forma en la que se segmentaron los reactivos dentro del examen.

**Tabla 7**

*Segmentación de reactivos del examen para el pre y post test*

<b>Subtema</b>	<b>Reactivos en el examen</b>
Segmentación de cantidades	2
Segmentación con operación de suma	3
Análisis de número mayor o menor	2
Valor posicional de los números	8
Total	15

*Nota:* División de reactivos del examen.

El evaluar el conocimiento en distintas áreas permite analizar los resultados de tal manera que es posible determinar en qué contenido el docente debe poner especial énfasis para poder reforzar y mejorar el conocimiento.

Es importante mencionar que, de la población total considerada en 27 alumnos, se tomaron en cuenta solamente los resultados de los estudiantes que aplicaron tanto pre y post test, lo que redujo la población del análisis de resultados a 17 estudiantes.

La siguiente tabla presenta los resultados de pre y post test incluyendo la mejora obtenida considerando solamente los 17 estudiantes que aplicaron las dos pruebas.

**Tabla 8**

*Resultados obtenidos*

Conocimiento	Pre test	Post test	Diferencia
Segmentación de cantidades	32.35%	79.41%	47.06%
Segmentación de cantidades con operación de suma	52.94%	72.54%	19.6%
Ánálisis de número mayor o menor	64.70%	79.41%	14.71%
Valor posicional de los números	40.44%	88.23%	47.79%
Promedio general	47.60%	78.89%	31.29%

*Nota:* La tabla muestra el desglose de resultados y la diferencia entre estos.

Analizando la tabla anterior se puede observar que todos los rubros evaluados mejoraron. Con respecto al promedio general, es decir, considerando todos los reactivos del examen, los estudiantes obtuvieron una mejora del 31.29%.

Segmentando cantidades mejoraron en un 47.06%; en cuanto a la comprensión e identificación del valor posicional obtuvieron la mejora más notable con un 47.79%. Por último, en donde la mejora fue menor, los estudiantes lo hicieron en un 19.6% segmentando cantidades

con operación de suma, adicionalmente, analizando números de mayor y menor la mejora fue de 14.71%.

Con los porcentajes obtenidos, el docente encargado de grupo puede ahora realizar actividades adicionales que permitan reforzar el conocimiento en los rubros donde la mejora fue más baja.

Siguiendo los resultados obtenidos del pre test en el promedio general que fue del 47.60% contra el promedio de 42.27% a nivel nacional obtenido en la prueba MEJOREDU del año 2023 (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, 2023), se comprueba que los resultados son muy similares. Estos dos resultados comprueban que existe un problema medible y que se puede demostrar. Los resultados obtenidos en matemáticas, en la identificación y comprensión del valor posicional está por debajo de ser un resultado óptimo.

#### **4.3 Cumplimiento de objetivos.**

En el momento de la intervención los estudiantes se mostraron emocionados, al interactuar con un dispositivo tecnológico el ánimo de aprender fue más que palpable. Analizando los resultados anteriores es posible determinar que hubo una mejora sustancial en los resultados del conocimiento de los estudiantes después de la intervención. En resumidas cuentas, se cumplieron los objetivos de desarrollar un dispositivo de hardware y software libre que permite a los estudiantes, identificar, comprender y practicar el valor posicional de los números. En ese mismo sentido los alumnos obtuvieron un mejor nivel de conocimientos, aunque este último está a debate, ¿fue el uso del dispositivo lo que mejoró el aprendizaje o la correcta planeación de las actividades?

##### ***4.3.1 Desafíos encontrados.***

En el momento de intervención existían distintos problemas sociales rodeando la educación del país. Sin embargo, la problemática más importante fue la constante ausencia de los estudiantes, al grado que no se pudo realizar la evaluación al 100% de los alumnos que conforman el grupo de intervención. Esto da pauta a más preguntas de investigación, por ejemplo, ¿Cuál es el impacto que provoca la constante falta de los estudiantes a clases? ¿Será este problema el causante de las bajas calificaciones obtenidas en matemáticas a nivel nacional? Las preguntas anteriores abren nuevas líneas de investigación.

#### ***4.3.2 Áreas de mejora.***

Como se mencionó anteriormente, la plataforma Arduino ofrece un sinfín de posibilidades. Para la mejora del aprendizaje orientado a las matemáticas es posible plantear nuevas necesidades, por ejemplo, practicar el valor posicional de los números, pero ahora con letras, con el fin de que los estudiantes practiquen también la correcta escritura de los números. Lo anterior es solamente una idea rápida de nuevas funcionalidades. Así mismo, se pueden diseñar actividades de matemáticas; se pueden idear para otras materias, cuestionarios como para la de lengua escrita, ubicación de lugares para geografía, vídeos que muestren la historia del país entre otros.

## Capítulo 5: Conclusiones

El uso de la tecnología de la mano de la educación es una nueva forma de desarrollo de procesos de aprendizaje y representan un gran cambio en cómo se realizan actividades dentro del aula (Granados et al., 2020, p. 1811). El desarrollar dispositivos permite acompañar las actividades planeadas por los docentes, de esta manera enriquecer su enseñanza utilizando distintas teorías del aprendizaje y en conjunto con las nuevas metodologías ágiles.

Los resultados de esta investigación demuestran que la tecnología es una excelente herramienta para poder captar la atención de los estudiantes, ya que, durante la intervención, la mayoría de estudiantes mostraron interés en practicar con el dispositivo de hardware y software libre. En este sentido, se determina que los objetivos planteados se cumplieron, ya que el dispositivo de hardware y software libre logró no solo que los estudiantes pudieran identificar, comprender y practicar el valor posicional de los números, sino que también logró el llamar la atención por aprender de los estudiantes.

En este sentido, los resultados también abrieron un panorama amplio de problemáticas y áreas de oportunidad para poder investigar, ya que el bajo nivel de conocimientos en el área de matemáticas a nivel nacional es bastante complejo, no solo se trata de los resultados en crudo de los exámenes, sino de un problema que incluso afecta lo social, como lo vimos en esta investigación, las constates faltas de los estudiantes a clases y las actividades extra escolares tienen un efecto negativo en todos los campos formativos.

Considerando los puntos anteriores se presenta la siguiente lista, la cual, contiene las áreas de oportunidades detectadas durante la intervención.

1. Incluir en el dispositivo de hardware y software libre la funcionalidad para poder practicar el valor posicional de los números, pero con las cantidades escritas, con el objetivo de que los estudiantes aprendan la correcta escritura de las cantidades.
2. Planear actividades utilizando la gamificación de tal manera que el dispositivo funcione como una herramienta para poder ganar un juego, esto con el fin de mantener al estudiante inmerso en la actividad mediante la canalización de su emoción.
3. Abrir el abanico de campos formativos, es decir, programar requerimientos de otras áreas del conocimiento, como historia, geografía, lengua escrita. Cada campo formativo tendría sus propias actividades y funcionalidades que debería cumplir el dispositivo, a final de cuentas, la pantalla táctil abre un sinfín de posibilidades que se pueden cubrir mediante programación.
4. Implementar el dispositivo en otras escuelas. Considerando que cada profesor tiene su forma de planear su trabajo, es de suma importancia llevar el dispositivo a otros grupos y a otras escuelas para retomar puntos de mejora e ideas que puedan surgir para seguir la programación del dispositivo.
5. Encontrar una alternativa para energizar los dispositivos. Si bien se utilizaron baterías recargables para poder encender los dispositivos, se debe considerar que hay escuelas que no disponen siquiera de energía eléctrica, por lo que, un área de oportunidad es encontrar la manera de adaptar paneles solares a los dispositivos y así convertirlo en un proyecto sustentable.

De la misma manera que se encontraron las áreas de oportunidad para el proyecto, también se encontraron posibles líneas de investigación mediante preguntas que fueron surgiendo durante

la intervención. En la siguiente tabla se enlistan las preguntas de investigación y el objetivo tentativo para su solución.

**Tabla 9**

*Futuras líneas de investigación*

Pregunta de investigación	Objetivo
¿Los resultados se dieron por la correcta planeación de las actividades o por el uso del dispositivo de hardware software libre?	Determinar si los resultados obtenidos en esta investigación fueron el resultado de la correcta planeación de las actividades o si fue por el uso del dispositivo de hardware libre y la emoción por uso demostrada por los estudiantes.
¿Cuál es el impacto de las problemáticas sociales en el aprendizaje de los estudiantes?	En esa investigación podemos observar problemas de índole social, sin embargo, es preciso medir cuál es el impacto de estos problemas en el aprendizaje de los estudiantes no solo en matemáticas, sino en todos los campos formativos.
¿Cuál es nivel de mejora de conocimientos utilizando el dispositivo de hardware y software libre en todos los campos formativos?	Determinar si el dispositivo de hardware y software libre puede ser de apoyo para otros campos formativos y medir si existe una mejora.

*Nota:* La tabla enlista las posibles líneas de investigación considerando los resultados obtenidos.

La correcta aplicación de dos áreas del conocimiento como lo es la tecnología en sus ramas de programación y electrónica en conjunto con la educación tiene un gran número de posibilidades para poder mejorar la enseñanza del país. De esta manera, resulta completamente importante y necesario que este tipo de investigaciones se sigan realizando, esto con el fin de apoyar a los docentes a mejorar la forma en que llevan el conocimiento a sus alumnos.

## Referencias

Acevedo Rodríguez, J., Carrillo-García, C., López-Flores, J. (2023). Secuencias de enseñanza para valor posicional y operaciones aritméticas, adaptadas para estudiantes con discapacidad visual. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*. 3(2), pp. 1-24.

Arduino Docs. (s.f.). Mega 2560 Rev 3. <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560/>

Alonso Velázquez, J. (2010). Lenguaje de Programación: Introducción a C/C++ (IDE). Universidad de Guanajuato. [https://www.cimat.mx/~pepe/cursos/lenguaje\\_2010/slides/slide\\_17.pdf](https://www.cimat.mx/~pepe/cursos/lenguaje_2010/slides/slide_17.pdf)

Arias Rodríguez, I., Mendes-Nascimento, J., Helosías-Santos, F. (2017). Perfil de niños con déficits en la cognición numérica. *Universitas Psychologica*, 16(3). doi.org/10.11144/Javeriana.upsy16-3.pncl

Altez Ortiz, E. Mamani-Quispe, G., Montenegro-Chino, R., Delzo-Calderón, I. A., Trujillo-Bravo, N., González, M. (2021). El cognitivismo: perspectivas pedagógicas, para la enseñanza y aprendizaje del idioma inglés, en comunidades hispanohablantes. *Paidagogo. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 3(1), 89-102.

Basel, V. (2020). Hardware libre en el aula: Una experiencia de capacitación en el uso de recursos educativos abiertos en escuelas técnicas en Tucumán. Argentina. *Virtualidad, Educación y ciencia*, 20(11), pp. 202-211.

Belloch, C. (2013). Diseño Instruccional. Unidad de Tecnología Educativa (UTE). Universidad de Valencia. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1321>

Benítez Lima, M. (2010). El modelo de diseño instruccional assure aplicado a la educación a distancia. *Tlatemoani: Revista académica de investigación*, 1, 1-14.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7302838>

Bolaño Muñoz, O. (2020). El constructivismo: Modelo Pedagógico para la Enseñanza de las Matemáticas. *Revista educare*, 24(3). 408-502.  
<https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1413>

Brito, D. (2016). Matemática como ciencia del saber. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28(1), 3-4.  
<https://www.redalyc.org/articulo.ox?id=427746276001>

Bruno, A. (2000). Sentido numérico. En A. Martinón Cejas (Ed.), *Las matemáticas del siglo XX una mirada en 101 artículos* (pp. 267-270). *NIVOLA*.

Campos Arias, A., Oviedo, H. C. (2008). Propiedades Psicométricas de una Escala: la Consistencia Interna. *Revista salud pública*, 10(5), 831-839.  
<https://www.redalyc.org/comocitar.ox?id=42210515>

Campos Flores, Y. (2021). Técnicas de investigación. *Revista Académica Institucional RAI*, 4, 1-8. <https://cms.usanmarcos.ac.cr/sites/default/files/tecnicas-de-investigacion.pdf>

Castañeda Hernández, F. (2022). El valor posicional: Una secuencia didáctica para segundo ciclo de una escuela primaria multigrado. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. *Repositorio Institucional DGBSDI-UAQ*. <http://ring.uaq.mx/handle/123456789/3700>

Castro Delgado, A. (2017). La integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: usos e intencionalidad en el currículum oficial del nivel secundaria. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Zacatecas.

<http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/1226>

Codoñer, D. (2015). Diseño e implementación de un dispositivo para el control de instalaciones domóticas mediante reglas de usuario. [Trabajo para obtener el grado en Ingeniería Informática, Universitat Politècnica de Valencia]. Repositorio Universitario.

<https://m.riunet.upv.es/handle/10251/55640?show=full>

Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación. (2021). Evaluaciones diagnósticas para la mejora de los aprendizajes. La nueva generación de evaluaciones para los estudiantes de educación básica.

[https://www.mejoredu.gob.mx/images/publicaciones/Evaluacion\\_Diagnostic\\_AED.pdf](https://www.mejoredu.gob.mx/images/publicaciones/Evaluacion_Diagnostic_AED.pdf)

Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación. (2023). Evaluación diagnóstica del aprendizaje de las y los alumnos de educación básica 2022-2023. Informe ejecutivo.

[https://www.mejoredu.gob.mx/images/EjecutivoInforme\\_diagnostic.pdf](https://www.mejoredu.gob.mx/images/EjecutivoInforme_diagnostic.pdf)

Codoñer, D. (2015). Diseño e implementación de un dispositivo para el control de instalaciones domóticas mediante reglas de usuario. [Trabajo para obtener el grado de Ingeniería Informática, Universitat Politècnica de Valencia]. Repositorio Universitario.

<https://m.riunet.upv.es/handle/10251/55640?show=full>

Codecademy. (s.f.). What is an IDE.? Understanding Integrated Development Environments.

<https://www.codecademy.com/article/what-is-ide>

Coy Aguirre, A. P., Nieto-González, W.J. (2020). El recurso didáctico como estrategia en la comprensión del valor posicional en estudiantes de primer a tercer grado. *Repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional.*  
<http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/12605?show=full>

Cuhunay, N. (2022). Gamificación y enseñanza del valor posicional de los números naturales en estudiantes del tercer año. [Trabajo para obtención de título de magister en pedagogía mención educación técnica y tecnológica]. Repositorio Institucional PUCESA.  
<https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/3681>

Cruz Coria, E., Velázquez.Castro, J.A., Briones-Juárez, A. (2019). Formas, enfoques y tipos de investigación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/icea/asignatura/turismo/2020/formas-tipos-investigacion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icea/asignatura/turismo/2020/formas-tipos-investigacion.pdf)

Danley, B., James, N., Mims, C., Simms, A. (s.f.). Behaviorism Theory. And its Relation to Instructional Design. [https://faculty.mercer.edu/codone\\_s/tco363/2014/behaviorism.pdf](https://faculty.mercer.edu/codone_s/tco363/2014/behaviorism.pdf)

De la Torre García, V.R. (2014). Educación en Línea en la Universidad Autónoma de Zacatecas: Diseño Instruccional con el Modelo ASSURE. [Trabajo para obtener el grado De Doctor en Tecnología Educativa, Universidad Da Vinci].

De la Torre García, V. R., Sosa-Mendoza, R. (2018). La pertinencia del modelo de diseño instruccional ASSURE para la implementación de la educación a distancia. *Revista Digital FILHA*, 13(19), 16. <https://doi.org/10.60685/filha.v13i19.2385>

Díaz Sánchez, J. (2015). Open hardware y software, herramientas para el desarrollo de competencias educativas. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2(3), pp. 1-19.

Díaz Chacón, A., González-Franco, A. (2023). Uso de material tangible para el aprendizaje del Sistema Numérico Decimal en estudiantes de segundo grado del Colegio Marsella I.E.D. [Trabajo de grado para obtener el título de Magíster en Dificultades del Aprendizaje].

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/0622f8ec-4790-488e-98aa-367ddd4bda1c/content>

Free Software Foundation. (2015). Free Hardware and Free Hardware Designs. <https://www.gnu.org/philosophy/free-hardware-designs.en.html>

Free Software Foundation. (1996). What is free Software? <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>

Flor García, M., Obaco-Soto, E. (2024). Las Metodologías Activas y su Impacto en el Rendimiento Académico de los Estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 4172-4190. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10829](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10829)

Galarga Llerena, F., Hinestroza Hinestroza, W. J., Hoyos Durango, L. (2024). La enseñanza del valor posicional de los números naturales en el área de Matemática en los estudiantes del grado tercero de la institución educativa rural Simón Bolívar de Zaragoza – Antioquia. [Proyecto de grado presentado para optar el título de Magíster en Educación]. Fundación Universitaria los Libertadores. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. <http://hdl.handle.net/11371/6867>

García Ruvalcaba, L. (2020). Fichero didáctico para la enseñanza de numeración y operaciones aritméticas básicas en contextos multigrado, nivel básico. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Zacatecas. <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/2932>

García, S. (2014). Sentido numérico. Materiales para Apoyar la Práctica Educativa. *INEE*. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1D416.pdf>

González, I., González, J., Gómez-Arribas, F. (2003). Hardware Libre: Clasificación y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux. Escuela Politécnica Superior. Universidad Autónoma de Madrid. <http://www.iearobotics.com/personal/juan/publicaciones/art4/pres-hardware-libre.pdf>

Gutiérrez Curipoma, C., Narváez-Cocampo, M., Castillo-Cajilma, D., Tapia-Peralta, S. (2023). Metodologías Activas en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje: Implicaciones y Beneficios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 7(3), 3311-3327. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6409](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6409)

Granados Maguiño, M. A., Romero Vela, S. L., Rengifo Lozano, R. A., García Mendocilla, G. F. (2020). Tecnología en el proceso educativo: nuevos escenarios. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(92), 1809-1823.

Heinich, R., Molenda, M., Russel, J. D., Smaldino, S. E. (1999). *Instructional media and technologies for learning*. Merril Pretience Hall.

Hernández Vega, J. (2010). El software Embebido y los Retos que implica su Desarrollo. *Ciencia y Tecnología*, (40), 42-45. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415759009>

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología. (s.f.). Practicas con Arduino y DASA. UNAM.

<https://iaciduino.enp.unam.mx/wpArduino/index.php/manual-de-programacion-con-arduino/la-plataforma-arduino/>

IMCO. (2023). Pisa 2022: Dos de cada tres estudiantes en México no alcanzan el nivel básico de aprendizajes en Matemáticas. [https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022\\_Nota-IMCO\\_20231205.pdf](https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022_Nota-IMCO_20231205.pdf)

Lathan, J. (s.f.). Why STEAM is so imoprtanto 21<sup>st</sup> Century Education. University of San Diego.

<https://onlinedegrees.sandiego.edu/steam-education-in-schools/>

Ley Federal de Educación, [L.F.E.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 20 de diciembre de 2023, (México).

López, L. (2004). Población, muestra y muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69-74.

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)

Manjarrés Leal, E., P. (2021). Fundamentos del cognoscitivismo y sus aportes en la praxis educativa. *REDHECS.: Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 29(19), 93-106. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9265070>

Martínez de la Mora, M., Xolocotzin-Eligio, U., Quintero-Zazueta, R. (2021). Las relaciones entre unidades componentes del calor posicional y su didáctica. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 24(3), 277-298.

<https://doi.org/10.12802/relime.21.2432>

Medina Rodríguez, D.A. (2016). La comprensión del valor de posición en el desempeño matemático de niños. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 34(3), 441-456. <https://doi.org/10.12804/apl34.3.2016.01>

Medina Romero, M., Rojas León, R., Bustamante Hoces, W., Loaiza Carrasco, R., Martel Carranza, C., Castillo Acobo, R. (2023). Metodología de la investigación. Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

Mesén Domra, L.D. (2019). Teorías del aprendizaje y su relación en la educación ambiental costarricense. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(1), 187-202. <https://doi.org/10.15359/rep.14-1.8>

Morales García, L., Navarro-Sandoval, C., Díaz-Levicoy, D. (2021). Dignificados del número natural en libros de texto mexicanos: un análisis descriptivo. *Educación matemática*, 33(3), 94-120. <https://doi.org/10.24844/em3303.04>

Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDUE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34-36. <http://dx.doi.org/10.1002/pfi.4930420508>

Monterrubio Hernández, E. (2024). Hardware. *Con-Ciencia Serrana*. 6(11), 6-8. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/11967/11036>

Muñoz R. (2018). Qué es Arduino y por qué es tan interesante para aprender a programar. *Computer Hoy*. <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/que-es-arduino-que-es-tan-interesante-aprender-programar-311393>

Olvera Sánchez, C. (2023). Conocimiento especializado del profesor de primaria sobre el Sistema de Numeración Decimal. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro].  
 Repositorio Institucional DGBSDI-UAQ. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/8343>

Otalora Sevilla, Y., Orozco Hormaza, M. (2006). ¿Por qué 7345 se lee como “setenta y tres cuarenta y cinco”? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 9(3), 407-433.

Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la educación*, (19), 93-110.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441846096005>

Pino Moreno, K.J., Cuesta-Dalas, W.D. (2015). Aprobación del valor posicional numérico en el sistema de numeración decimal de estudiantes de cuarto y quinto de primaria. [Trabajo para optar por el título de Licenciatura, Universidad de Antioquia, facultado de educación].  
 Repositorio Institucional Universidad de Antioquia.  
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/23294>

Pérez Tavera, I. (2023). *Arduino IDE. Vida Científica.* 11(21), 30-32.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/10474/10019>

Price, P. (2001). The Development of Year 3 Student's Place-Value Understanding: Representations and Concepts. [Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the award of the degree of Doctor of Philosophy, Queensland University of Technology]. QUT ePrints repository. <https://eprints.qut.edu.au/15783/>

Quero Virla, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2), 248-252.  
<https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=99315569010>

- Quispe Andía, A., Calla-Vásquez, K.M., Yangali-Vicente, J.S., Rodríguez-López, J.L., Pumacayp-Palomino, I.I. (2019). Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS, MINITAB Y ECCEL. *EDICEC*. <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estad%C3%ADstica-no-param%C3%A9trica-aplicada.pdf>
- Ramírez Achoila, M. (2020). Down: tareas que posibilitan la comprensión del valor posicional a través del agrupamiento de cantidades. [Trabajo para obtención del título de licenciada en matemáticas asociado al estudio de interés profesional]. Repositorio Institucional Universidad Pedagógica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/13239>
- Ramírez Cardona, J. (2013). Sistema contra robo de vehículos. [Tesis para obtener el título de ingeniero en comunicaciones y electrónica, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacan]. Repositorio del IPN.  
<https://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/13198>
- Ramos Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental, *CienciAmérica*, 10 (1), 1–7. [doi: 10.33210/ca.v10i1.356](https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356).
- Real Academia Española. (2014). Diccionario panhispánico de dudas (2<sup>a</sup> ed.).  
<https://www.rae.es/dpd/software>
- Recio Urdaneta, C., E., Díaz-Perea, J., J., Saucedo-Fernández, M., Jiménez-Izquierdo, S. (2017). Conectivismo, ventajas, y desventajas. Educa.  
[http://www.eduqa.net/eduqa2017/images/ponencias/eje3/3\\_41\\_Recio\\_Carlos\\_Diaz\\_Juan\\_Saucedo\\_Mario\\_Jimenez\\_Sergio-\\_Conectivismo-ventajas-desventajas.pdf](http://www.eduqa.net/eduqa2017/images/ponencias/eje3/3_41_Recio_Carlos_Diaz_Juan_Saucedo_Mario_Jimenez_Sergio-_Conectivismo-ventajas-desventajas.pdf)

Rodríguez Silva, J., Alsina, A. (2023). Conceptualising and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach? *Universidade Federal de Minas Gerais*. 16, pp. 1-13.

<https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44946>

Ross, S. H. (1990). Children's acquisition of place-value numeration concepts: The roles of cognitive development and instruction. *Focus on Learning in Mathematics*, 12(1), 1-17.

<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED273482.pdf>

Santos Estepa, J. E., Fonseca Velásquez, A. (2021). Sistema de hardware reconfigurable para aplicaciones de control: Reconfigurable hardware system for control applications. *Noria Investigación Educativa*, 2(8). <https://doi.org/10.14483/25905791.18564>

Secretaría de Educación Pública (2022a). Programa de estudio para la educación: Programa sintético de la fase 3. [https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa\\_Sintetico\\_Fase\\_3.pdf](https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa_Sintetico_Fase_3.pdf)

Secretaría de Educación Pública (2022b). Sugerencias metodológicas para el desarrollo de los proyectos educativos. [https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2022/12/C3\\_1-Sugerencias-Metodologicas-proyectos.pdf](https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2022/12/C3_1-Sugerencias-Metodologicas-proyectos.pdf)

Secretaría de Educación Pública (2024). Programa de estudio para la educación primaria: Programa sintético de la fase 4. [https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa\\_Sintetico\\_Fase\\_4.pdf](https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2024/06/Programa_Sintetico_Fase_4.pdf)

Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. Pearson. <https://fundasira.cl/wp-content/uploads/2017/03/TEORIAS-DEL-APRENDIZAJE.-DALE-SCHUNK..pdf>

Siemens, G. (2004). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital.

[https://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/\\_media/cursos/tic/s1x1/modul\\_3/conectivism\\_o.pdf](https://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/_media/cursos/tic/s1x1/modul_3/conectivism_o.pdf)

Schwaber, K., Sutherland, J. (2020). La guía Scrum.

<https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf>

Scrum organization. (2020). What is scrum? <https://www.scrum.org/resources/what-scrum-module>

Solórzano Martínez., F., García-Martínez, A. (2016). Fundamentos del aprendizaje en redes desde el conectivismo y la teoría de la actividad. *Revista Cubana de Educación Superior*, 35(3), 98-112. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142016000300008&lng=es&tlang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142016000300008&lng=es&tlang=es).

Suniaga, A. (2019). Metodologías Activas Herramientas para el empoderamiento docente. *Docentes 2.0*. 19(1). 1-16. <https://orcid.org/0000-0002-8652-773X>

Torreteras Herrera, J. (2012). Las teorías de aprendizaje y la formación de herramientas técnicas. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (34), 1-16.

Vega Lugo, N., Flores-Jiménez, R., Flores-Jiménez, I., Hurtado -Vega, B., Rodríguez-Martínez, J. (2019). Teorías del aprendizaje. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, 7(14), 51-53. <https://doi.org/10.29057/xikua.v7i14>

Vital, M. (2021). Introducción de Arduino. *Vida Científica*, 9(17), 4-8. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/6625>

## Apéndices

### 1.- Instrumento aplicado en el pre y post test para evaluar el nivel de conocimiento en el tema del valor posicional de los números.

Nombre \_\_\_\_\_ Grado y  
Grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Instrucciones: Lee atentamente y subraya la respuesta correcta de las siguientes preguntas.

1.- ¿Cuántas cifras se necesitan para escribir tres mil?

- a) 1 cifra
- b) 3 cifras
- c) 6 cifras
- d) 4 cifras

2.- Elige la cantidad que corresponde a siete mil cincuenta.

- a) 7150
- b) 7050
- c) 7150
- d) 7550

3.- Elige el resultado de sumar 6749 más 999.

- a) 7648
- b) 7189
- c) 7248
- d) 7748

4.- El número 2837 se escribe.

- a) Dos mil ochocientos treinta y siete.
- b) Dos mil trescientos ochenta y siete.
- c) Dos mil novecientos treinta y siete.
- d) Dos mil quinientos ochenta y siete.

5.- ¿Cuántas cifras se necesitan para escribir diez mil?

- a) 5 cifras
- b) 3 cifras
- c) 6 cifras
- d) 4 cifras

Contesta las preguntas, 6, 7 y 8 utilizando el siguiente número.

**6091**

6). ¿Qué valor posicional representa el 9?

- a) Unidad.
- b) Centena
- c) Decena
- d) Unidad de millar

7). ¿Qué valor posicional representa el 6?

- a) Centena.
- b) Unidad de millar
- c) Unidad
- d) Decena

8). ¿Qué valor posicional representa el 0?

- a) Centena.
- b) Decena
- c) Unidad de millar
- d) Unidad

9). Elige el resultado obtenido de realizar la siguiente suma.

**4000 + 800 + 20 + 6**

- a) 4086
- b) 4806
- c) 4826
- d) 4862

10). Elige el resultado obtenido de realizar la siguiente suma.

$$2 + 3000 + 98 + 600$$

- a) 3698
- b) 3698
- c) 3982
- d) 3700

11). Elige el número mayor que 5098 y menor que 5100.

- a) 5199
- b) 5099
- c) 5198
- d) 5199

12). ¿Cuál de los siguientes números es mayor a 8110?

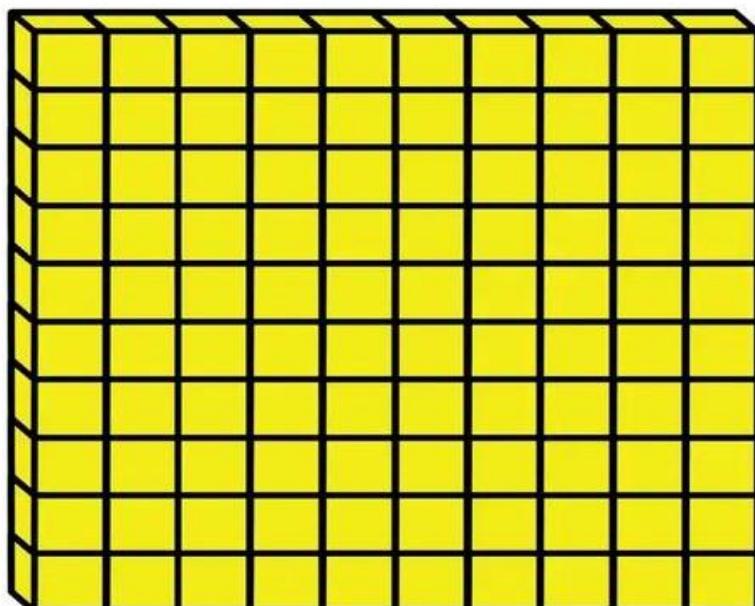
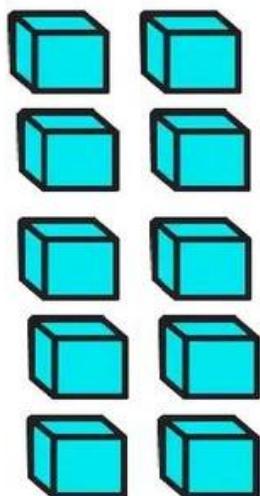
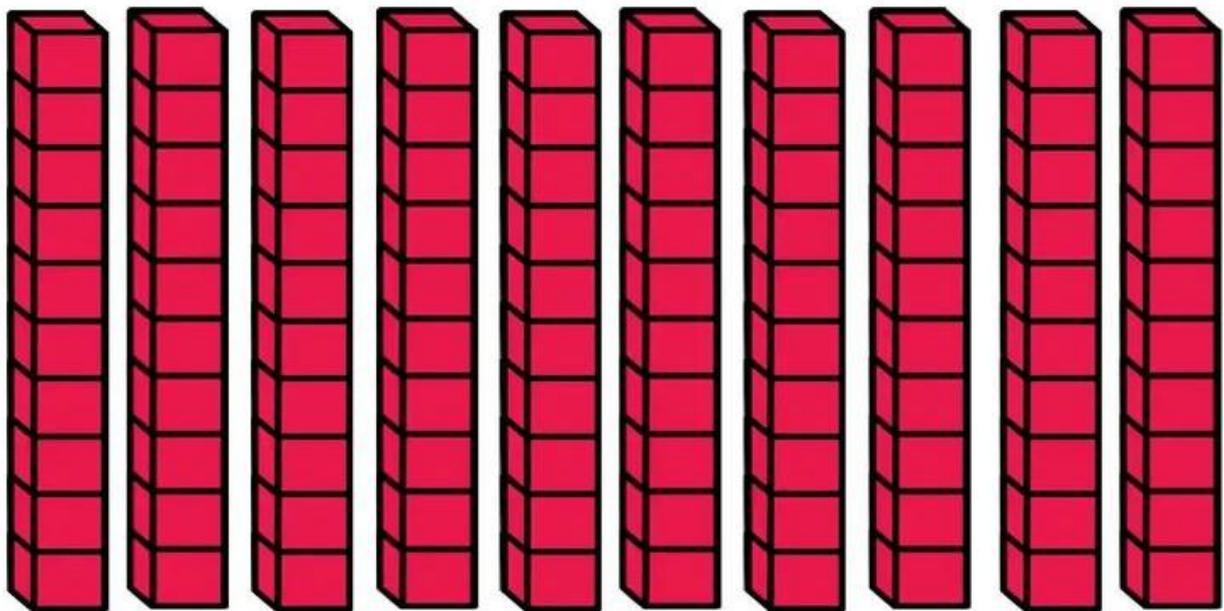
- a) 8011
- b) 8010
- c) 8210
- d) 8012

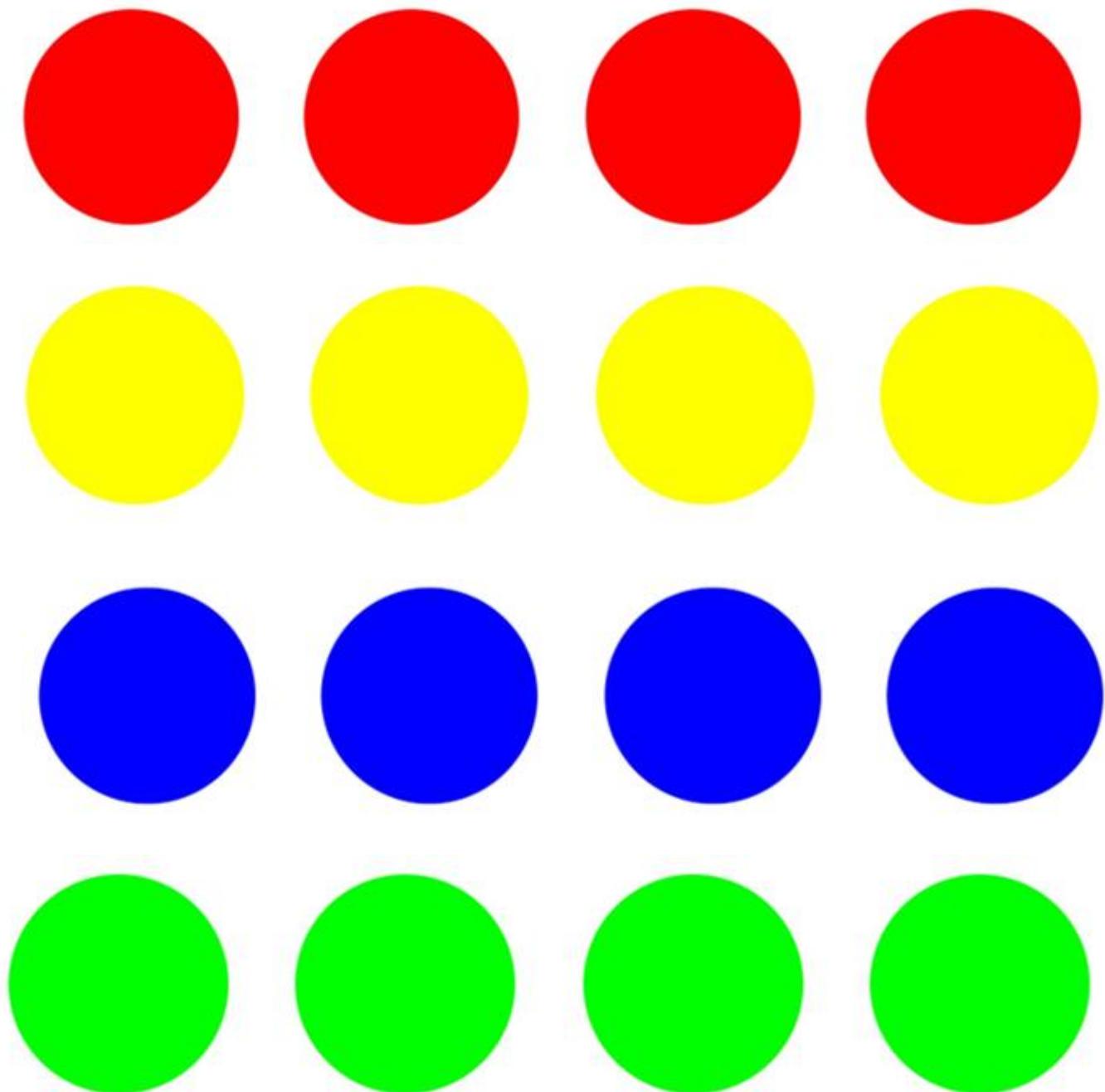
Valentina, Andrea y Nicolás ahorraron dinero todo el año para comprar regalos para sus mamás. Observa la siguiente tabla y responde las preguntas.

 <b>Valentina</b>	13. ¿Qué posición corresponde al número 7? a) Unidad b) Decena c) Centena
 <b>Andrea</b>	14. ¿Qué posición corresponde al número 7? a) Unidad b) Decena c) Centena
 <b>Nicolás</b>	15. ¿Qué posición corresponde al número 7? a) Unidad b) Decena c) Centena

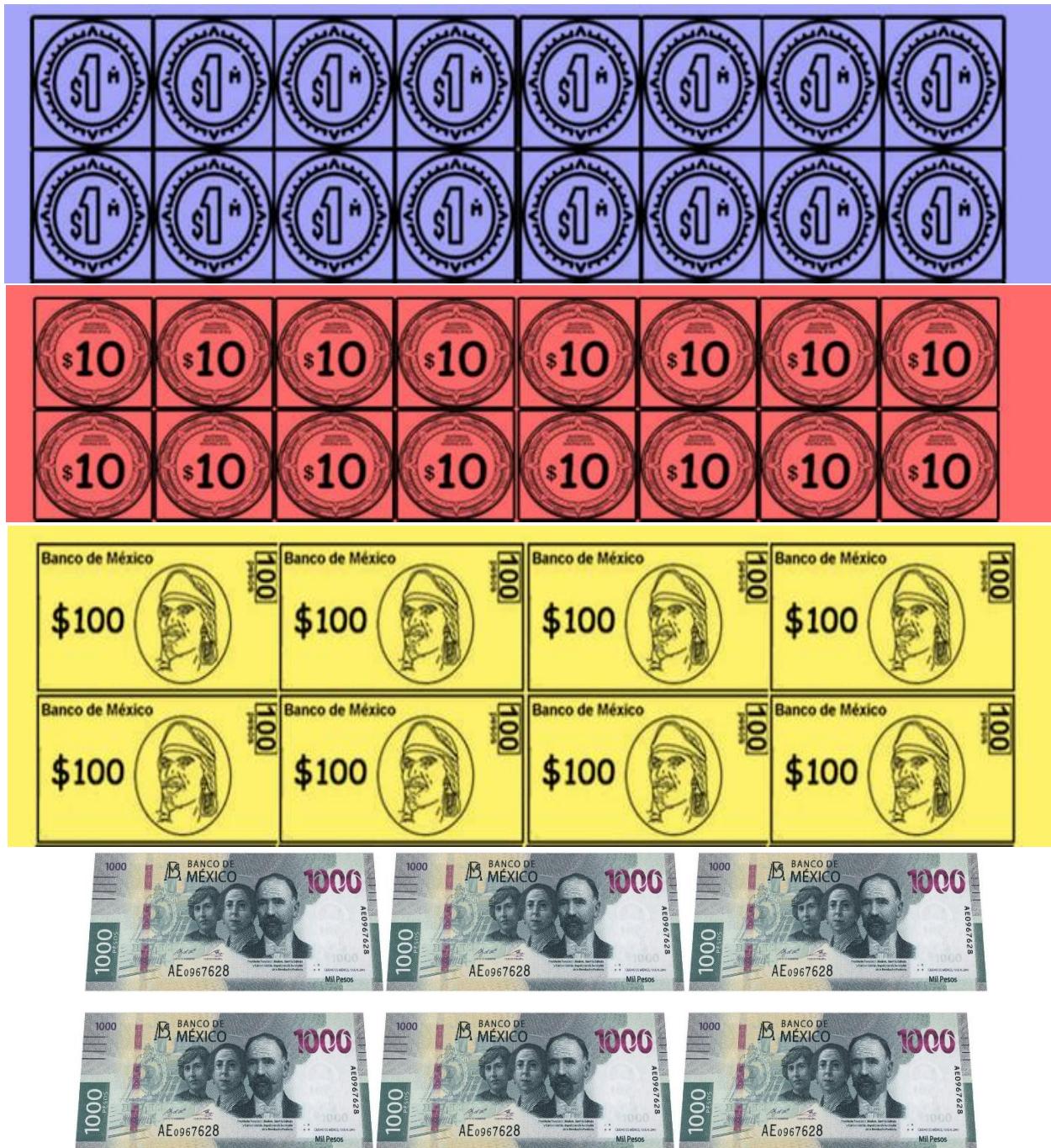
**2.- Material recortable para los estudiantes utilizado en la intervención.**

**2.1 Tiras de unidades, decenas y centenas.**



*2.2 Fichas de colores.*

## 2.3 Monedas y billetes.



*2.4 Tabla de valor posicional con números.*

DECENAS DE MILLAR DM	UNIDADES DE MILLAR UM	CENTENAS C	DECENAS D	UNIDADES U
10 000	1000	100	10	1
20 000	2000	200	20	2
30 000	3000	300	30	3
40 000	4000	400	40	4
50 000	5000	500	50	5
60 000	6000	600	60	6
70 000	7000	700	70	7
80 000	8000	800	80	8
90 000	9000	900	90	9

*2.5 Tabla de valor posicional con letras.*

DECENAS DE MILLAR DM	UNIDADES DE MILLAR UM	CENTENAS C	DECENAS D	UNIDADES U
Diez mil	Mil	Cien	Diez	Uno
Veinte mil	Dos mil	Doscientos	Veinte	Dos
Treinta mil	Tres mil	Trescientos	Treinta	Tres
Cuarenta mil	Cuatro mil	Cuatrocientos	Cuarenta	Cuatro
Cincuenta mil	Cinco mil	Quinientos	Cincuenta	Cinco
Sesenta mil	Seis mil	Seiscientos	Sesenta	Seis
Setenta mil	Siete mil	Setecientos	Setenta	Siete

Ochenta mil	Ocho mil	Ochocientos	Ochenta	Ocho
Noventa mil	Nueve mil	Novecientos	Noventa	Nueve

## 2.5 Tabla de valor posicional vacía.

DECENAS DE MILLAR DM	UNIDADES DE MILLAR UM	CENTENAS C	DECENAS D	UNIDADES U

## 3.- Código fuente del dispositivo embebido.

### 3.1 Enlace a Github para acceso al código.

El código fuente del dispositivo fue depositado en el siguiente enlace de GitHub

<https://github.com/Ulix9800/Dispositivo-Embebido-VP/blob/main/UNOTFT.ino>