



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA:

**“DISPOSITIVO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE
SUMA Y RESTA EN LA EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA”**

Trabajo de grado previo a la obtención de título de Ingeniera en Mecatrónica

Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y
desarrollo socioeconómico.

AUTOR:

Marilyn Jazmin Quelal Hinojosa

DIRECTOR:

PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

Ibarra - Ecuador 2025



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005273949		
APELLIDOS Y NOMBRES:	QUELAL HINOJOSA MARILYN JAZMIN		
DIRECCIÓN:	Ibarra – Antigua Vía Urcuquí 31-09 y Tungurahua		
EMAIL:	mjquelalh@utn.edu.ec / la.jazquelal12@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0969723005

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISPOSITIVO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE SUMA Y RESTA EN LA EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA
AUTOR (ES):	QUELAL HINOJOSA MARILYN JAZMIN
FECHA: DD/MM/AAAA	04/08/2025
PROGRAMA:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Mecatrónica
DIRECTOR/ASESOR:	PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio PhD. David Alberto Ojeda Peña

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de agosto de 2025

EL AUTOR:

(Firma).....*Marilyn Quelal*.....
Nombre: Marilyn Jazmin Quelal Hinojosa



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 04 de agosto de 2025

PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio

DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) 

PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio
C.C.: 1758387383



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del Trabajo de Integración Curricular “DISPOSITIVO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE SUMA Y RESTA EN LA EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA” elaborado por MARILYN JAZMIN QUELAL HINOJOSA, previo a la obtención del título de INGENIERA EN MECATRÓNICA, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f).....

PhD. Brizeida Nohemí Gámez Aparicio
C.C.: 1758387383

(f).....

PhD. David Alberto Ojeda Peña
C.C.: 1757898489

DEDICATORIA

Aunque mi fe muchas veces estuvo por los suelos, se lo dedico a Dios que ha estado siempre presente en lo más profundo de mi ser, quién me ha hecho caer, pero siempre me ha dejado levantarme y aprender, yo sé que él me ha dado la oportunidad y tiene en mi un propósito que debo cumplir. Sé que ha estado para iluminarme y brindarme ese rayo de luz para realizar cada meta propuesta.

Mientras más duro ha sido el camino, más grande es el amor y apoyo incondicional que he recibido en mi hogar. Esta tesis no es solo para mí, sino para mis padres, Juan Carlos y Verónica que me vieron derramar cada lágrima, cada sonrisa y que estuvieron detrás de cada esfuerzo por ser mejor. Se la dedico a ellos, que son mi guía y mi razón para salir adelante y no rendirme.

A mi hermana Antonella, por estar en mis momentos de crisis existenciales y siempre brindarme su apoyo. Hermanita, gracias a ti he tomado el valor de hacer las cosas y no quiero decepcionarte. A mi cachorro Loki, porque sin él hubiera perdido la cabeza, te la dedico porque me has brindado tranquilidad, amor, un mar de emociones, pero sobre todo compañía en cada noche de desvelo.

En especial, se la dedico a Marilyn, a esa niña que siempre soñó con ser Ingeniera, esa chica que siempre quiso demostrar de que está hecha y que no hay limitantes para convertirse en lo que se desea. Sé que tuviste muchas caídas, tenías miedo e incertidumbre acerca de tu futuro y tu capacidad, pero aprendiste a levantarte con fuerza y demostrar que sigues mejorando continuamente. Estoy orgullosa de lo que hemos conseguido y no permitiré que nos vuelvan a derrumbar, eres mi tesoro máspreciado y sé que obtendré nuestra mejor versión.

AGRADECIMIENTO

No alcanzan las palabras para expresar mi eterno agradecimiento, a quienes estuvieron detrás de todo mi proceso académico y cada mérito.

A mi familia, por qué durante todo mi trayecto siempre han mostrado interés en la persona que me convertiré. Muchas gracias por siempre tenderme la mano, brindarme apoyo, preocuparse y cuidar de mí.

Agradezco a todos y cada uno de mis profesores que desde que tenía 6 años han visto en mí un futuro prometedor, gracias por alentarme y motivarme a aprender. Gracias a aquellos profesores que siempre me han recibido con los brazos abiertos y me han impulsado a luchar por mis sueños. También, a la U.E Juan Pablo II, por abrirme las puertas para el desarrollo de esta tesis.

En especial, quiero agradecer a la Ing. Brizeida Gámez que desde que la conocí, vi en ella un gran ejemplo a seguir, gracias por confiar en mí y estar presente en mi etapa universitaria.

Y a todos quienes me estuvieron apoyando, brindándome palabras de consuelo y demostraron estar orgullosos de mí, gracias por ser parte de este proceso y ayudarme a ser mi mejor versión.

Muchas gracias, Marilyn, gracias por no rendirte, gracias por continuar, gracias por no perder el rumbo y sobre todo gracias por permitirte volver a brillar.

RESUMEN

En las instituciones educativas del Ecuador, se han visualizado dificultades de aprendizaje de las matemáticas en los niños. Esto se debe a la falta de implementación de métodos innovadores y pedagógicos que favorezcan un aprendizaje más efectivo. Por ello, se planteó el desarrollo de un dispositivo didáctico que permita el aprendizaje interactivo de la suma y resta dirigido a los niños de segundo año de básica. Para la selección del modelo del dispositivo, se llevó a cabo una investigación previa del entorno educativo. Además, se presentaron dos posibles soluciones y, a través de la comparación de sus características, se decidió la alternativa más idónea para su construcción. La programación del dispositivo se hizo con el software "Arduino IDE" y la interfaz gráfica con "Nextion Editor". De esta manera, se obtuvo el prototipo que contiene una serie de 30 ejercicios divididos en tres niveles: fácil, medio y difícil. El sistema requiere una respuesta correcta para continuar con el módulo de aprendizaje, para resolver el ejercicio el estudiante puede hacer uso del ábaco o fichero magnético que se encuentra incluido en el dispositivo. Mediante estímulos auditivos, visuales y táctiles se logró atraer la atención del estudiante y generar una mayor interacción y diversión durante el aprendizaje de la sumas y restas. Durante las pruebas de funcionamiento con los estudiantes de la etapa de investigación se obtuvo un desempeño satisfactorio en el manejo y funcionamiento del prototipo.

Palabras clave: Aprendizaje, Dispositivo didáctico, Matemáticas, Interacción

ABSTRACT

In Ecuador's educational institutions, there have been difficulties in children's learning of mathematics. This is due to the lack of implementation of innovative and pedagogical methods that favor more effective learning. Therefore, we proposed the development of a didactic device that allows interactive learning of addition and subtraction for children in the second year of elementary school. For the selection of the model of the device, a previous investigation of the educational environment was carried out. In addition, two possible solutions were presented and, through the comparison of their characteristics, the most suitable alternative for its construction was decided. The programming of the device was done with the “Arduino IDE” software and the graphic interface with “Nextion Editor”. In this way, the prototype was obtained, which contains a series of 30 exercises divided into three levels: easy, medium and difficult. The system requires a correct answer to continue with the learning module; to solve the exercise the student can make use of the abacus or magnetic file included in the device. By means of auditory, visual and tactile stimuli, it was possible to attract the student's attention and generate greater interaction and fun while learning addition and subtraction. During the functional tests with the students of the research stage, satisfactory performance in the handling and operation of the prototype was obtained.

Keywords: Learning, Didactic device, Mathematics, Interaction.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	ii
2. CONSTANCIAS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos.....	2
1.3 Alcance	2
1.4 Justificación	3
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Marco Teórico.....	9
2.2.1 Metodologías de aprendizaje en la educación básica	9
2.2.1.1. Aprendizaje basado en escenarios prácticos (ABEP).....	9

2.2.1.2.	Aprendizaje colaborativo.....	11
2.2.1.3.	Aprendizaje basado por proyectos (ABP)	13
2.2.1.4.	Aula invertida	14
2.2.2	Técnicas para el aprendizaje de matemáticas	15
2.2.2.1.	Enseñanza multisensorial	15
2.2.2.2.	Programa didáctico-pedagógico Entusiasmat (EMAT).....	18
2.2.2.3.	Método TPACK (Tehnological Pedagógica Content Knowledge)	20
2.2.3	Materiales de aprendizaje	22
2.2.3.1.	Aplicaciones interactivas.....	22
2.2.3.2.	Dispositivos didácticos	24
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		25
3.1	Modelo de la investigación	25
3.2	Diseño de la Investigación.....	26
3.2.1.	Fase 1: Adquisición de información.....	26
3.2.2.	Fase 2: Diseño del dispositivo	27
3.2.3.	Fase 3: Construcción del dispositivo.....	27
3.2.4.	Fase 4: Validación del dispositivo.....	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS		29
4.1	Especificaciones académicas	29
4.2	Especificaciones del sistema.....	30
4.3	Soluciones propuestas.....	31
4.3.1	Alternativa de solución 1	31
4.3.2	Alternativa de solución 2	32
4.4	Selección de la mejor alternativa de solución.....	34
4.5	Especificaciones de la solución propuesta	36

4.5.1	Ábaco.....	37
4.5.2	Fichero	38
4.5.3	Pantalla Nextion	39
4.5.4	Parlante	40
4.5.5	Baterías	40
4.5.6	Módulo DFPlayer	42
4.5.7	Arduino Mega.....	44
4.5.8	Panel numérico	45
4.5.9	Carcasa y Cajón	46
4.5.10	Cálculos	47
4.5.11	Diagrama electrónico.....	47
4.5.12	Diagrama de Flujo	49
4.5.13	Programación.....	50
4.5.14	Interfaz gráfica.....	50
4.5.15	Construcción.....	51
4.5.16	Pruebas de funcionamiento.....	54
4.5.16.1	Objetivo	55
4.5.16.2	Materiales y Equipos	55
4.5.16.3	Procedimiento experimental	55
4.5.16.4	Resultados.....	56
4.6	Manual de Usuario	62
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES		65
REFERENCIAS		66
ANEXOS		72

ANEXO A: PERMISOS DE LA INSTITUCIÓN	72
ANEXO B : ENTREVISTAS.....	72
ANEXO C: PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO	73
ANEXO D: EVALUACIONES.....	73
ANEXO E: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	74
ANEXO F: MANUAL DE USUARIO	76
ANEXO G: PLANOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2. 1	Fases de una propuesta didáctica basada en el aprendizaje colaborativo [15].....	12
Fig. 2. 2	Pirámide de aprendizaje colaborativo [15]	13
Fig. 2. 3	Proceso del aula invertida [19].....	15
Fig. 2. 4	Actividades para la participación [21].	17
Fig. 2. 5	El papel de las sensaciones táctiles en la instrucción multisensorial [21].	17
Fig. 2. 6	Significado de EMAT [22].	18
Fig. 2. 7	Enseñanza cíclica [23].	19
Fig. 2. 8	Método TPACK [25].	21
Fig. 2. 9	Aplicaciones educativas. (a) Quizizz, (b) Matemáticas para niños libres, (c) Niños Matemáticas.....	23
Fig. 4. 1	Alternativa de solución 1	31
Fig. 4. 2	Dimensiones del Dispositivo - Alternativa 1: (a) Vista lateral, (b) Vista superior	32
Fig. 4. 3	Alternativa de solución 2	33
Fig. 4. 4	Dimensiones del Dispositivo - Alternativa 2: (a) Vista lateral, (b) Vista superior.	33
Fig. 4. 5	Vista isométrica explosionada del dispositivo alternativa 2	36
Fig. 4. 6	Ábaco[33]	37
Fig. 4. 7	Fichero	38
Fig. 4. 8	Pantalla Nextion [35]	39
Fig. 4. 9	Altavoz 8 Ohm 0,5W	40
Fig. 4. 10	Regulador de voltaje DC – DC	41
Fig. 4. 11	Diagrama de conexión BMS - Baterías[38].....	42
Fig. 4. 12	Módulo DFPlayer.....	43
Fig. 4. 13	Plataforma online para crear frases con audio	44
Fig. 4. 14	Arduino Mega	44
Fig. 4. 15	Teclado matricial 4x4.....	45
Fig. 4. 16	Carcasa y Cajón	46
Fig. 4. 17	Esquemático	48
Fig. 4. 18	Placa de pruebas.....	48
Fig. 4. 19	Diagrama de flujo	49
Fig. 4. 20	Código de programación.....	50

Fig. 4. 21	Pantalla principal.....	51
Fig. 4. 22	Nextion editor - interfaz gráfica.....	51
Fig. 4. 23	Diseño de la carcasa.....	52
Fig. 4. 24	Configuración de las impresiones.....	53
Fig. 4. 25	Piezas sin tratamiento	53
Fig. 4. 26	Ensamble del conjunto carcasa-pantalla	54
Fig. 4. 27	Prototipo preliminar	54
Fig. 4. 28	Resultados obtenidos de la evaluación diagnóstica	57
Fig. 4. 29	Prueba de funcionamiento.....	58
Fig. 4. 30	Prueba de funcionamiento.....	58
Fig. 4. 31	Prototipo final	59
Fig. 4. 32	Resultados obtenidos de la evaluación final	60
Fig. 4. 33	Comparativa de aciertos.....	61
Fig. 4. 34	Manual de Usuario	62
Anexo 1:	Código QR permisos de la UE	72
Anexo 2:	Código QR entrevistas.....	72
Anexo 3:	Código QR programación	73
Anexo 4:	Código QR Evaluación Diagnóstica 1.....	73
Anexo 5:	Código QR Evaluación Final	74
Anexo 6:	Videos de funcionamiento.....	74
Anexo 7:	Explicación del dispositivo a los estudiantes	75
Anexo 8:	Prueba de funcionamiento (Números aleatorios)	75
Anexo 9:	Código QR Manual de Usuario	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1	Componentes del dispositivo en la propuesta 1.....	32
Tabla 4. 2	Componentes del dispositivo en la propuesta 2.....	34
Tabla 4. 3	Comparación de alternativas de solución con base en las especificaciones del sistema a diseñar	34
Tabla 4. 4	Detalle de componentes de la solución 2	37
Tabla 4. 5	Especificaciones PLA+ [34].....	38
Tabla 4. 6	Características Nextion Display 5 pulgadas [35]	39
Tabla 4. 7	Características Altavoz [36]	40
Tabla 4. 8	Características LM2596 (HW-411) [37]	41
Tabla 4. 9	Características BMS y Baterías [38]	42
Tabla 4. 10	Características Módulo DFPlayer [39]	43
Tabla 4. 11	Características Arduino Mega [40].....	45
Tabla 4. 12	Características Panel Numérico [41]	46
Tabla 4. 13	Consumo estimado de los componentes	47
Tabla 4. 14	Resultados de preguntas\respuestas.....	56

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Las Dificultades de Aprendizaje en Matemáticas (DAM) son observadas en varios estudiantes y provoca que exista el fracaso escolar, debido a que su ritmo de aprendizaje no va a ser el mismo en todos los estudiantes. Además, existen trastornos que muchas veces no son detectados y son ocasionados no solo por problemas emocionales sino también cognitivos o sensoriales que pueden provocar el abandono escolar [1].

Un informe de la UNESCO calificó los resultados del Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019) como "una crisis de aprendizaje" y manifestó que pone en peligro la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4, que busca lograr una educación de calidad. Más de 387 millones de niños de educación primaria (56%) y 230 millones de adolescentes de enseñanza secundaria (61%) no alcanzan los conocimientos mínimos en lectura y matemáticas.

Los resultados de la prueba ERCE 2019 sugieren que la mayoría de los estudiantes ecuatorianos evaluados no conoce bien las matemáticas. La mayor proporción de estudiantes se ubica en el nivel I, lo que implica que tiene un manejo básico de la matemática. La proporción de estudiantes que se ubica en el nivel IV, no pasa del 10% [2].

El sistema educativo reincide siempre en la misma dinámica, lo que no permite que los estudiantes puedan fortalecer e interactuar más con sus conocimientos porque se aprenden de memoria las fórmulas y los ejemplos que se explican en clase sin razonar, analizar, descubrir principios y causas y posteriormente si se cambia algún elemento en el enunciado de un ejercicio se encuentran con un obstáculo que no saben resolver porque no tienen las competencias para deducir la lógica de su resolución.

Otros factores que no permiten un dominio adecuado de las matemáticas en los niños son: la dislexia, el TDAH, o discalculia; dichos factores provocan que un estudiante no tenga una lectura ágil y fluida para comprender las instrucciones, no logre enfocarse y permanecer atento a las explicaciones, y con ello no saber entender ni usar los signos, números, o presentar equivocaciones al momento de resolver algún ejercicio [3].

Por ello, se plantea realizar un prototipo de un dispositivo didáctico que permita atraer la atención del estudiante para fortalecer su aprendizaje en el área de matemáticas en las operaciones básicas, implementando como institución piloto a los estudiantes de segundo año de educación básica de la Unidad Educativa Fiscomisional “Juan Pablo II” ubicada en la ciudad de Ibarra en la Cdla. Del Chofer: Alfredo Gómez 3-13 y Víctor Manuel Guzmán.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Desarrollar un dispositivo didáctico que permita el aprendizaje de suma y resta para los niños de segundo año de educación general básica.

1.2.2 Específicos

- Evaluar el entorno de investigación, metodología de aprendizaje e interacción estudiante-materia.
- Diseñar el prototipo didáctico.
- Construir el prototipo diseñado.
- Validar que el dispositivo realice las operaciones matemáticas.

1.3 Alcance

El trabajo tiene como finalidad la implementación de un dispositivo didáctico que promueva el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas. Está dirigido a los estudiantes de segundo año

de educación básica en el Ecuador. El desarrollo del prototipo se iniciará con una evaluación para detectar las razones por cuales los estudiantes no manejan dichas operaciones para la solución de problemas matemáticos. Posteriormente, se plantea el diseño del dispositivo y su interfaz de control, para proceder a su construcción. Finalmente, realizar las pruebas de funcionamiento al dispositivo verificando que realice las operaciones básicas.

1.4 Justificación

En el ámbito económico, estos dispositivos pueden llegar a ser costosos tanto dentro como fuera del país, y existen instituciones educativas que no cuentan con los recursos necesarios para dar un aprendizaje de calidad, por ello este dispositivo plantea estar al alcance de todas las personas que lo necesiten para tener una educación de calidad.

En el ámbito educativo, este proyecto permite a los estudiantes desarrollar su interés por el aprendizaje por las matemáticas comprendiendo las operaciones básicas de una manera más interactiva. El estudio de las Matemáticas provoca un gran impacto cuando se crea los modelos interactivos para el aprendizaje como el uso de rompecabezas y juegos que animan a los estudiantes y logran captar su atención.

En el ámbito de la investigación, busca impulsar a futuros trabajos que permitan poner en marcha un aprendizaje didáctico e interactivo para los estudiantes de una manera más innovadora y, con ello proponer nuevos dispositivos de aprendizaje para las diferentes asignaturas.

En el aspecto social, se plantean soluciones de ingeniería para mejorar la educación, para impulsar a los estudiantes a usar nuevas herramientas tecnológicas para el aprendizaje y, desarrollar mejor sus habilidades para adaptarse en cualquier área y tener una mejor calidad de vida.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

El desarrollo e intervención de una herramienta de autoevaluación permite que los profesores puedan establecer nuevas metodologías de aprendizaje, impulsando el uso de la tecnología móvil. Se inicia con una investigación que permite realizar un análisis del aprendizaje móvil, dando como resultado la existencia de siete elementos didácticos que permiten una innovación pedagógica con el uso de dispositivos móviles: estrategias metodológicas, actividades, contenidos, evaluaciones, recursos móviles, espacios de aprendizaje e intervención docente. Para elaborar un material didáctico existen dos dimensiones a considerar: los contenidos de la asignatura y el valor hacia los recursos didácticos. Se predetermina que, para realizar una intervención pedagógica, el docente deberá tener el conocimiento para poner en prácticas las estrategias de aprendizaje móvil y tener una planificación adecuada con el uso de este recurso para tener una adaptación en cualquier etapa de aprendizaje del estudiante [4].

Existen Dispositivos Básicos de Aprendizaje (DBA) los cuales permiten que un alumno tenga un aprendizaje significativo en el aula, porque permiten que se desarrollen las habilidades del estudiante y permiten tener un mejor proceso de enseñanza – aprendizaje. En los estudiantes de sexto grado de una institución de Colombia, se ha demostrado que existe bajo rendimiento en el área de ciencias naturales ya que es una asignatura que se asoció con estrategias repetitivas para el aprendizaje de dicha materia, causadas por técnicas del docente o falta de DBA y se mostró que la parte afectada es la atención y memoria del estudiante, dando a entender que esto no fue desarrollado correctamente en los años más importantes de formación. Se plantea en dicha investigación el diseño de una herramienta pedagógica que fortalezca los DBA para fortalecer y mejorar la atención y memoria de los estudiantes para influir positivamente en el aprendizaje. La

investigación es sustentada en una investigación educativa considerando paradigmas cualitativos. Dichos análisis sobre instrumentos aplicados permitieron definir el diseño de un juego educativo que trabaja los DBA enfocados en aprendizaje y memoria los que podrían mejorar el rendimiento académico [5].

La existencia de algún material didáctico que permita desarrollar las clases con la temática requerida, es una incógnita de docentes que aportan en la educación básica, esto se debe a que se familiariza muchas veces los juegos, con los recursos y los materiales, todos ellos definidos como sinónimos, pero ninguno cumple completamente con potenciar la comprensión matemática y mejorar el interés de los estudiantes; nombrar como iguales a estos tres criterios impide que los estudiantes no tengan un buen desarrollo del proceso enseñanza – aprendizaje. Para mejorar este proceso se predefine que un recurso didáctico como dispositivos debería permitir la visualización, matematización y resolución de problemas y así ser visto como material de apoyo curricular que favorezca la enseñanza mediante el desarrollo en el aula, permitiendo mejorar la calidad de vida del estudiante. Se consideró que estos recursos pueden ser manipulable tangible y manipulable gráfica, textual y verbalmente; en cuestión del manipulable tangible permite poner la percepción táctil como las regletas, ábacos, instrumentos de medición, etc., ya que permiten reconocer las funciones simbólicas. Sin embargo, el recurso manipulable gráfica, textual y verbalmente permite una percepción visual o auditiva: gráficos, tablas, símbolos; mediante ello se puede comunicar conceptos y operaciones matemáticas. En el aprendizaje matemáticas los recursos tangibles y no tangibles favorecen el proceso de enseñanza de las matemáticas y así relacionando los problemas del mundo real hacia el campo de las matemáticas [6].

Otro estudio analizó el potencial de la gestión de la información apoyada en dispositivos móviles en el ámbito de la educación infantil, y propone pautas para la integración de dispositivos desde la

perspectiva del b-learning. Este estudio es descriptivo y muestra la naturaleza de los nuevos modelos educativos en diferentes estilos de aprendizaje apoyados en recursos electrónicos. En el mismo se analiza el impacto de la introducción de dispositivos móviles en el rendimiento académico y el apoyo de los sujetos y sus familias. Los resultados desarrollados son gráficos y demuestran que los estudiantes de 4 a 5 años pueden gestionar un grado específico de enseñanza y aprendizaje utilizando estos dispositivos digitales móviles. Cuando las familias se involucran, se vuelven más activas en el área de práctica utilizando estas herramientas aprendiendo y fomentando las actividades de los niños durante todo el día [7].

El uso de dispositivos inteligentes como las tabletas y sus aplicaciones se han convertido en parte del día a día de todas las personas, inclusive de los niños. En la infancia la implementación de un aprendizaje digital puede ser una poderosa herramienta de enseñanza para un aprendizaje eficaz y eficiente. Estas herramientas permiten a los niños participar en nuevas oportunidades de aprendizaje más interactivas y provocando un mayor interés para adquirir nuevos conocimientos a través de actividades que son relevantes para sus necesidades actuales y situaciones del mundo real en áreas de estudio como las matemáticas. En los últimos años, se ha llevado a cabo un estudio sistemático en el Departamento de Educación Infantil de la Universidad de Creta para determinar si el uso de pizarras en preescolar es efectivo en la implementación de programas de reforma educativa que tienen como objetivo implementar una auténtica educación matemática. Los resultados de School Classroom muestran la integración de dispositivos móviles y dispositivos apropiados para el desarrollo en las aulas de jardín de infantes. Esta aplicación se basa en los tres niveles de Educación Matemática Realista (RME) y se centra en conceptos matemáticos básicos en el nivel preescolar [8].

Por otra parte, un proyecto que integra matemáticas y música mediante el uso de la robótica educativa propone una nueva manera de enseñar música con tecnologías contemporáneas. Consiste en robots Bee-Bots, diseñados para niños de 3 a 7 años, los cuales los alumnos programan para desplazarse por tableros adaptados para impartir contenidos musicales, combinando el pensamiento lógico-matemático con la educación musical. El proceso se divide en tres etapas: familiarización con los robots, resolución de problemas con trayectorias predeterminadas y toma de decisiones autónoma por parte de los estudiantes. Además, se utilizan cajas de secuenciación y tarjetas de mando para analizar las estrategias empleadas por los alumnos y aplicar el método Polya, el cual hace referencia a la estrategia pedagógica que permite fortalecer la competencia y resolución de problemas matemáticos con operaciones básicas. Los resultados sugieren que esta metodología mejora el aprendizaje musical, fomenta el pensamiento lógico-matemático y aumenta la motivación de los estudiantes [9].

Los dispositivos móviles, ampliamente utilizados y atractivos para los jóvenes, representan una oportunidad para mejorar la enseñanza con estrategias innovadoras. Este estudio examina 228 aplicaciones de aprendizaje móvil, encontrando que su éxito se debe a características lúdicas, visuales e inmersivas, adaptadas a cada usuario y con un fuerte componente emocional. Las aplicaciones, frecuentemente gratuitas o de bajo costo, utilizan la gamificación para motivar a los estudiantes, haciendo el aprendizaje más atractivo. Además, más del 67% de las aplicaciones emplean estrategias audiovisuales que complementan los métodos educativos tradicionales, permitiendo una interacción creativa y un fácil acceso a recursos visuales y sonoros. Sin embargo, el uso intensivo de estas tecnologías puede causar problemas como el déficit de atención y la sustitución de prácticas tradicionales como la lectura y la escritura. A pesar de estos desafíos, las aplicaciones móviles facilitan la adquisición de conocimientos de manera voluntaria y motivada,

subrayando la necesidad de seguir investigando su impacto en la educación para maximizar su potencial en la formación de los estudiantes [10].

El estudio examina cómo las docentes de preescolar incorporan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en sus prácticas pedagógicas, especialmente aprovechando la sala de informática para enriquecer el aprendizaje con recursos tecnológicos. Aunque muestran una actitud favorable hacia las TIC, las implementaciones actuales no siempre representan innovaciones metodológicas, sino adaptaciones que responden a los intereses de los niños y a facilitar el aprendizaje. Hay una tendencia hacia el uso de dispositivos personales debido a limitaciones en la disponibilidad institucional, subrayando la importancia del acceso equitativo a las TIC para todos los estudiantes. Los niños, sin distinción de género, muestran habilidades similares en la exploración y aprendizaje mediante el juego y la interacción con las TIC, creando zonas de desarrollo próximo. Las estrategias propuestas para la integración curricular incluyen inventariar recursos disponibles, fomentar la colaboración entre docentes, utilizar software educativo, promover registros audiovisuales y desarrollar material didáctico personalizado, con el objetivo de transformar las prácticas educativas hacia modelos más interactivos y adaptativos desde la educación preescolar [11].

El avance tecnológico imparable ha transformado significativamente la educación, introduciendo las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como pilares fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este cambio se refleja especialmente en el ámbito universitario, donde se ha implementado un modelo innovador de integración de materiales didácticos digitales a través de la plataforma Educaplay. Esta iniciativa ha permitido a los estudiantes del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato colaborar en la creación de recursos multimedia educativos. La metodología se enfocó en organizar los materiales según temas y niveles

educativos, utilizando herramientas variadas como videoquiz, ruletas de palabras y cuestionarios interactivos. La evaluación del proyecto incluyó autoevaluaciones y encuestas de satisfacción para valorar tanto el impacto pedagógico como la efectividad de los recursos enriqueciendo el plan de estudios [12].

En el contexto educativo contemporáneo, los videojuegos se han establecido como herramientas educativas que promueven habilidades cognitivas esenciales como el pensamiento crítico y la toma de decisiones entre los estudiantes. Aunque algunos educadores expresan preocupaciones sobre posibles efectos negativos como la adicción y la distracción del aprendizaje, la mayoría reconoce los beneficios en términos de motivación y compromiso estudiantil. Para implementar prácticas efectivas con videojuegos en la enseñanza, es crucial que los docentes adquieran competencias en su uso y seleccionen juegos apropiados que se alineen con los objetivos educativos, aplicando principios pedagógicos para optimizar su utilidad en el aula. Además, el aspecto emocional desempeña un papel fundamental al fomentar la motivación intrínseca y promover el aprendizaje colaborativo, lo cual incrementa la participación y fortalece las habilidades sociales entre los estudiantes. Este enfoque integral es esencial para aprovechar los beneficios educativos de los videojuegos mientras se abordan de manera efectiva sus desafíos potenciales [13].

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Metodologías de aprendizaje en la educación básica

2.2.1.1. Aprendizaje basado en escenarios prácticos (ABEP)

El Aprendizaje Basado en Escenarios Prácticos (ABEP) es un método educativo que simula entornos donde los estudiantes aplican sus conocimientos para resolver problemas reales. En

este enfoque, los estudiantes asumen roles en escenarios controlados, sin interactuar entre ellos ni discutir en clase para buscar soluciones. A diferencia de los juegos de roles o métodos de caso, ABEP no involucra la representación de personajes por otros estudiantes ni promueve proyectos colaborativos. Este tipo de aprendizaje se limita a situaciones simuladas que no requieren discusiones grupales para su desarrollo.

Este método, contiene las siguientes características:

- ❖ El proceso de aprendizaje implica que el estudiante adquiera conocimientos a través de la acción directa y reflexione sobre sus experiencias prácticas.
- ❖ Facilita aprender de los errores con la orientación del profesor.
- ❖ Permite al estudiante llegar a sus propias conclusiones a partir de las decisiones que tome, ya sean acertadas o erróneas.

Por otra parte, este método añade valor significativo al aprendizaje estudiantil por varios motivos:

- ❖ Desarrolla competencias esenciales tanto generales como específicas para el contexto laboral.
- ❖ Ofrece entornos de aprendizaje como laboratorios y aulas tecnológicas equipadas, que facilitan la aplicación práctica del conocimiento.
- ❖ Motiva a los estudiantes al simular escenarios laborales reales, preparándolos mejor para el mundo del trabajo.
- ❖ Estimula el estudio, la reflexión y el análisis mediante experiencias prácticas que, aunque simuladas, son integrales y significativas.

- ❖ Permite a los estudiantes aprender mediante la práctica, la experimentación y la reflexión, en un entorno controlado que minimiza riesgos.
- ❖ La evaluación basada en evidencias promueve la autoconciencia del estudiante sobre su aprendizaje y su responsabilidad en su formación.

El aprendizaje basado en escenarios prácticos (ABEP) tiene como objetivo colocar al estudiante en situaciones que imiten de manera cercana la realidad de su carrera profesional. Esto implica que el estudiante analice los problemas característicos de su campo, tome decisiones fundamentadas como lo haría en su futuro trabajo, y evalúe las implicaciones de esas decisiones [14].

2.2.1.2. Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo se produce en el aula mediante actividades grupales donde todos los estudiantes participan y aprenden juntos. El papel del docente es esencial no solo en la enseñanza directa, sino también en la planificación y supervisión de estos procesos educativos. Además, otros actores externos como las familias y diversos agentes comunitarios también influyen significativamente al alinearse con el enfoque colaborativo, lo que contribuye a un mejor desarrollo del aprendizaje.

Para que el aprendizaje colaborativo sea efectivo, es necesario seguir un procedimiento el cual se puede observar en la **Fig. 2. 1**, el cual indica que el docente debe planificar cuidadosamente aspectos como la formación de grupos, las actividades educativas a realizar, los materiales necesarios, así como la organización del espacio y el manejo del tiempo. Todo esto debe estar alineado con los objetivos y competencias específicas que se pretenden alcanzar. La evaluación del aprendizaje debe ajustarse al método utilizado y a los objetivos planteados [15].



Fig. 2. 1 Fases de una propuesta didáctica basada en el aprendizaje colaborativo [15]

Es crucial que la institución educativa adopte y promueva activamente el enfoque de aprendizaje colaborativo como parte integral de su cultura escolar. Esto requiere un liderazgo efectivo por parte del equipo directivo y la inclusión explícita del enfoque colaborativo en los documentos y políticas escolares [15].

Aunque cada aula puede implementar prácticas colaborativas, es fundamental establecer una coordinación efectiva entre aulas, equipos docentes y estudiantes para maximizar los beneficios del aprendizaje colaborativo en toda la institución educativa, este aprendizaje se puede ver desde el aula, pero existen otros factores que también promueven al desarrollo de los estudiantes, los cuales se evidencian en la **Fig. 2. 2**.



Fig. 2. 2 Pirámide de aprendizaje colaborativo [15]

2.2.1.3. Aprendizaje basado por proyectos (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un modelo educativo donde los estudiantes participan activamente al planificar, ejecutar y evaluar proyectos prácticos que tienen relevancia fuera del aula. Este enfoque no solo implica aprender el contenido académico, sino también aplicarlo en contextos reales, fomentando el uso efectivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) [16].

El ABP surge como una metodología de enseñanza constructiva en donde el alumno adquiere un papel activo en su proceso de aprendizaje, esto genera un efecto positivo que beneficia a la educación primaria, secundaria y superior [17]. Este método presenta ventajas significativas para el aprendizaje:

- ❖ *Solución de problemas reales*
- ❖ *Enfoca el traspaso de la teoría a la práctica*
- ❖ *Desarrolla las competencias*
- ❖ *Permite la evaluación continua*
- ❖ *Fomenta el trabajo colaborativo*
- ❖ *Incentiva liderazgo y responsabilidad*
- ❖ *Estimula la autonomía*
- ❖ *Promueve el autoaprendizaje*

2.2.1.4. Aula invertida

La metodología del aula invertida (Flipped Classroom) se fundamenta en teorías pedagógicas como el constructivismo y el conectivismo, que subrayan la idea de que el conocimiento se construye activamente a través de la experiencia y la interacción con el entorno. En este modelo, los estudiantes no solo reciben información en el aula, sino que también interactúan con recursos educativos fuera de ella, como videos, audios y plataformas virtuales. Esto les permite explorar y aprender de manera autónoma, adaptando el ritmo y el estilo de aprendizaje a sus necesidades individuales. El rol del profesor en el aula invertida se transforma en el de un facilitador o guía, proporcionando orientación y apoyo personalizado para asegurar que los estudiantes comprendan y apliquen los conceptos aprendidos. Esta metodología fomenta la colaboración entre pares y el desarrollo de habilidades críticas como la resolución de problemas y el pensamiento crítico, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un entorno digital y globalizado [18].

Por otra parte, el modelo de Aula Invertida utiliza la tecnología educativa como herramienta fundamental para ofrecer un aprendizaje activo. A través de recursos como videos educativos, plataformas virtuales y contenido multimedia, los estudiantes pueden explorar y aprender los conceptos en casa de manera individual y a su propio ritmo. Este enfoque no solo transforma el papel tradicional del maestro como transmisor principal del conocimiento, sino que también promueve una participación más activa y autónoma de los estudiantes durante las sesiones presenciales en el aula, donde se pueden realizar actividades colaborativas, discusiones guiadas y aplicaciones prácticas de lo aprendido. En la **Fig. 2. 3**, se observa el funcionamiento del aula invertida.



Fig. 2. 3 Proceso del aula invertida [19].

2.2.2 Técnicas para el aprendizaje de matemáticas

2.2.2.1. Enseñanza multisensorial

Los juegos didácticos están estrechamente relacionados con la enseñanza multisensorial debido a que involucran múltiples sentidos y formas de interacción con el material educativo. En lugar

de depender únicamente de la lectura o la audición, los juegos didácticos permiten a los estudiantes experimentar conceptos a través de la manipulación física y la observación activa. Esto activa diferentes sentidos como el tacto y la vista, lo que facilita una comprensión más profunda y una mejor retención de la información. Además, al integrar elementos visuales, táctiles y a veces auditivos en los juegos, se promueve una experiencia de aprendizaje más rica y holística, que es característica de los enfoques multisensoriales en la educación [20].

Esta enseñanza permite que el estudiante puede mejorar los siguientes aspectos:

- ❖ *Estimulación del pensamiento lógico*, facilitando la comprensión profunda de conceptos matemáticos y la aplicación de razonamiento lógico.
- ❖ *Desarrollo de habilidades matemáticas*, enfocándose en la seriación, el conteo, la ordenación numérica, el reconocimiento de formas y la comprensión de relaciones numéricas y geométricas.
- ❖ *Aprendizaje activo*, mediante la participación directa en actividades prácticas y manipulativas que refuerzan la comprensión y la retención del contenido, en contraste con simplemente escuchar conceptos.
- ❖ *Aumento de la motivación y el compromiso*, ya que los juegos didácticos son naturalmente motivadores y divertidos, lo que fomenta un mayor nivel de participación y persistencia en la resolución de desafíos.
- ❖ *Desarrollo de habilidades cognitivas*, donde la práctica de la seriación a través de juegos estimula la atención, la memoria, la percepción visual y la resolución de problemas, habilidades transferibles a otras áreas del aprendizaje y beneficiosas para el desarrollo cognitivo general.

- ❖ *Creación de un ambiente de aprendizaje activo*, al integrar juegos didácticos que enseñan seriación, se establece un entorno educativo positivo y estimulante, donde los niños experimentan el aprendizaje de manera placentera y están motivados para explorar conceptos matemáticos [20].

Sin embargo, existen actividades que deben ser consideradas que podrían ayudar a captar la atención del estudiante y hacer un aprendizaje más interactivo, esto se indica en la **Fig. 2. 4** y **Fig. 2. 5**.



Fig. 2. 4 Actividades para la participación [21].



Fig. 2. 5 El papel de las sensaciones táctiles en la instrucción multisensorial [21].

2.2.2.2. Programa didáctico-pedagógico Entusiasmat (EMAT)

El programa EMAT de Tekman Education es un enfoque innovador para enseñar matemáticas a niños de 3 a 12 años, centrado en asegurar un aprendizaje significativo a través del juego, la manipulación y actividades contextualizadas, el significado de sus siglas lo podemos encontrar en la **Fig. 2. 6**. Utilizando metodologías que abrazan las inteligencias múltiples y una secuenciación cíclica de contenidos, los maestros logran que los alumnos adquieran habilidades matemáticas de manera profunda y duradera desde una edad temprana. EMAT también promueve la cultura del pensamiento, el aprendizaje cooperativo y estrategias para atender la diversidad, fomentando el desarrollo del pensamiento creativo de los alumnos y respetando sus ritmos individuales de aprendizaje [22].



Fig. 2. 6 Significado de EMAT [22].

Las matemáticas contextualizadas y manipulativas son esenciales en la educación para vincular los conceptos matemáticos con situaciones reales. A través de actividades que relacionan las matemáticas con la vida diaria, los estudiantes adquieren habilidades prácticas para enfrentar desafíos cotidianos. Mediante el uso de actividades prácticas, deductivas y divertidas, los niños

pueden comprender a fondo los contenidos matemáticos mientras disfrutan del proceso de aprendizaje.

Todo esto siendo posible debido a la enseñanza cíclica de EMAT la cual asegura que los estudiantes se familiaricen con los conceptos matemáticos desde la etapa infantil y los desarrollen gradualmente hasta la primaria, ajustándose a su nivel de madurez. Además, a lo largo de la asignatura e incluso dentro de una unidad, en lugar de dividir el aprendizaje en bloques separados, los estudiantes trabajan los conceptos de manera intercalada y espaciada. Esto no solo fomenta conexiones más profundas entre los temas, sino que también facilita el recuerdo y la comprensión duradera de los contenidos matemáticos [22].

En la **Fig. 2. 7** se puede evidenciar un ejemplo del funcionamiento de esta enseñanza cíclica.

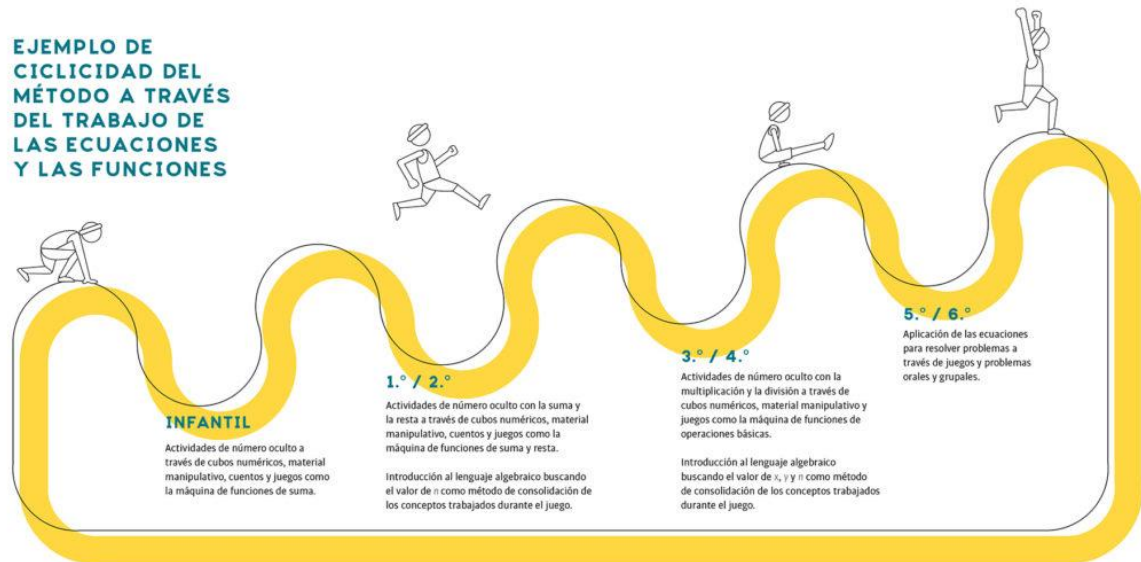


Fig. 2. 7 Enseñanza cíclica [23].

2.2.2.3. Método TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)

El método TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) se centra en la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza, combinando conocimientos pedagógicos, de contenido y tecnológicos. Aquí se muestra cómo el uso de aplicaciones móviles y dispositivos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas se alinea con el modelo TPACK:

- ❖ **Conocimiento de Contenidos (CK):** En el caso de las matemáticas, los docentes deben tener un profundo conocimiento de los conceptos matemáticos que se enseñan, como la aritmética, el álgebra y la geometría.
- ❖ **Conocimiento Pedagógico (PK):** Los docentes deben entender las mejores prácticas educativas y metodologías para enseñar estos conceptos matemáticos de manera efectiva, adaptándose a las necesidades y estilos de aprendizaje de sus estudiantes.
- ❖ **Conocimiento Tecnológico (TK):** Las aplicaciones móviles y dispositivos tecnológicos deben ser usados como herramientas para facilitar el aprendizaje. Esto incluye conocer qué aplicaciones y dispositivos son más adecuados para enseñar ciertos conceptos matemáticos y cómo integrarlos en el aula para mejorar la comprensión y participación de los estudiantes.

Al combinar estos tres tipos de conocimiento, los docentes pueden crear un entorno de aprendizaje más dinámico y efectivo. Las aplicaciones móviles y los dispositivos tecnológicos permiten a los estudiantes interactuar con los conceptos matemáticos de manera más profunda y significativa, haciendo que el aprendizaje sea más autónomo y participativo [24].

El modelo de enseñanza-aprendizaje se fortalece cuando estos tres tipos de conocimientos se integran de manera coherente, y se puede observar en la **Fig. 2. 8** su relación. La sinergia entre el conocimiento pedagógico, el contenido y la tecnología permite a los docentes:

- ❖ ***Diseñar Experiencias de Aprendizaje Efectivas:*** Crear lecciones que no solo transmitan información, sino que también involucren activamente a los estudiantes en su propio aprendizaje.
- ❖ ***Adaptar la Enseñanza a las Necesidades del Estudiante:*** Utilizar métodos pedagógicos adecuados para diferentes grupos de estudiantes, considerando su nivel de comprensión y estilo de aprendizaje.
- ❖ ***Aprovechar las Tecnologías para Potenciar el Aprendizaje:*** Incorporar herramientas tecnológicas que hagan el aprendizaje más accesible, interactivo y significativo [24].

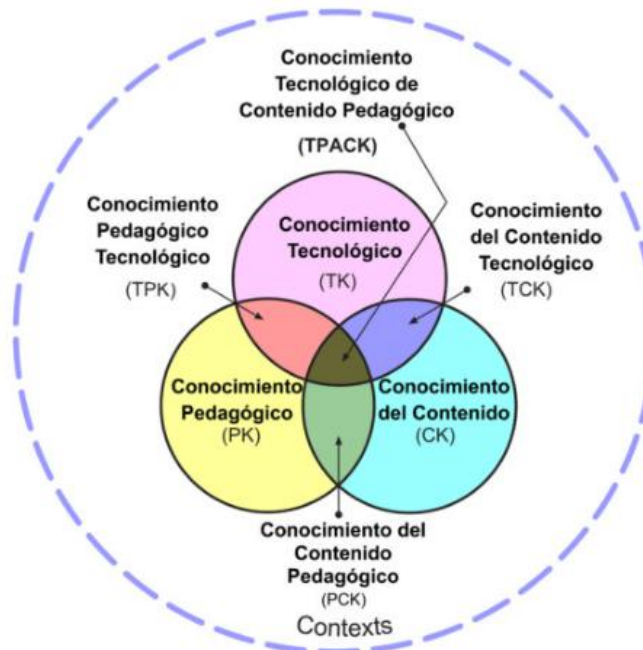


Fig. 2. 8 Método TPACK [25].

2.2.3 Materiales de aprendizaje

2.2.3.1. Aplicaciones interactivas

Las aplicaciones educativas son herramientas que facilitan a estudiantes, docentes y padres mejorar la formación académica de los estudiantes en todas las etapas educativas. Su desarrollo ha sido significativo en los últimos años gracias a los avances tecnológicos y a la mayor disponibilidad de Internet. Estas herramientas se distinguen por su capacidad multimedia, que combina diversos formatos como vídeos, imágenes, audios y textos para enriquecer el aprendizaje. Estas aplicaciones interactivas de aprendizaje son las siguientes:

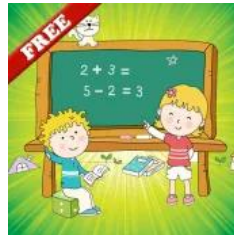
- ❖ ***Quizizz***: es una herramienta educativa que permite crear cuestionarios interactivos y atractivos, accesibles en línea y de manera gratuita. La aplicación se ajusta al ritmo de aprendizaje de cada estudiante, facilitando actividades didácticas en un entorno estimulante y agradable. Utilizando principios de gamificación, Quizizz convierte el proceso de aprendizaje en algo divertido y participativo, lo que fomenta una mayor implicación de los alumnos. Esta plataforma genera un ambiente competitivo y amigable, aumentando así la motivación de los estudiantes. En este contexto, la motivación se refiere al impulso que anima a los alumnos a participar en actividades educativas, despertando su curiosidad y deseo de aprender, lo cual es esencial para un aprendizaje continuo y eficaz [26].
- ❖ ***Matemáticas para niños libres***: es una aplicación educativa dirigida a niños en edad preescolar, diseñada para facilitar el aprendizaje de números y habilidades matemáticas básicas de manera interactiva y divertida. La aplicación presenta una interfaz intuitiva con menús simplificados, enseña números del 0 al 20 en inglés y chino, y ofrece actividades donde los niños pueden contar y manipular frutas que caen desde la pantalla.

Además, incluye ejercicios estructurados para aprender conceptos como números mayores y menores, prácticas de cálculo con gráficos coloridos que cubren operaciones de suma, resta, multiplicación y división, y niveles progresivamente desafiantes en un entrenamiento matemático. También proporciona un desafío competitivo para dos jugadores, permitiendo a padres e hijos participar en juegos interactivos con gráficos de alta calidad y animaciones, promoviendo así un ambiente educativo y recreativo en el hogar [27].

- ❖ **Niños Matemáticas:** es una aplicación educativa diseñada para que niños aprendan los conceptos básicos de los números y la aritmética, incluyendo operaciones como la suma y la resta. La aplicación ofrece juegos específicos como "Suma" y "Resta" para practicar estas operaciones de manera repetida y eficaz. Además, incluye actividades como "Con la misma forma" para mejorar el reconocimiento de formas y "¿Cuántos?" para enseñar los fundamentos numéricos y el concepto de multiplicación, proporcionando así una experiencia educativa interactiva y lúdica [27].



(a)



(b)



(c)

Fig. 2. 9 Aplicaciones educativas. (a) Quizizz, (b) Matemáticas para niños libres, (c) Niños Matemáticas.

2.2.3.2. Dispositivos didácticos

Los materiales audiovisuales son importantes en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, ya que facilitan la transición de pensamientos abstractos a concretos. El desarrollo mental del niño atraviesa diversas etapas:

- ❖ *la sensoriomotora, abarcando desde el nacimiento hasta los 2 años;*
- ❖ *la preoperacional, de los 2 a los 7 años aproximadamente;*
- ❖ *las operaciones concretas, de los 7 a los 11 años; y*
- ❖ *las operaciones formales, que comienzan en la adolescencia y se extienden hasta la edad adulta.*

En el proceso de enseñanza y aprendizaje, la relación entre el emisor (profesor) y el receptor (alumno) es esencial. La visión y la audición son fundamentales como bases necesarias para las funciones didácticas principales. Cuando se presenta algún déficit en estos sentidos, los pedagogos emplean métodos específicos que se estudian en el campo de la Enseñanza Especial para asegurar una enseñanza efectiva y accesible [28].

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se da a conocer los métodos que se utilizarán para el desarrollo del trabajo de integración curricular, estos serán explicados de forma clara y precisa manteniendo el debido orden para la correcta ejecución del proyecto que permitirá el desarrollo del dispositivo didáctico de suma y resta.

3.1 Modelo de la investigación

La presente investigación está direccionada hacia una investigación aplicada, la cual se enfoca en la resolución de problemas, es decir, utiliza el conocimiento de una o varias áreas especializadas para resolver de una manera las necesidades y brindar soluciones hacia los diferentes sectores [29]. En esta ocasión, el proyecto de integración curricular se resolvería planteando un prototipo que permita mejorar el aprendizaje de suma y resta en los estudiantes de segundo año de básica.

Por otra parte, consta de una investigación documental la que se caracteriza por utilizar una variedad de técnicas y métodos para buscar, procesar y almacenar la información presente en documentos, artículos, libros, revistas científicas, catálogos [29]. Es indispensable la obtención de información para plantear soluciones al problema del proyecto.

Así mismo, este proyecto tendrá en cuenta la investigación descriptiva la cual se enfoca principalmente en entender cada una de las características del objeto de estudio [30]. De esta manera se podrá definir las principales necesidades y características óptimas para el desarrollo del dispositivo de aprendizaje matemático.

De otro modo, la investigación experimental es parte de la investigación porque este tipo de investigación se diseña para identificar con precisión relaciones de causa y efecto [31]. Esto

permitirá entender las posibles causas por las que los estudiantes tienen problemas en el aprendizaje de matemáticas.

Sin embargo, en el proyecto la investigación de campo utiliza principalmente la observación y la interrogación para reunir y registrar sistemáticamente datos relevantes sobre el tema de estudio, actuando como herramientas para supervisar los fenómenos observados [32]. Por ello se obtendrá información de la institución educativa y de esta manera se podrán establecer métodos y técnicas que brinden una solución hacia la problemática.

3.2 Diseño de la Investigación

En esta sección, se presenta la descripción de cada fase y actividad requerida para realizar el dispositivo didáctico que permita el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas como son suma y resta.

3.2.1. Fase 1: Adquisición de información

Esta fase permite definir las necesidades e información adecuada para el desarrollo del dispositivo didáctico. Además, se obtiene información sobre el nivel de aprendizaje, las metodologías de aprendizaje, y posibles causas -efectos que hacen que un estudiante no estudie matemáticas.

- ❖ *Actividad 1: “Definición de técnicas, metodologías de aprendizaje y dispositivos de aprendizaje”*; se requiere obtener la información sobre cada uno de los métodos de aprendizaje y definir el más factible para implementarlo en el dispositivo.
- ❖ *Actividad 2: “Entrevistas”*; se realizará entrevistas al personal docente de la institución educativa.
- ❖ *Actividad 3: “Evaluación diagnóstica”*; en esta actividad se desarrollará una evaluación que permita verificar la respuesta de los estudiantes ante ejercicios matemáticos con operaciones de suma y resta.

- ❖ **Actividad 4: “Definición del diseño del sistema”;** se obtendrá la información y necesidades pertinentes que debe tener el dispositivo para su interactividad entre estudiante-dispositivo.

3.2.2. Fase 2: Diseño del dispositivo

En esta fase se realiza el planteamiento de posibles soluciones hacia la problemática y la selección de la mejor alternativa, y de esta manera proceder con las actividades de diseño del dispositivo didáctico, sus planos y diagramas de conexión.

- ❖ **Actividad 5: “Planteamiento de soluciones y elección”;** en esta actividad se plantean las posibles soluciones y se selecciona la mejor opción para empezar con su diseño.
- ❖ **Actividad 6: “Diseño CAD - CAM, electrónico y programación”;** en esta actividad se realizará el modelado CAD - CAM y la parte electrónica del dispositivo para poder verificar los materiales necesarios. Además, se necesita empezar a desarrollar la programación para su posterior ensamble.
- ❖ **Actividad 7: “Planos mecánicos y diagramas de conexiones”;** esta actividad permitirá tener las pautas necesarias para el ensamblaje del dispositivo.

3.2.3. Fase 3: Construcción del dispositivo

Para la implementación de esta fase se plantea realizar el procedimiento de construcción y ensamblaje del dispositivo didáctico de aprendizaje.

- ❖ **Actividad 8: “Adquisición de materiales”;** en esta actividad se plantea la búsqueda de proveedores de los materiales y realizar la debida selección de cada material y componente según la disponibilidad en el mercado.
- ❖ **Actividad 9: “Construcción de la estructura del dispositivo”;** esta actividad comienza con la construcción del dispositivo.

- ❖ **Actividad 10: “Ensamblaje”**; se plantea realizar el ensamble de la estructura del dispositivo y sus componentes electrónicos.

3.2.4. Fase 4: Validación del dispositivo

Esta última fase permite comprobar el funcionamiento del dispositivo y realizar la corrección de posibles errores que pueden presentarse.

- ❖ **Actividad 11: “Prueba de funcionamiento”**; en esta actividad se comprobará que el dispositivo realice operaciones básicas de suma y resta.
- ❖ **Actividad 12: “Ajustes requeridos”**; se plantea en esta actividad realizar correcciones al dispositivo en caso de ser necesarias.
- ❖ **Actividad 13: “Elaboración del documento final”**; en esta actividad se desarrolla el documento final, en el cual se detallará los resultados del desarrollo del dispositivo didáctico de aprendizaje de suma y resta.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Especificaciones académicas

El diseño de un dispositivo educativo contempla diversos requerimientos, entre ellos, la perspectiva del docente responsable de su aplicación en el aula. Para ello, se lleva a cabo una investigación preliminar que permite recopilar la información proporcionada por los docentes de la institución seleccionada. Además, se gestionan los permisos correspondientes y se reúne la documentación que respalda la participación de la Unidad Educativa Fiscomisional “Juan Pablo II”. En el **ANEXO A** se presenta el respaldo documental de todo el proceso.

A través de entrevistas realizadas a las docentes de primer y segundo año de Educación Básica, se identifican aspectos relevantes que evidencian el efecto positivo de implementar un dispositivo educativo en el aprendizaje de matemáticas. Los resultados obtenidos muestran que esta herramienta favorece el desarrollo del pensamiento lógico y la comprensión de los conceptos matemáticos en los estudiantes. Asimismo, permite que los estudiantes perciban las matemáticas como una asignatura accesible y entretenida, alejándola de la idea tradicional de una materia difícil o intimidante.

En el **ANEXO B** se detallan las preguntas formuladas durante la entrevista, así como las respuestas proporcionadas por las docentes. A partir del análisis de sus aportes, se concluye que el estudiante debería utilizar recursos innovadores como juegos interactivos, materiales manipulables y contenido audiovisual que fortalezcan su aprendizaje. Es fundamental fomentar el interés y la motivación para adquirir conocimientos en operaciones matemáticas; por lo tanto, resulta clave captar la atención de cada alumno, especialmente considerando las dificultades de concentración que presentan. En este sentido, es necesario promover el uso de herramientas tecnológicas que faciliten el desarrollo de sus habilidades. Cabe destacar que la implementación de un dispositivo

didáctico debe ser estimulante para el estudiante y mantener un contenido académico adecuado a su nivel de aprendizaje.

4.2 Especificaciones del sistema

A continuación, se presentan los criterios y requerimientos que se tendrán en cuenta para el diseño del dispositivo.

- ❖ **Peso**, el dispositivo debe ser liviano, ya que debe transportarse de un lugar a otro.
- ❖ **Usuario**, el prototipo debe ser usado por niños pertenecientes a segundo año de básica para obtener un mejor progreso en su aprendizaje matemático.
- ❖ **Dimensiones**, el diseño del dispositivo debe estar alrededor de 297x210 mm aproximadamente.
- ❖ **Funciones**, el dispositivo debe ser una herramienta didáctica que permita realizar operaciones de suma y resta, desarrollar el pensamiento de los estudiantes, ser manipulable, entretenido y brindar motivación para cada alumno.
- ❖ **Seguridad**, el dispositivo debe evitar componentes eléctricos sueltos para evitar el daño del estudiante y del prototipo.
- ❖ **Ergonomía**, el diseño del prototipo debe ser adecuado para la correcta manipulación de los estudiantes.
- ❖ **Materiales**, el uso de materiales no punzantes, no tóxicos y cómodos de usar.
- ❖ **Interfaz**, debería ser amigable al usuario y adaptada para el uso de niños de 6 años aproximadamente.
- ❖ **Estética**, el diseño del dispositivo debe cumplir con la gama de colores, y figuras llamativas para estudiantes de aproximadamente 6 años.

4.3 Soluciones propuestas

4.3.1 Alternativa de solución 1

El ensamble mostrado en la **Fig. 4. 1** hace referencia al dispositivo que permite a los estudiantes establecer una interacción usuario-máquina para realizar ejercicios de suma y resta. El encendido del dispositivo se realiza mediante el botón ON/OFF (1) el cual iniciará todo el programa previamente cargado. A través de la pantalla táctil (3) se pueden visualizar los ejercicios matemáticos que el estudiante deberá realizar. Por otra parte, el ábaco (6) permite que el estudiante resuelva el ejercicio de manera manual, y con el uso de (5) se ingresan los datos en la pantalla. Adicionalmente, para instruir al estudiante, la bocina (2) enviará mensajes que indicarán al estudiante si su resultado es adecuado o no; mientras el resultado no sea correcto la pantalla no cambiará de ejercicios. En **Tabla 4. 1** se muestran los componentes principales del dispositivo. Finalmente, en la **Fig. 4. 2** se indican las dimensiones principales del dispositivo.

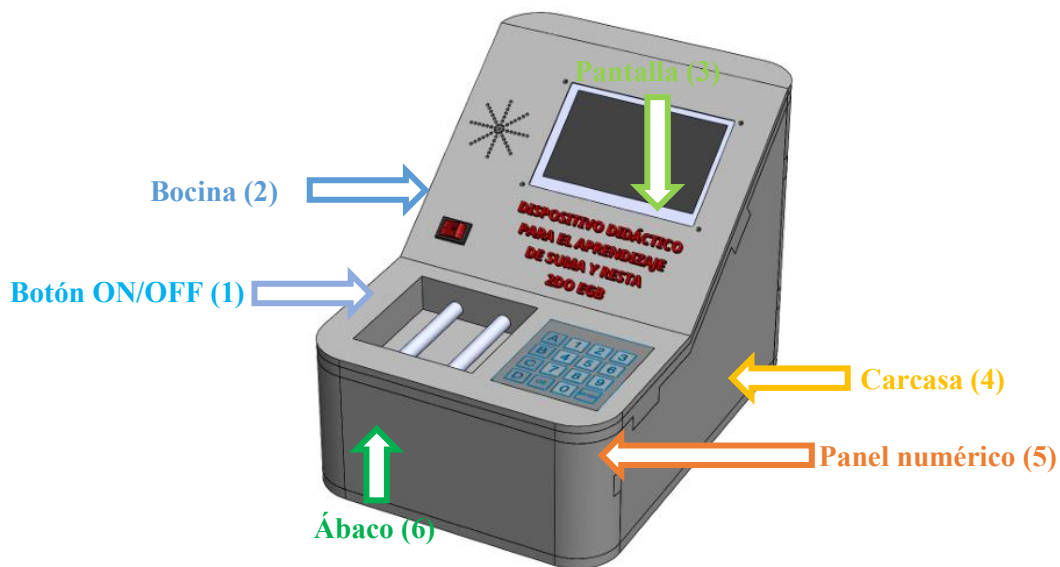


Fig. 4. 1 Alternativa de solución 1

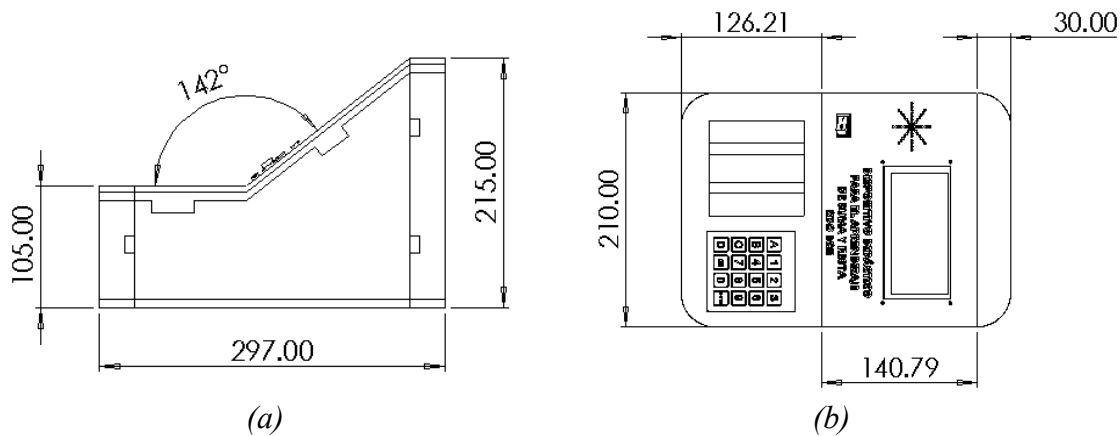


Fig. 4. 2 Dimensiones del Dispositivo - Alternativa 1: (a) Vista lateral, (b) Vista superior

Tabla 4. 1 Componentes del dispositivo en la propuesta 1

No.	Denominación	Cantidad
1	Botón ON/OFF	1
2	Bocina	1
3	Pantalla	1
4	Carcasa	1
5	Panel numérico	1
6	Ábaco	1

4.3.2 Alternativa de solución 2

En la **Fig. 4. 3** se muestra un dispositivo didáctico que permitirá el aprendizaje de suma y resta para estudiantes de segundo año de básica. El botón (1) se encarga del encendido del dispositivo, el cual iniciará la pantalla (4) indicando los ejercicios a realizar. En el fichero (3) se utilizarán los cubos numéricos que estarán ubicados en la cajonera (8); y junto al ábaco (7) se podrá resolver el ejercicio de manera manual. Por lo tanto, una vez obtenido el resultado, se deberá usar el panel (1) para cargar las respuestas al programa. Si la respuesta es correcta o incorrecta, se dará a conocer mediante un mensaje por la bocina (5). Si la respuesta no es acertada, no se podrá pasar al siguiente ejercicio hasta ingresar los datos adecuados. Las dimensiones están indicadas en la **Fig. 4. 4** y en la **Tabla 4. 2**.

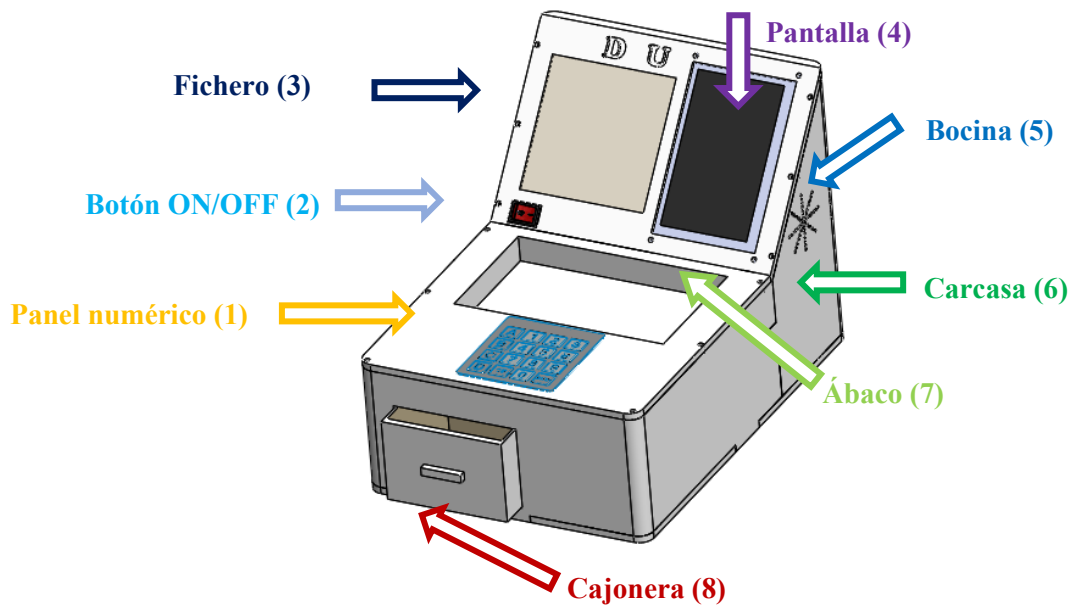


Fig. 4.3 Alternativa de solución 2

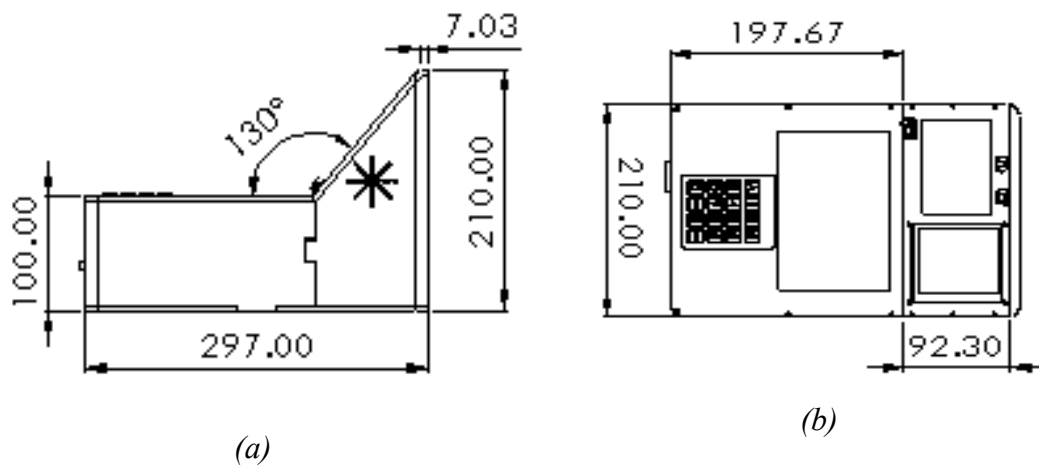


Fig. 4.4 Dimensiones del Dispositivo - Alternativa 2: (a) Vista lateral, (b) Vista superior

Tabla 4. 2 Componentes del dispositivo en la propuesta 2

No.	Denominación	Cantidad
1	Panel numérico	1
2	Botón ON/OFF	1
3	Fichero	1
4	Pantalla	1
5	Bocina	1
6	Carcasa	1
7	Ábaco	1
8	Cajonera	1

4.4 Selección de la mejor alternativa de solución

En la **Tabla 4. 3** se presenta la comparativa de las alternativas de solución en base a las especificaciones del sistema a diseñar, cabe resaltar que ambas soluciones cumplen en su mayoría con los criterios establecidos en la sección 4.1.

Tabla 4. 3 Comparación de alternativas de solución con base en las especificaciones del sistema a diseñar

CRITERIOS	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 1	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 2
Peso	El dispositivo tendrá un peso aproximado de 4 kg	El dispositivo pesará aproximadamente 3,5 kg
Usuario	- Cuenta con un área didáctica de resolución de operaciones matemáticas manual - Componentes intuitivos para el estudiante	- Consta de dos áreas de resolución de ejercicios matemáticos de forma manual-interactiva. - Componentes intuitivos para el estudiante
Dimensiones	297x210x215 mm	297x210x210 mm
Funciones	Ábaco: Sirve para realizar operaciones de suma y resta.	- Ábaco: Sirve para realizar operaciones de suma y resta. - Fichero: Espacio interactivo para resolución manual de ejercicios

	• Bocina: Reproducirá frases estimulantes y/o informará si la respuesta es correcta o no. • Pantalla: Muestra los ejercicios a realizar, dibujos y números.	• Bocina: Reproducirá frases estimulantes y/o informará si la respuesta es correcta o no. • Pantalla: Muestra los ejercicios a realizar, dibujos y números.
Seguridad	• Los componentes eléctricos se encontrarán en la parte interna del dispositivo por lo que no estará expuesto. • Diseño con pocos filos cortantes o esquinas pronunciadas. • Rediseñar para evitar filos cortantes	• El diseño consta con algunas esquinas pronunciadas. • Se debe controlar la manipulación para evitar daño en los estudiantes • El diseño eléctrico no se encontrará expuesto hacia el estudiante.
Ergonomía	• Diseño intuitivo simulando una computadora portátil	• Diseño intuitivo simulando una computadora portátil.
Materiales	• No tóxico • Cómodo al tacto	• No tóxico • Agradable al tacto
Interfaz	• Amigable al usuario • Dibujos y colores llamativos	• Fácil de entender • Colores y dibujos atractivos al usuario
Estética	• Diseño sencillo y formal • El ábaco brinda los colores llamativos al estudiante	• Diseño con posibilidades de insertar variedad de colores y elementos llamativos hacia el estudiante

La alternativa de solución 2 presenta mayores ventajas, ya que dispone de mayor cantidad de funciones que permiten la interacción didáctica del estudiante, y promueve un diseño con una estética más llamativa y con posibilidades al juego de colores.

Por otra parte, la interfaz será diseñada para ser amigable hacia el usuario y permitir que sea más intuitiva para el estudiante, considerando que se encuentre en un rango de edad de 6-7 años. Además, presenta dimensiones que permiten que el peso del dispositivo sea aproximadamente de 3,5 kg; esto permitirá que la movilidad del dispositivo sea más fácil.

4.5 Especificaciones de la solución propuesta

A continuación, se detalla cada componente de la solución propuesta para el desarrollo del dispositivo didáctico de aprendizaje de suma y resta. En la **Fig. 4. 5** se indica la vista en explosión del dispositivo y en la **Tabla 4. 4**.

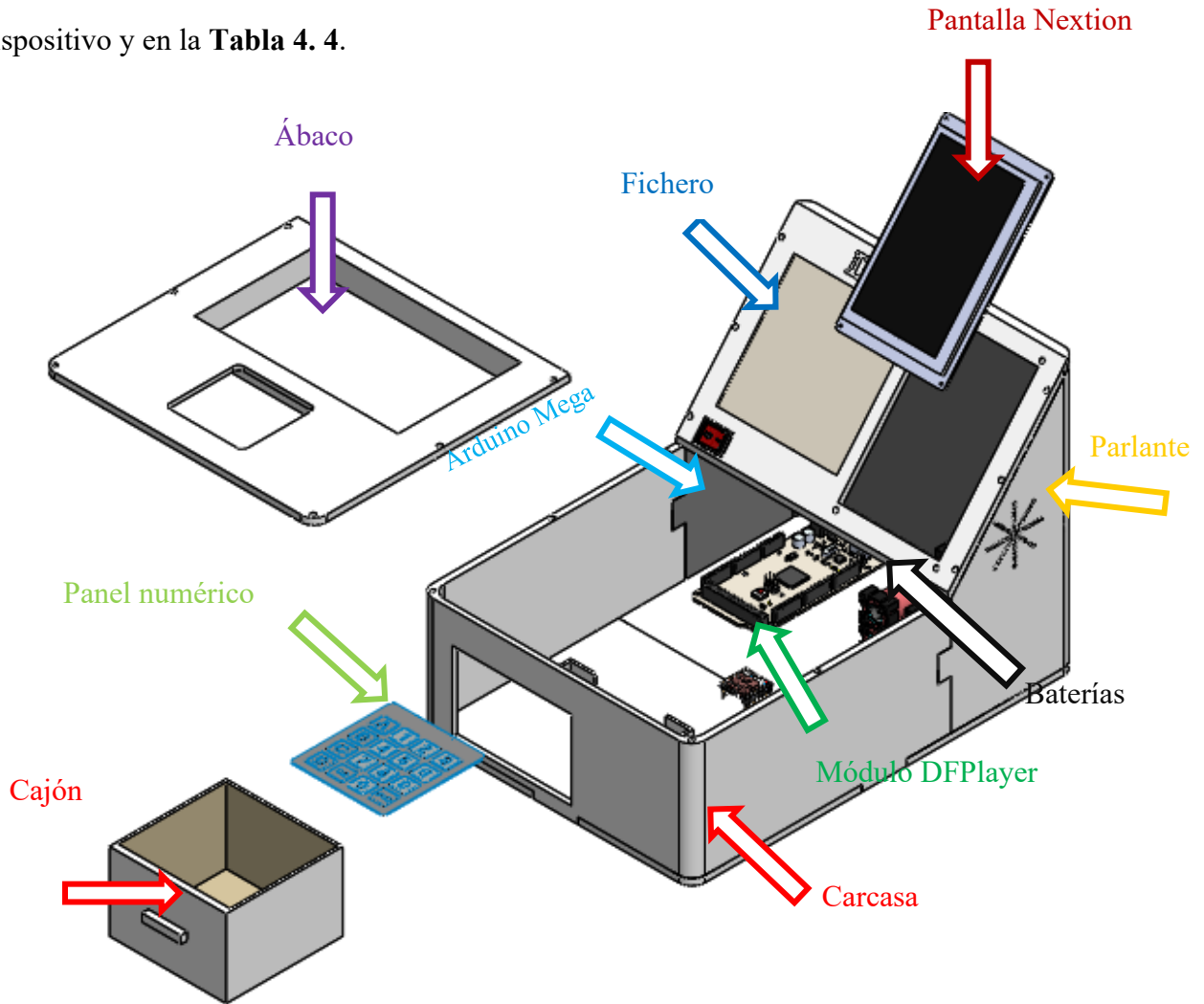


Fig. 4. 5 Vista isométrica explosionada del dispositivo alternativa 2

Tabla 4. 4 Detalle de componentes de la solución 2

No.	Denominación	Modelo	Cantidad
1	Ábaco	Comercial	1
2	Fichero	PLA+	1
3	Pantalla Nextion	Comercial	1
4	Parlante	Comercial	1
5	Baterías	Comercial	1
6	Módulo DFPlayer	Comercial	1
7	Arduino Mega	Comercial	1
8	Panel Numérico	Comercial	1
9	Carcasa y cajón	PLA+	1

4.5.1 Ábaco

El ábaco ubicado en la **Fig. 4. 6** es un instrumento utilizado para realizar operaciones aritméticas básicas, como son las sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Es un instrumento que se encuentra ya fabricado y se puede conseguir en cualquier distribuidor de material didáctico. Además, su material es de madera y tiene barras por las que se deslizan fichas; esto permite que los estudiantes puedan realizar cálculos de ejercicios matemáticos de manera manual e interactiva [33].



Fig. 4. 6 Ábaco[33]

4.5.2 Fichero

La función principal del fichero en el dispositivo es permitir que el estudiante pueda usar las fichas numéricas, las cuales constan con números y los signos de suma y resta. El estudiante debe ubicar estas fichas para la resolución de los ejercicios matemáticos. Este elemento se fabricará a través de técnicas de impresión 3D, empleando filamento PLA+ el cual consta de las características especificadas en la **Tabla 4. 5**. En la **Fig. 4. 7** se puede observar el fichero el cual tendrá una placa metálica para la adherencia de las fichas que son impresas en un papel magnético.

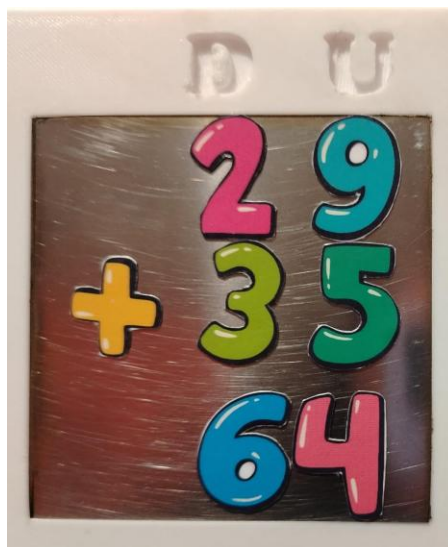


Fig. 4. 7 Fichero

Tabla 4. 5 Especificaciones PLA+ [34]

Característica	Denominación
Fabricante	SUNLU
Peso	1 kg
Tipo de material	Ácido poliláctico
Color	Negro
Resistencia a la tracción	61 MPa
Resistencia a la flexión	83 MPa
Densidad	1,23 g/cm ³
Temperatura de fusión	164 °C

4.5.3 Pantalla Nextion

La pantalla que se muestra en la **Fig. 4. 8** es un modelo Nextion Display 5” NX8048T050, es una alternativa que permite crear una interfaz hombre – máquina (HMI). Es compatible con Arduino, Raspberry Pi, entre otros. Además, cuenta con un software Nextion Editor, el cual permite crear y diseñar la interfaz para la pantalla [35]. Sus características se pueden observar en la **Tabla 4. 6**.

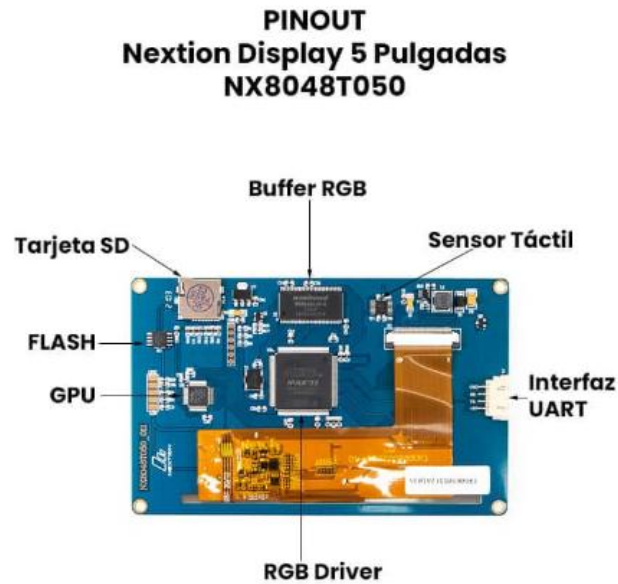


Fig. 4. 8 Pantalla Nextion [35]

Tabla 4. 6 Características Nextion Display 5 pulgadas [35]

Característica	Descripción
Resolución	800x480 pixeles
Dimensiones	5.0’’
Área activa	108mm x 64,8mm
Voltaje de operación	4.75 – 7 V
Corriente de operación	410 mA
Fuente de poder recomendada	5V, 1A, DC
Almacenamiento interno	16MB
SD card socket	FAT32 (Máximo 32GB microSD Card)

4.5.4 Parlante

El altavoz que se plantea usar se muestra en la **Fig. 4. 9** es un altavoz de 8 Ohm y 0.5 W. Es un parlante que va a reproducir los sonidos o melodías generadas por el microcontrolador como Arduino, estos sonidos permitirán estimular a los estudiantes al momento de la resolución de ejercicios. El altavoz tiene un tamaño que permite que sea fácil de integrar en los espacios limitados. Sus características se muestran en la **Tabla 4. 7**.



Fig. 4. 9 Altavoz 8 Ohm 0,5W

Tabla 4. 7 Características Altavoz [36]

Característica	Descripción
Potencia nominal	0,5 W
Impedancia	8 ohm (1KHz)
Rango de frecuencias	600 – 10 KHz
Distorsión armónica	5% (TMD%)
Diámetro	40mm

4.5.5 Baterías

La incorporación de baterías en el dispositivo permite su funcionamiento sin necesidad de conexión directa a un tomacorriente, lo cual resulta especialmente útil en espacios sin acceso a electricidad o ante posibles fallas en el suministro eléctrico. Para garantizar esta autonomía energética, se implementa un regulador de voltaje, detallado en la **Fig. 4. 10** y especificado en la **Tabla 4. 8** que

permite el ingreso de 7V al terminal V_{in} del Arduino Mega, asegurando un suministro adecuado y estable durante su operación.

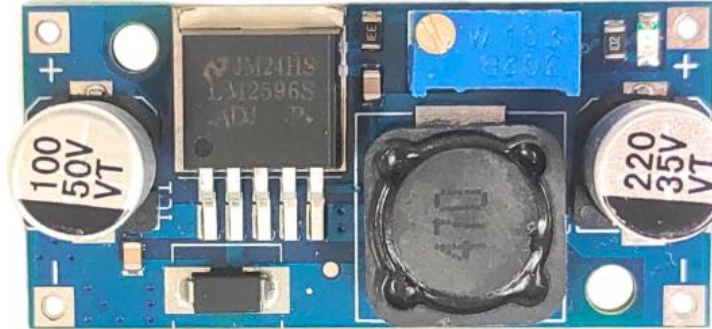


Fig. 4. 10 Regulador de voltaje DC – DC

Tabla 4. 8 Características LM2596 (HW-411) [37]

Característica	Descripción
Voltaje de entrada (mín. – máx.)	4.5 – 40 V
Voltaje de salida (mín. – máx.)	3.3 – 37 V
Salida máx. de corriente	3A
Función	Habilitar protección contra sobre corriente
Temperatura de funcionamiento	-40 a 125 °C

El regulador de voltaje se conecta los pines positivo y negativo de un BMS, el mismo que se encuentra conectado a unas baterías recargables. El diagrama de conexión del BMS y las baterías se encuentra en la **Fig. 4. 11**. En la **Tabla 4. 9** se encuentran las características del BMS y las baterías.

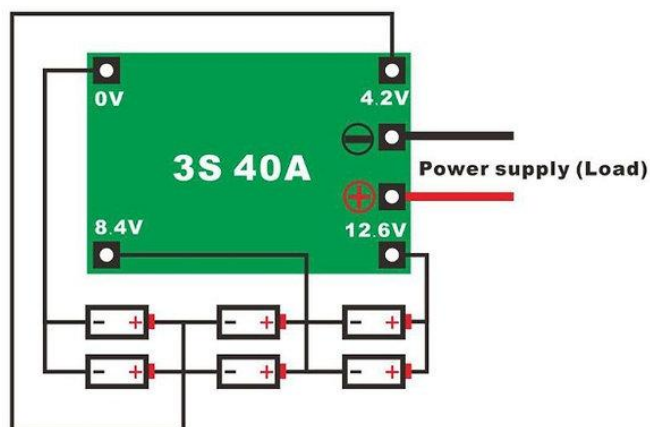


Fig. 4. 11 Diagrama de conexión BMS - Baterías[38]

Tabla 4. 9 Características BMS y Baterías [38]

Característica	Descripción
Voltaje de carga	12,6 – 13,6 V
Corriente de descarga máx.	40A
Corriente de carga máx.	20A
Peso	100g
Modelo	BMS 3S 40A
Alcance	Baterías 18650 - 3,7V

Considerando lo expuesto previamente, se determina que el dispositivo cuenta con un tiempo de autonomía aproximado de cuatro horas. En caso de que las baterías se encuentren descargadas, es posible utilizar el dispositivo conectado directamente al cargador. Para lograr una carga completa, se recomienda un periodo de entre tres y cuatro horas.

4.5.6 Módulo DFPlayer

El módulo DFPlayer que se indica en la **Fig. 4. 12** es un reproductor de audio MP3 que cuenta con un amplificador integrado. Su funcionamiento puede ser mediante una comunicación serial que

puede ser conectada a cualquier microcontrolador. Puede ser conectado directamente a un altavoz de 4 o 8 Ohm. Además, este módulo estará conectado al parlante mencionado anteriormente, ya que cuenta con el amplificador integrado y permitirá tener sonidos de mejor calidad. Las características de funcionamiento se encuentran en la **Tabla 4. 10**.

Por otra parte, mediante la plataforma online de la **Fig. 4. 13** se realizan los sonidos del dispositivo, con el fin de obtener un audio con las frases personalizadas para la motivación estudiantil, estos audios se registran los audios en una microSD que se inserta en el módulo, cada track deberá estar ingresado bajo el código que se le asignará para Arduino.



Fig. 4. 12 Módulo DFPlayer

Tabla 4. 10 Características Módulo DFPlayer [39]

Característica	Descripción
Alimentación	3.2 – 5 V
Salida	Rango dinámico 90dB
Sistema de archivos	FAT16 y FAT32
Interfaz	Pines de control I/O para pulsador o modo Serial
Directorios soportados	Hasta 100 directorios (255 archivos de audio c/u)
Formato de archivos	MP3, WAV, WMA
Volumen ajustable	30 niveles

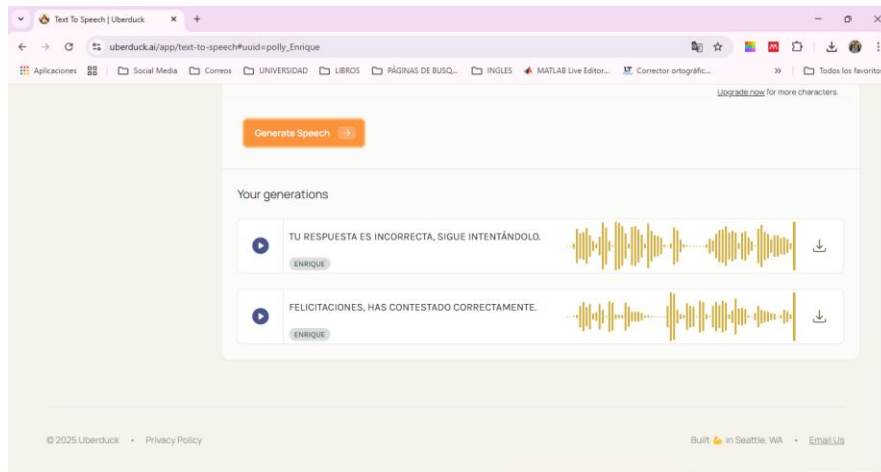


Fig. 4. 13 Plataforma online para crear frases con audio

4.5.7 Arduino Mega

El Arduino Mega 2560 ubicado en la **Fig. 4. 15** es una placa electrónica basada en el Atmega2560, incluyendo todo lo necesario para que el microcontrolador pueda realizar todas las tareas asignadas, este microcontrolador permitirá que se establezca la comunicación entre los componentes usados para el dispositivo, permitirá que los valores del panel numérico se ingresen a la pantalla, y que en esta conexión considerando los resultados se reproduzca el sonido entre el módulo DFPlayer y el altavoz. En la **Tabla 4. 11** se observan las especificaciones del Arduino Mega.



Fig. 4. 14 Arduino Mega

Tabla 4. 11 Características Arduino Mega [40]

Característica	Descripción
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje recomendado	7-12V
Pines de Entrada/ Salida digitales	54
Pines de entrada A/D	16
Corriente I/O	20mA (en reposo) – Aproximadamente 100mA (con periféricos)
Peso	37gr
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Memoria Flash	256KB
Velocidad	16MHz

4.5.8 Panel numérico

El panel número mostrado en la **Fig. 4. 15**, llamado teclado matricial es el que permitirá en ingreso de valores numéricos hacia la pantalla, este teclado será modificado para presentar los dígitos necesarios para realizar las operaciones de suma y resta. Sus características se encuentran detalladas en la **Tabla 4. 12**.



Fig. 4. 15 Teclado matricial 4x4

Tabla 4. 12 Características Panel Numérico [41]

Característica	Descripción
Botones con organización matricial	4 filas x 4 columnas
Tipo de contacto interno	PCB
Máximo voltaje operativo	24V DC
Máxima corriente operativa	20mA
Dimensión total	65x68mm
Peso	21 g
Material	ABS

4.5.9 Carcasa y Cajón

La estructura del dispositivo será realizada en un material apto para la impresión 3D, como lo es el PLA+, este material permite que la estructura sea rígida y resistente al impacto en un porcentaje considerable, es necesario debido a que las piezas como son las fichas numéricas y el cajón estarán más expuestos al contacto de los estudiantes, posibles caídas y se necesita que las piezas no se rompan. Las características del material se observan en la **Tabla 4. 5** y la carcasa en la **Fig. 4. 16**.

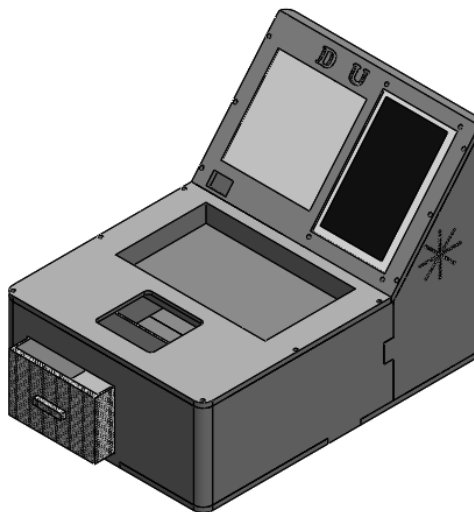


Fig. 4. 16 Carcasa y Cajón

4.5.10 Cálculos

Los componentes que se van a utilizar contienen su propio consumo energético, por lo que se necesita una fuente que alimente de manera adecuada a cada uno de los componentes. Considerando las características de cada elemento se obtienen los siguientes valores estimados en la **Tabla 4. 13**.

Tabla 4. 13 Consumo estimado de los componentes

Nombre	Voltaje de Alimentación	Consumo estimado (mA)
Arduino Mega 2560	7V – 12V	100mA
Pantalla Nextion 5"	5V	700mA
Módulo DFPlayer Mini	5V	500mA
Altavoz	5V	500mA
Teclado Numérico	-	100mA
		1900mA

Considerando los datos obtenidos, es necesario utilizar una fuente alimentación de 12V, para la alimentación de todos los componentes y mediante un regulador de voltaje establecer los 7V que permitirán el funcionamiento del Arduino.

4.5.11 Diagrama electrónico

El diseño del diagrama electrónico se realiza en el software fritzing, y se obtiene el esquemático mostrado en la **Fig. 4. 17** y su modelo en la placa de pruebas en la **Fig. 4. 18**. Esto permite realizar las conexiones de una manera práctica y evitar el deterioro de los componentes usados.

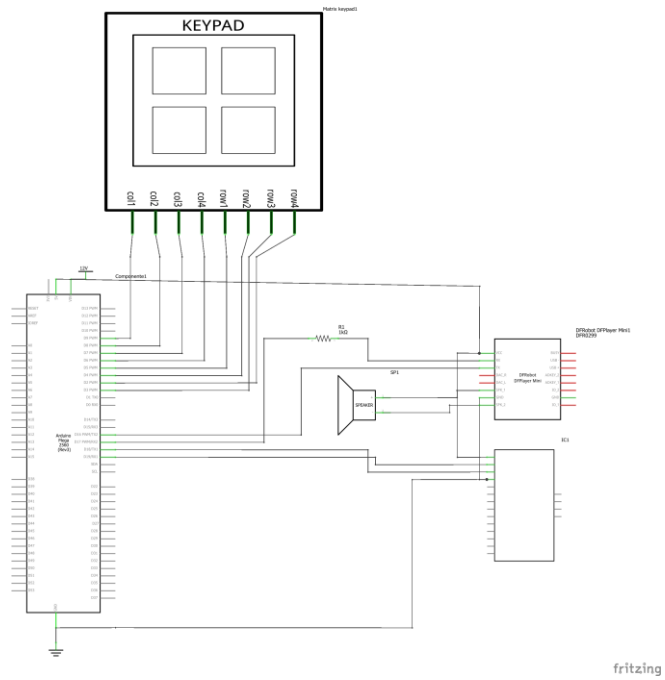


Fig. 4. 17 Esquemático

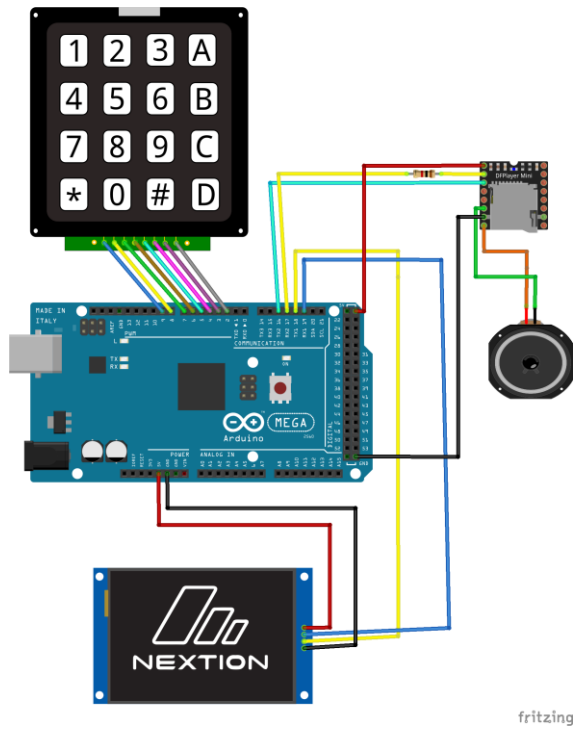


Fig. 4. 18 Placa de pruebas

4.5.12 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo permite establecer los lineamientos para el desarrollo del programa. En la **Fig.**

4. 19 se puede visualizar el diagrama de flujo realizado.

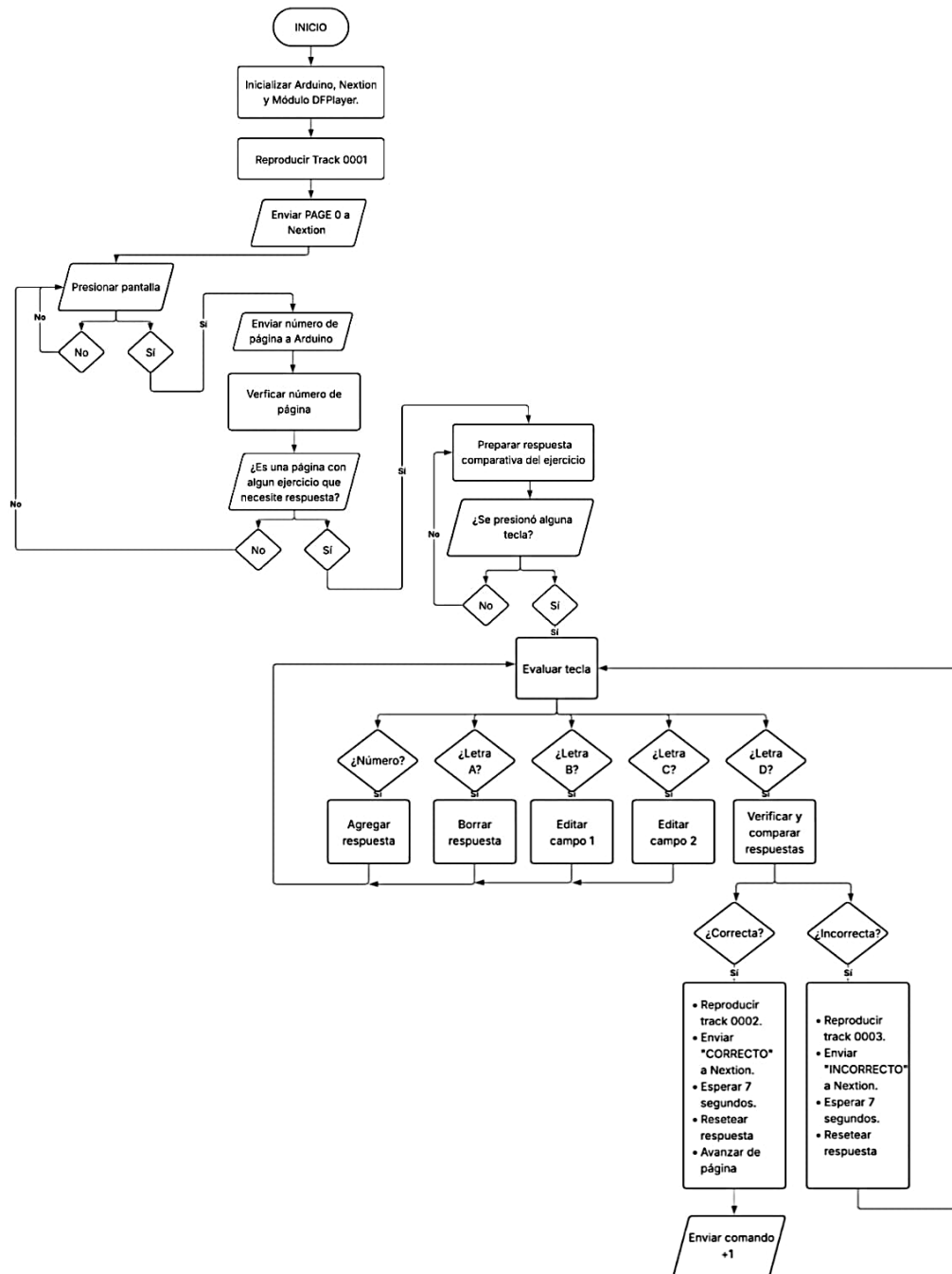


Fig. 4. 19 Diagrama de flujo

4.5.13 Programación

Mediante el Software Arduino IDE se realiza la programación del dispositivo, en él se interconectan el microcontrolador Arduino Mega y los componentes seriales adicionales que son la pantalla Nextion y Módulo DFPlayer. En la **Fig. 4. 20** se puede evidenciar una parte del código, el código completo se encontrará en el ANEXO C.

```
PRUEBA22JUNIO10PM.ino
1  #include <Keypad.h>
2  #include <SoftwareSerial.h>
3  #include <DFMiniMp3.h>
4  // ===== CONFIGURACIÓN HARDWARE =====
5  const byte ROWS = 4;
6  const byte COLS = 4;
7  char keys[ROWS][COLS] = {
8    { '1','2','3', 'A' },
9    { '4','5','6', 'B' },
10   { '7','8','9', 'C' },
11   { '*', '0', '#', 'D' }
12 };
13 byte rowPins[ROWS] = {5, 4, 3, 2};
14 byte colPins[COLS] = {9, 8, 7, 6};
15
16 Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
17
18 // Nextion (Serial1)
19 #define Nextion Serial1
20
21 // ===== VARIABLES GLOBALES =====
22 String currentAnswer1 = ""; // Respuesta actual campo 1
23 String currentAnswer2 = ""; // Respuesta actual campo 2
24
25 int num1 = 0, num2 = 0, num3 = 0, num4 = 0, num5 = 0;
26 bool randomGenerated = false; // Evita regeneración de números
27 bool twoAnswersMode = false; // Modo de dos respuestas
```

Fig. 4. 20 Código de programación

Además, para el desarrollo del código en Arduino, es necesario instalar las librerías dedicadas a cada uno de los componentes, esto permitirá generar el código adecuado para establecer la comunicación entre Arduino Mega, pantalla Nextion y módulo DFPlayer. Las librerías usadas son Keypad.h, SoftwareSerial.h y DFMiniMp3.h.

4.5.14 Interfaz gráfica

El desarrollo de la interfaz gráfica fue realizado mediante el uso de una aplicación llamada CANVA para la creación de las imágenes de fondo de pantalla del dispositivo como podemos observar en la **Fig. 4. 21** la pantalla principal que se mostrará al encender el dispositivo. Mientras que, con el uso del software Nextion editor, se insertaron los botones y las imágenes necesarias para el

desarrollo de toda la interfaz y mediante comandos establecidos por cada imagen y botón se genera la comunicación con Arduino, en la **Fig. 4. 22** se puede visualizar como es el software mencionado.



Realizado por: Marilyn Quelal

Fig. 4. 21 Pantalla principal

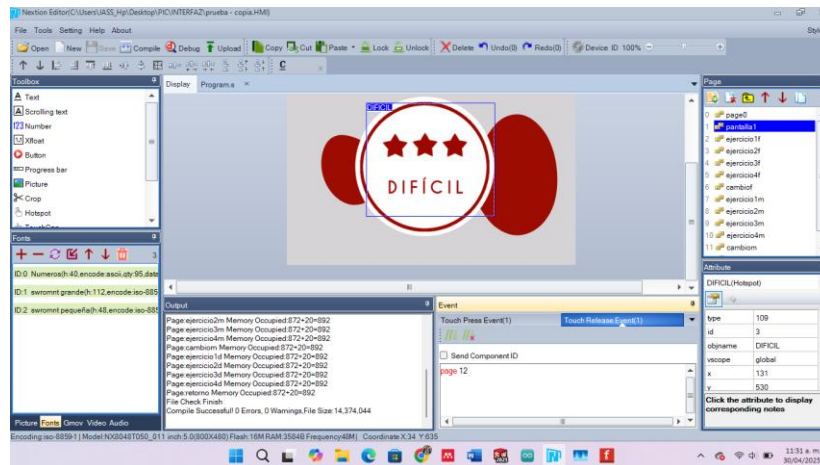


Fig. 4. 22 Nextion editor - interfaz gráfica

4.5.15 Construcción

La construcción del dispositivo consta de 5 fases: Diseño, Programación, Impresión, Ensamblaje Mecánico y Ensamblaje Eléctrico.

En la fase de diseño, se estableció el modelo físico del dispositivo en partes considerando que la impresora 3D mantiene un área de impresión de 210x210x220mm, por ello se realizó el modelo de la carcasa en el Software SolidWorks 2023, y se considera las tolerancias de 0.7mm por lado para conseguir que las piezas encajen entre sí. Mientras que su diseño electrónico fue desarrollado en otra aplicación externa. En la **Fig. 4. 23** se observa el modelado en SolidWorks.



Fig. 4. 23 *Diseño de la carcasa*

En la fase de programación se realizó el 90% del código en Arduino IDE, mientras que el 10% restante fue programado en el Nextion Editor para poder establecer la comunicación serial de manera adecuada entre Arduino y Nextion.

Ahora bien, en la fase de impresión se usó un filamento PLA+ el cual tiene especificado sus características en la **Tabla 4. 5**. Para la impresión de las piezas es necesario considerar las tolerancias de 0,4mm aproximadamente para encajar las piezas sin ningún inconveniente. En la **Fig. 4. 24** se observa cómo se configura la pieza antes de su impresión.

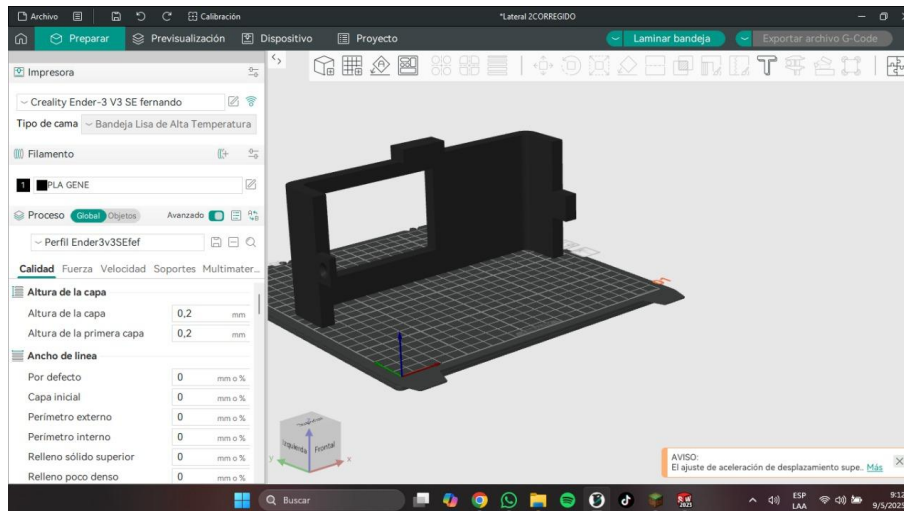


Fig. 4. 24 Configuración de las impresiones

En la fase de ensamblaje mecánico, se comienza con el postproceso de las piezas impresas y su ensamblaje para verificar que se complementen de manera adecuada las piezas y realizar correcciones pertinentes para mejorar el aspecto visual. En la **Fig. 4. 25** se observa el proyecto ensamblado con las piezas impresas sin ningún ajuste, mientras que en la **Fig. 4. 26** se visualiza el proceso para el ensamble.

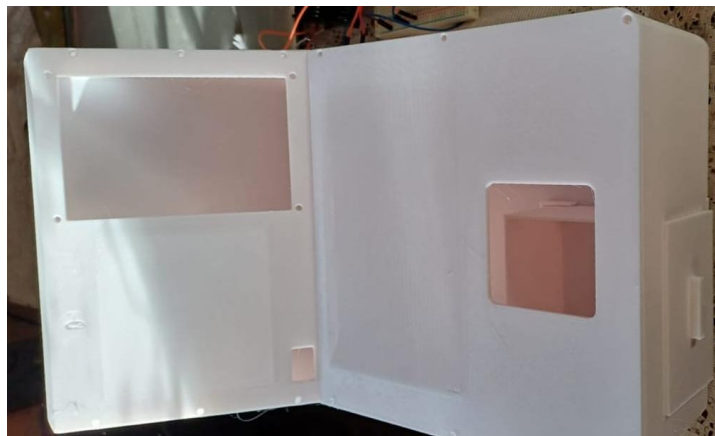


Fig. 4. 25 Piezas sin tratamiento



Fig. 4. 26 Ensamble del conjunto carcasa-pantalla

Finalmente, en la fase de ensamblaje electrónico se unifica lo mecánico con lo electrónico, y se completa la pieza, en la **Fig. 4. 27** podemos observar el prototipo usado para pruebas con los estudiantes terminado de armar.



Fig. 4. 27 Prototipo preliminar

4.5.16 Pruebas de funcionamiento

El desempeño del dispositivo se evalúa mediante pruebas de funcionamiento realizadas con los estudiantes de la institución piloto. Dado que se contó con la participación de 33 alumnos, se organizó el trabajo en grupos de tres, asignando un tiempo de 15 minutos por grupo, conforme a la

disponibilidad establecida por la institución. Asimismo, se aplicaron dos evaluaciones de conocimientos: una previa al uso del dispositivo y otra posterior, con el fin de medir su impacto en el aprendizaje. En el **ANEXO D** se incluye el modelo de evaluación aprobado por la institución, mientras que en el **ANEXO E** se presentan las evidencias de las pruebas realizadas.

4.5.16.1 Objetivo

Evaluar el funcionamiento del dispositivo haciendo uso de los tres niveles de dificultad.

4.5.16.2 Materiales y Equipos

- ❖ Dispositivo didáctico de aprendizaje

4.5.16.3 Procedimiento experimental

- a. Explicación acerca del uso del dispositivo a los estudiantes (**Anexo F**)
- b. Se enciende la pantalla, y se espera a que se reproduzca el sonido del dispositivo.
- c. Seleccione el botón de INICIO
- d. Elija el nivel que se quiere realizar (FÁCIL, MEDIO, DIFÍCIL)
- e. En cada nivel se presentará una pantalla de selección de ejercicios, el estudiante debe seleccionar cuales quiere realizar.
- f. Después, se inicia con el primer ejercicio seleccionado, y el estudiante debe resolverlo para continuar con la serie de problemas.
- g. Una vez el estudiante tenga clara la respuesta, debe hacer uso del teclado del dispositivo e insertar el resultado.
- h. Posteriormente, deberá enviar el resultado con el botón asignado a la verificación. Si la respuesta es correcta, el dispositivo pasará al siguiente ejercicio. Caso contrario, se mantendrá en el mismo ejercicio hasta que el estudiante conteste acertadamente.
- i. Una vez finalizado el nivel seleccionado, tendrá la opción de elegir si pasar de nivel o regresar al inicio.

4.5.16.4 Resultados

Durante la evaluación diagnóstica realizada hacia los estudiantes de segundo año de básica, se planteó un cuestionario con un total de 11 aciertos como nota máxima. Un total de 32 estudiantes rindió la evaluación inicial y se obtiene lo siguiente. En la **Tabla 4. 14** se indican los resultados de los estudiantes en cuanto a cada pregunta aprobada y desaprobada.

Tabla 4. 14 Resultados de preguntas\respuestas

PREGUNTAS \ RESPUESTAS		CORRECTAS	INCORRECTAS
PREGUNTA 1		4	29
PREGUNTA 2		ANULADA	
PREGUNTA 3		20	13
PREGUNTA 4	PREGUNTA 4.1	30	3
	PREGUNTA 4.2	26	7
PREGUNTA 5	PREGUNTA 5.1	23	10
	PREGUNTA 5.2	7	26
PREGUNTA 6		ANULADA	
PREGUNTA 7	PREGUNTA 7.1	17	16
	PREGUNTA 7.2	12	21

Para la calificación final, se tomaron en cuenta las notas en base a 8 aciertos, esto se debe a que los estudiantes no tenían conocimiento acerca de la resolución de ejercicios con 2 cifras. En base a la **Tabla 4. 14** se obtiene los siguientes resultados, indicando que apenas 10 estudiantes contaron con una nota mayor a 7/10. Por ello, se promedia que la nota final del curso en la evaluación diagnóstica es de 5,27/10, este promedio indica que los estudiantes en base a la escala cualitativa se encuentran próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos. Sin embargo, es importante resaltar que 13 estudiantes en su nota individual tienen una nota menor a 4, lo que significa que no alcanzan los aprendizajes

requeridos. En la **Fig. 4. 28** se visualizan los resultados obtenidos y en el **Anexo D** se encuentran las evaluaciones diagnósticas tomadas.

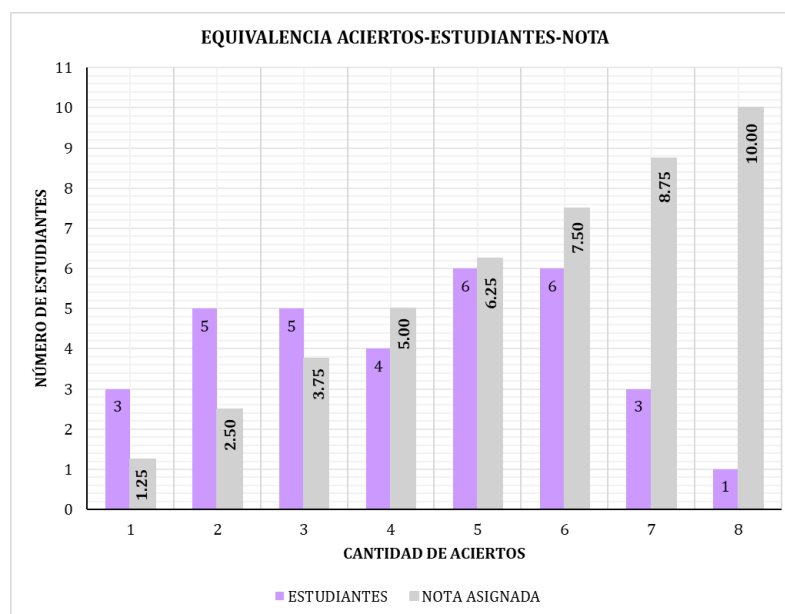


Fig. 4. 28 Resultados obtenidos de la evaluación diagnóstica

Durante las pruebas de funcionamiento, el dispositivo didáctico fue utilizado por estudiantes de segundo año de Educación Básica, permitiendo observar su desempeño en un entorno real. Las actividades realizadas evidenciaron un funcionamiento adecuado, el cual favorece la atención de los alumnos y promueve una resolución dinámica y entretenida de los ejercicios matemáticos. En las **Fig. 4. 29** y **Fig. 4. 30** se documenta la participación de los estudiantes durante el uso del dispositivo. En el **Anexo E** se encuentra un código QR que permite observar un video recopilatorio de las pruebas con los estudiantes. Cabe recalcar, que el dispositivo usado durante las pruebas de funcionamiento se encontraba sin las modificaciones finales ya que debía ser probado antes de que los estudiantes acaben su ciclo escolar. En la **Fig. 4. 31** se encuentra el prototipo final, después de las correcciones realizadas.



Fig. 4. 29 Prueba de funcionamiento



Fig. 4. 30 Prueba de funcionamiento



Fig. 4. 31 Prototipo final

La evaluación final se aplicó tras el uso del dispositivo didáctico para la enseñanza de suma y resta, con el objetivo de analizar su impacto en el aprendizaje. Todos los estudiantes respondieron la totalidad de las preguntas planteadas; sin embargo, para efectos del análisis comparativo con la evaluación diagnóstica, se estableció que aquellos alumnos que alcanzaron ocho aciertos o más recibirían una calificación de 10/10. Esta prueba fue realizada por un total de 32 estudiantes, y los resultados obtenidos se presentan en la **Fig. 4. 32.**

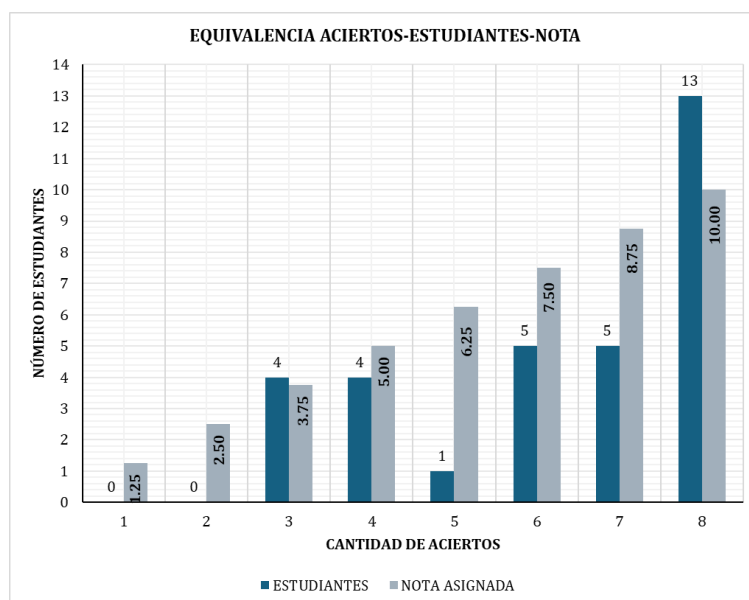


Fig. 4. 32 Resultados obtenidos de la evaluación final

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación final, se observa que 4 estudiantes alcanzaron una calificación inferior a 4/10, lo cual indica que no lograron los aprendizajes esperados. Por otro lado, 10 estudiantes lograron cumplir con los aprendizajes requeridos y 13 demostraron un dominio amplio de los contenidos evaluados. En conjunto, 23 estudiantes obtuvieron una calificación superior a 7/10, lo que refleja un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje tras el uso del dispositivo didáctico.

Los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica y en la evaluación final indican una mejoría considerable en el área de matemáticas de los estudiantes de segundo año de básica, obteniendo así la siguiente gráfica comparativa de aciertos indicada en la **Fig. 4. 33**.

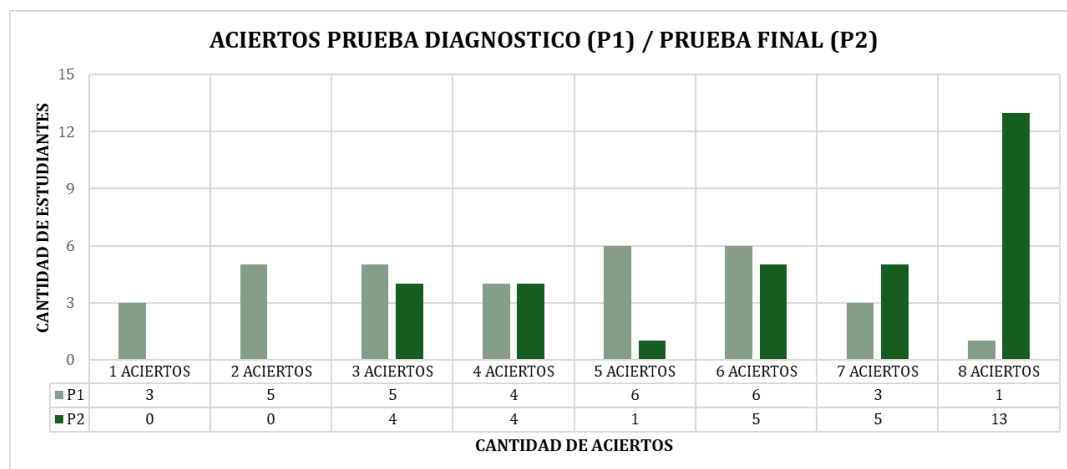


Fig. 4. 33 Comparativa de aciertos

Durante las pruebas de funcionamiento, el dispositivo didáctico de suma y resta fue sometido a ajustes en tiempo real, lo que permitió incorporar mejoras significativas. Entre ellas, se destaca la ampliación de ejercicios con números aleatorios, que favorecen la constante generación de nuevas operaciones. Bajo la supervisión de la docente responsable del grupo de estudiantes, se añadieron actividades orientadas al conteo, las progresiones numéricas, la descomposición e identificación de cantidades. Además, el dispositivo contó con la revisión y las observaciones técnicas de una docente de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología (FECYT) de la Universidad Técnica del Norte, aportes que enriquecieron el proceso de validación y perfeccionamiento del recurso.

Asimismo, se ha comprobado un rendimiento satisfactorio del dispositivo didáctico en el desarrollo del aprendizaje de sumas y restas en estudiantes de segundo año. La herramienta obtuvo una excelente acogida por parte de los alumnos, generando comentarios positivos y despertando su interés por interactuar con el dispositivo, lo que evidencia su efectividad y atractivo en el contexto escolar.

4.6 Manual de Usuario

El dispositivo cuenta con una serie de ejercicios que deberá resolver el estudiante para cambiar a un método didáctico más atractivo y novedoso para el aprendizaje de sumas y restas. En el ANEXO F se encuentra el manual de usuario completo, mientras que en la Fig. 4. 34 se indica la primera página del manual.



Fig. 4. 34 Manual de Usuario

CONCLUSIONES

Se desarrolla un dispositivo didáctico para el aprendizaje de suma y resta en la escuela básica. Para lograr este propósito, fue necesario llevar a cabo un estudio preliminar del entorno educativo. Se realizaron entrevistas al personal docente. Asimismo, con la asistencia a clases presenciales de los estudiantes se identificaron factores importantes que permitieron elaborar una idea más estructurada sobre las necesidades, así como las ventajas y desventajas para la mejora continua del aprendizaje en el área de matemática con la implementación del prototipo.

La evaluación realizada en la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Pablo II permitió identificar debilidades en el aprendizaje de las operaciones básicas como son suma y resta en estudiantes de segundo grado de educación básica. A través del análisis de los resultados obtenidos en las pruebas aplicadas a un grupo de 33 estudiantes, se evidenció la necesidad de implementar estrategias didácticas más dinámicas y adaptadas al nivel cognitivo de los niños, lo cual fundamentó el desarrollo del prototipo propuesto.

Desde el punto de vista técnico, el diseño del recurso didáctico se llevó a cabo con base en criterios de simplicidad, funcionalidad y atractivo visual. Para ello, se utilizó un software de CAD que permitió elaborar una estructura fácil de manipular por los estudiantes. La programación fue desarrollada en Arduino IDE, mientras que la interfaz gráfica fue construida utilizando Nextion Editor que permitió establecer las funciones hacia los diseños generados e integrar la comunicación con Arduino. Esta integración tecnológica permitió obtener un sistema interactivo y amigable con el entorno escolar.

La construcción del prototipo se realizó mediante el uso de impresión 3D, empleando como materia prima el filamento PLA+, lo que proporcionó una estructura ligera y portátil. Por otra parte, los componentes electrónicos se ensamblaron utilizando elementos comerciales de bajo costo. Durante

este proceso se presentaron dificultades técnicas asociadas a las tolerancias de impresión, sin embargo, estos inconvenientes fueron corregidos oportunamente, logrando una integración funcional y estable de todos los elementos.

En la etapa de validación, se comprobó que el dispositivo cumple con los requerimientos pedagógicos establecidos. La pantalla presenta ejercicios matemáticos que el estudiante debe resolver e ingresar mediante un teclado. El sistema verifica las respuestas y permite avanzar únicamente cuando se responde correctamente, lo cual favorece el aprendizaje a través de la retroalimentación inmediata. Además, se incorporaron recursos complementarios como un ábaco y un fichero que contiene fichas numéricas, que permiten al estudiante representar y comprender las operaciones de forma concreta y manipulativa. Permitiendo así, obtener un recurso didáctico funcional que contribuye a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de segundo grado, promoviendo una educación más interactiva, lúdica y significativa.

El dispositivo didáctico desarrollado para el fortalecimiento del aprendizaje representa una herramienta tecnológica innovadora y funcional en el contexto educativo. Su diseño intuitivo, portátil y de fácil manipulación permite su uso tanto dentro como fuera del aula. Posee una autonomía operativa de aproximadamente tres horas y puede continuar funcionando mediante conexión a un cargador. La generación automática de ejercicios con números aleatorios mantiene los contenidos actualizados, estimula el razonamiento lógico-matemático y promueve la participación del estudiante. Su costo estimado varía entre 150 y 200 dólares, según los materiales utilizados, como el tipo de pantalla o carcasa. A pesar de ello, se considera una opción accesible frente a la limitada oferta de recursos similares en el país, consolidándose como una solución eficaz para mejorar la enseñanza de las matemáticas en educación básica.

RECOMENDACIONES

Para investigaciones futuras, es necesario mejorar la estética del dispositivo e incluso hacer un rediseño completo que permita obtener un mejor manejo y portabilidad del prototipo.

Por otra parte, es necesario considerar el cambio de la pantalla de 5” por una pantalla HMI de 7” que permitirá visualizar los ejercicios de mejor manera. En caso de usar la pantalla Nextion es recomendable el uso de la versión profesional ya que cuenta con una mayor capacidad de almacenamiento, lo que permitiría generar más ejercicios para el proceso de enseñanza – aprendizaje del estudiante.

Se considera importante generar una mayor cantidad de ejercicios, por lo que se podría implementar una aplicación que no necesite conexión a internet en la cual se pueda modificar, agregar o eliminar diversos ejercicios que se adapten a las necesidades del trimestre cursado por los estudiantes.

Los estudiantes necesitan ser integrados hacia un entorno más interactivo y práctico, por lo que se debería mejorar el diseño del dispositivo agregando más botones o métodos didácticos para captar la atención del estudiante, y mantener presente la intuición e interacción del estudiante.

Al momento de implementar mejoras y modificaciones para los ejercicios es necesario contar con la retroalimentación de los docentes, y adaptarse a las necesidades considerando los niveles de aprendizaje de los estudiantes.

En caso de realizar un dispositivo nuevo, se recomienda ampliarlo hacia grados superiores, enfocándolo en el desarrollo del pensamiento lógico matemático y complementarlo con las inteligencias múltiples para un mejor aprendizaje máquina – estudiante.

REFERENCIAS

- [1] C. L. Rojas-Rojas, “Dificultades de aprendizaje en edad escolar,” *Pensamiento y Acción*, no. 26, pp. 85–99, Mar. 2019, Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/9846/8258
- [2] UNESCO, “Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019),” 2021. [Online]. Available: https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/archivosPD/uploads/dlm_uploads/2022/03/Estudio-Regional-Comparativo-y-Explicativo-ERCE-2019.pdf
- [3] C. De-La-Peña Álvarez and E. B. Brotóns, “Dislexia y discalculia: una revisión sistemática actual desde la neurogenética,” *Universitas Psychologica*, vol. 17, no. 3, pp. 1–11, Jul. 2018, doi: 10.11144/JAVERIANA.UPSY17-3.DDRS.
- [4] J. B. Rebollo and J. M. De Oliveira, “Elementos didácticos del aprendizaje móvil: condiciones en que el uso de la tecnología puede apoyar los procesos de aprendizaje,” *Edutec : revista electrónica de tecnología educativa*, no. 80, pp. 114–130, Jun. 2022, doi: 10.21556/EDUTEC.2022.80.2415.
- [5] O. Herrera and A. Núñez, “Diseño de un juego didáctico para afianzar los dispositivos básicos del aprendizaje, atención y memoria en estudiantes del grado sexto de la IE Roberto Velandia.,” *Maestría en Dificultades del Aprendizaje*, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, 2020. Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/b78db809-7e9b-4e7a-9933-ae8307979b49>

- [6] E. Torres Puentes and L. A. Casallas Rodriguez, “Materiales, recursos y juego: una distinción y relación necesaria en el aula de matemáticas,” *Infancias Imágenes*, ISSN-e 1657-9089, Vol. 20, N°. 2, 2021, págs. 1-10, vol. 20, no. 2, pp. 1–10, 2021, doi: 10.14483/16579089.17590.
- [7] J. Fombona and P. Roza Martin, “Uso de los dispositivos móviles en educación infantil,” *Edmetic* 5(2), 158-181 (2016), vol. 5, no. 2, 2016, Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/14212>
- [8] S. Papadakis, M. Kalogiannakis, and N. Zaranis, “Teaching mathematics with mobile devices and the Realistic Mathematical Education (RME) approach in kindergarten,” *Advances in Mobile Learning Educational Research*, vol. 1, no. 1, pp. 5–18, Apr. 2021, doi: 10.25082/AMLER.2021.01.002.
- [9] M. F. Torrejón Marín and N. Ventura-Campos, “Enseñanza-aprendizaje músico-matemático utilizando robótica educativa,” *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, vol. 8, no. 3, p. 12, Sep. 2019, doi: 10.17993/3CTIC.2019.83.12-37.
- [10] J. F. Cadavieco, M. A. P. Sevillano, and M. L. Sevillano, “CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS NIÑOS BASADO EN DISPOSITIVOS MÓVILES Y ESTRATEGIAS AUDIOVISUALES,” *Educ Soc*, vol. 41, 2020, doi: 10.1590/es.216616.
- [11] L. Briceño-Pira, D. P. Gómez Muñoz, and R. Flórez Romero, “USOS DE LAS TIC’S EN PREESCOLAR: HACIA LA INTEGRACIÓN CURRICULAR - Uses of ICT in preschool: towards curricular integration,” *Panorama*, vol. 13, no. 24, pp. 20–32, Jan. 2019, doi: 10.15765/pnrm.v13i24.1203.

- [12] C. Real Torres, “Materiales Didácticos Digitales: un recurso innovador en la docencia del siglo XXI,” *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, vol. 8, no. 2, pp. 12–27, Jun. 2019, doi: 10.17993/3ctic.2019.82.12-27.
- [13] G. Esnaola Horacek, “Competencias digitales lúdicas y enseñanza,” *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*, Nov. 2019, doi: 10.30827/Digibug.57800.
- [14] UNIVERSIDAD EIA, “Aprendizaje basado en escenarios prácticos ABEP: situaciones simuladas que acercan el aprendizaje al mundo real,” 2020, *Universidad EIA*. Accessed: Jul. 03, 2024. [Online]. Available: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/6230>
- [15] Panorama, “Retroalimentación formativa: orientaciones para la formación docente y el trabajo en el aula.” Accessed: Jul. 03, 2024. [Online]. Available: <https://panorama.oei.org.ar/retroalimentacion-formativa/>
- [16] J. Marti, M. Heydrich, M. Rojas, and A. Hernández, “Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente,” *Revista Universidad EAFIT*, vol. 46, no. 158, pp. 11–21, Jun. 2010, Accessed: Jul. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/215/21520993002.pdf>
- [17] L. A. Lasso Cardona, “Aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática de literatura,” *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, vol. 12, no. 1, pp. 1–34, Jul. 2023, doi: 10.24197/edmain.1.2023.1-34.
- [18] S. Y. Cabrera Larreategui, E. M. Rojas Yalta, D. Montenegro Torres, and O. López Regalado, “El aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes: revisión sistemática,” *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, no. 77, pp. 152–168, Sep. 2021, doi: 10.21556/edutec.2021.77.1967.

- [19] “Aula Invertida | Salón de clases | Maestros.” Accessed: Jul. 14, 2024. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/515136804/Aula-Invertida>
- [20] G. M. Tiván Soria and J. Bermello Vidal, “El juego didáctico en el aprendizaje de la seriación en el ámbito lógico matemático en niños de 4 a 5 años,” *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 5, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.56712/latam.v5i2.2010.
- [21] “Instruccion multisensorial mejorar el aprendizaje con el metodo directo - FasterCapital.” Accessed: Jul. 14, 2024. [Online]. Available: <https://fastercapital.com/es/contenido/Instruccion-multisensorial--mejorar-el-aprendizaje-con-el-metodo-directo.html>
- [22] tekman, “EMAT demuestra resultados. Las matemáticas que funcionan según la prueba internacional TIMSS,” 2022. Accessed: Jul. 13, 2024. [Online]. Available: [https://info.tekmaneducation.com/hubfs/2.%20MARKETING/TIMSS/EMAT-Resultados-ES%20\(1\).pdf](https://info.tekmaneducation.com/hubfs/2.%20MARKETING/TIMSS/EMAT-Resultados-ES%20(1).pdf)
- [23] tekman, “Ciclicidad: qué es y por qué mejora el aprendizaje de las matemáticas.” Accessed: Jul. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.tekmaneducation.com/ciclicidad-emat/>
- [24] M. F. Rodríguez Solís and S. A. Acurio Maldonado, “Modelo TPACK y metodología activa, aplicaciones en el área de matemática. Un enfoque teórico,” *Revista Científica UISRAEL*, vol. 8, no. 2, pp. 49–64, May 2021, doi: 10.35290/rcui.v8n2.2021.394.
- [25] “¿QUÉ ES TPACK? | DOCENTES 2.0 - Docentes 2.0.” Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://blog.docentes20.com/2020/05/que-es-tpack-docentes-2-0/>

- [26] J. F. Farfán-Pimentel, J. L. Valdez-Asto, F. Serveleon-Quincho, A. Y. Asto-Huamani, C. L. Carreal-Sosa, and D. E. Farfán-Pimentel, "Quizizz en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria: Una revisión teórica," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 2, pp. 2987–3005, Apr. 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i2.5541.
- [27] C. Gómez Martínez, "Aplicaciones educativas matemáticas infantiles en castellano para tabletas y móviles: revisión de la oferta existente y desarrollo de indicadores y su organización en listas de control para su evaluación," Trabajo de fin de grado, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2014.
- [28] R. Oscco Solórzano, N. Salome Villarreal, W. Vilca Llungo, S. del R. Olivares Zegarra, and M. L. Quispe Pérez, "Los Materiales Didácticos y el aprendizaje de la matemática," *Revista EDUCA UMCH*, no. 14, p. 16, Nov. 2019, doi: 10.35756/educaumch.v0i14.104.
- [29] S. Chasipanta, D. Jazmin, O. Vergara, M. Stayner Métodos, and Y. T. De Investigación, "CEVALLOS VEINTIMILLA ALICIA FABIOLA POLO LUNA ERNESTO FABRICIO".
- [30] F. Martínez-Olmo and F. González-Catalán, "Apuntes de Investigación Descriptiva y Explicativa Tabla de contenidos," 2023, Accessed: Jun. 17, 2024. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/2445/204620>
- [31] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, 6th ed. 2014. Accessed: Jun. 24, 2024. [Online]. Available: https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- [32] G. Baena Paz, *Metodología de la investigación*, 3rd ed. 2018, 2017.

- [33] “Ábacos – Dirección de Comunicación de la Ciencia.” Accessed: Apr. 18, 2025. [Online]. Available: <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/abacos/>
- [34] Ultimaker, “Ficha de datos técnicos PLA,” 2017, Accessed: Jul. 06, 2025. [Online]. Available: <https://docs.rs-online.com/7ade/0900766b81698006.pdf>
- [35] “NX8048T050 – Nextion.” Accessed: Apr. 18, 2025. [Online]. Available: <https://nextion.tech/datasheets/nx8048t050/>
- [36] Same Sky, “SPEAKER DATASHEET.” Accessed: Jul. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.mouser.ec/datasheet/2/1628/gf0573-3510040.pdf>
- [37] Texas Instruments, “Hoja de datos, información del producto y soporte del LM2596 | TI.com.” Accessed: Jul. 18, 2025. [Online]. Available: <https://www.ti.com/product/LM2596>
- [38] “BMS 3S 40A | Saravana Electronics.” Accessed: Jul. 18, 2025. [Online]. Available: <https://www.alselectro.in/product-page/bms-3s-40a>
- [39] “MP3-PLAYER-MODULE MINI REPRODUTOR MP3 DFPLAYER PARA ARDUINO”, Accessed: Jul. 07, 2025. [Online]. Available: <http://www.agelectronica.com>
- [40] “Arduino® Mega 2560 Rev3”.
- [41] “Keypad,” 2012, Accessed: Jul. 07, 2025. [Online]. Available: www.newark.com

ANEXOS

ANEXO A: PERMISOS DE LA INSTITUCIÓN



Anexo 1: Código QR permisos de la UE

ANEXO B : ENTREVISTAS



Anexo 2: Código QR entrevistas

ANEXO C: PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO



Anexo 3: Código QR programación

ANEXO D: EVALUACIONES



Anexo 4: Código QR Evaluación Diagnóstica I



Anexo 5: Código QR Evaluación Final

ANEXO E: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



Anexo 6: Videos de funcionamiento



Anexo 7: Explicación del dispositivo a los estudiantes



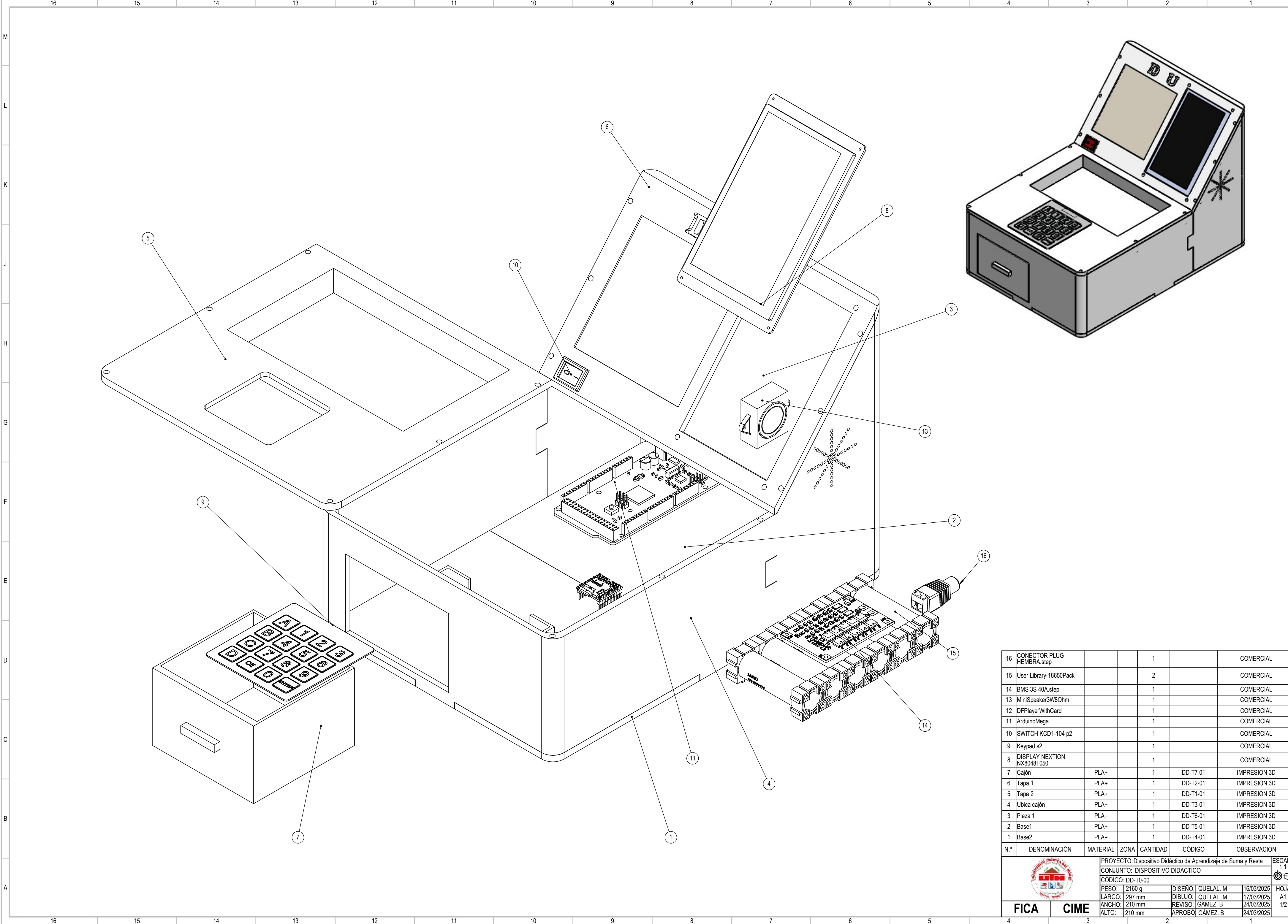
Anexo 8: Prueba de funcionamiento (Números aleatorios)

ANEXO F: MANUAL DE USUARIO

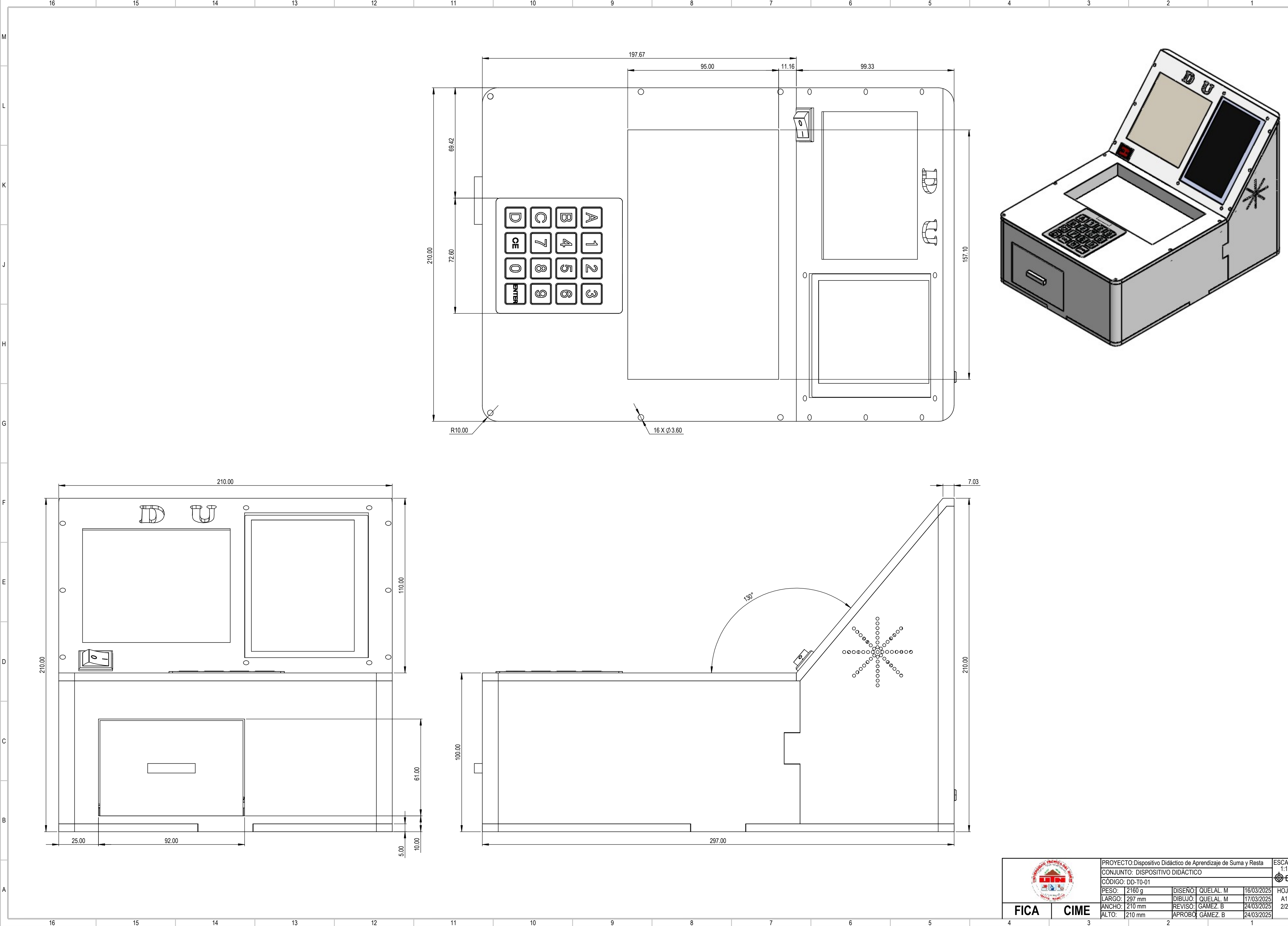


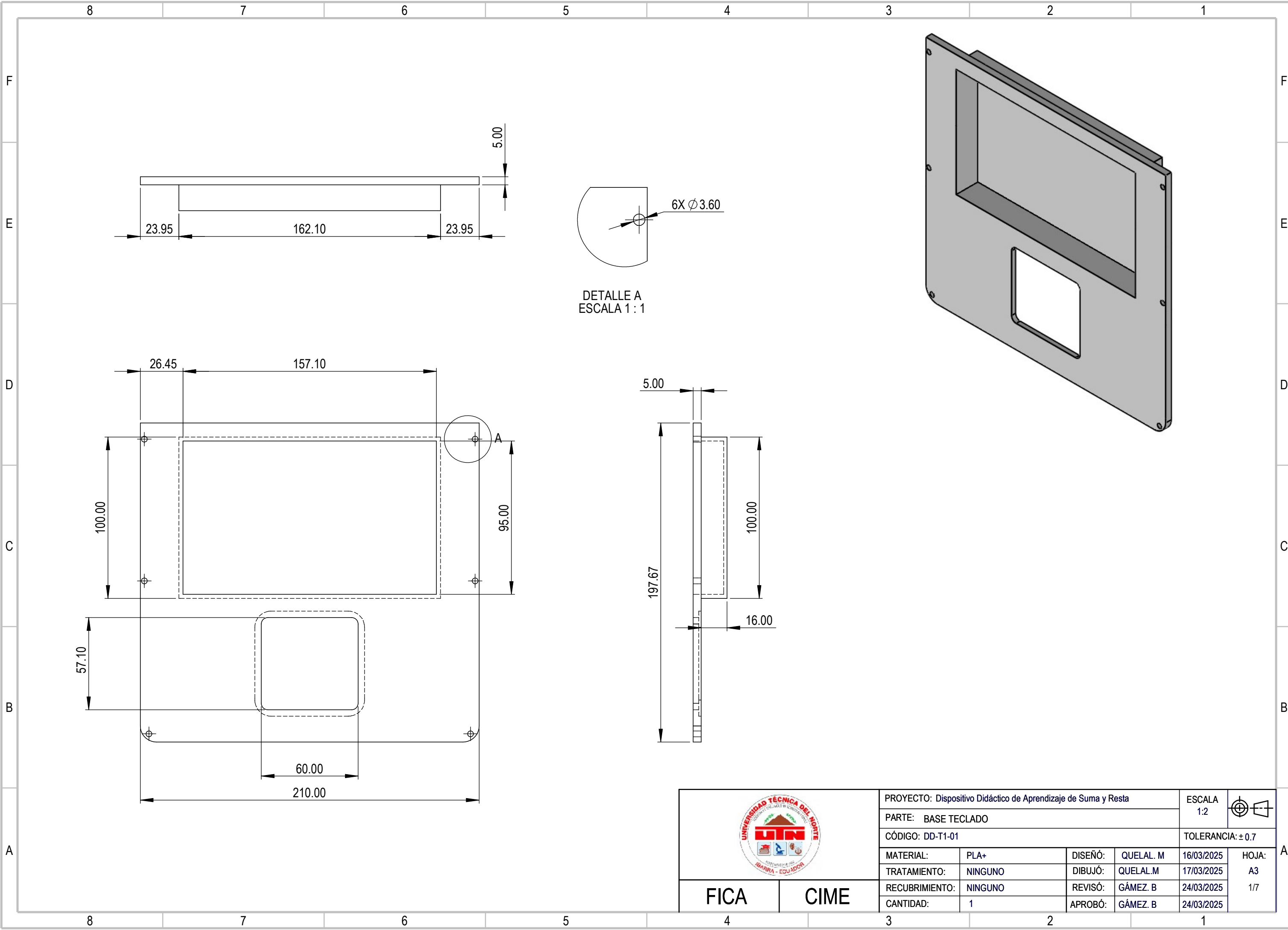
Anexo 9: Código QR Manual de Usuario

ANEXO G: PLANOS

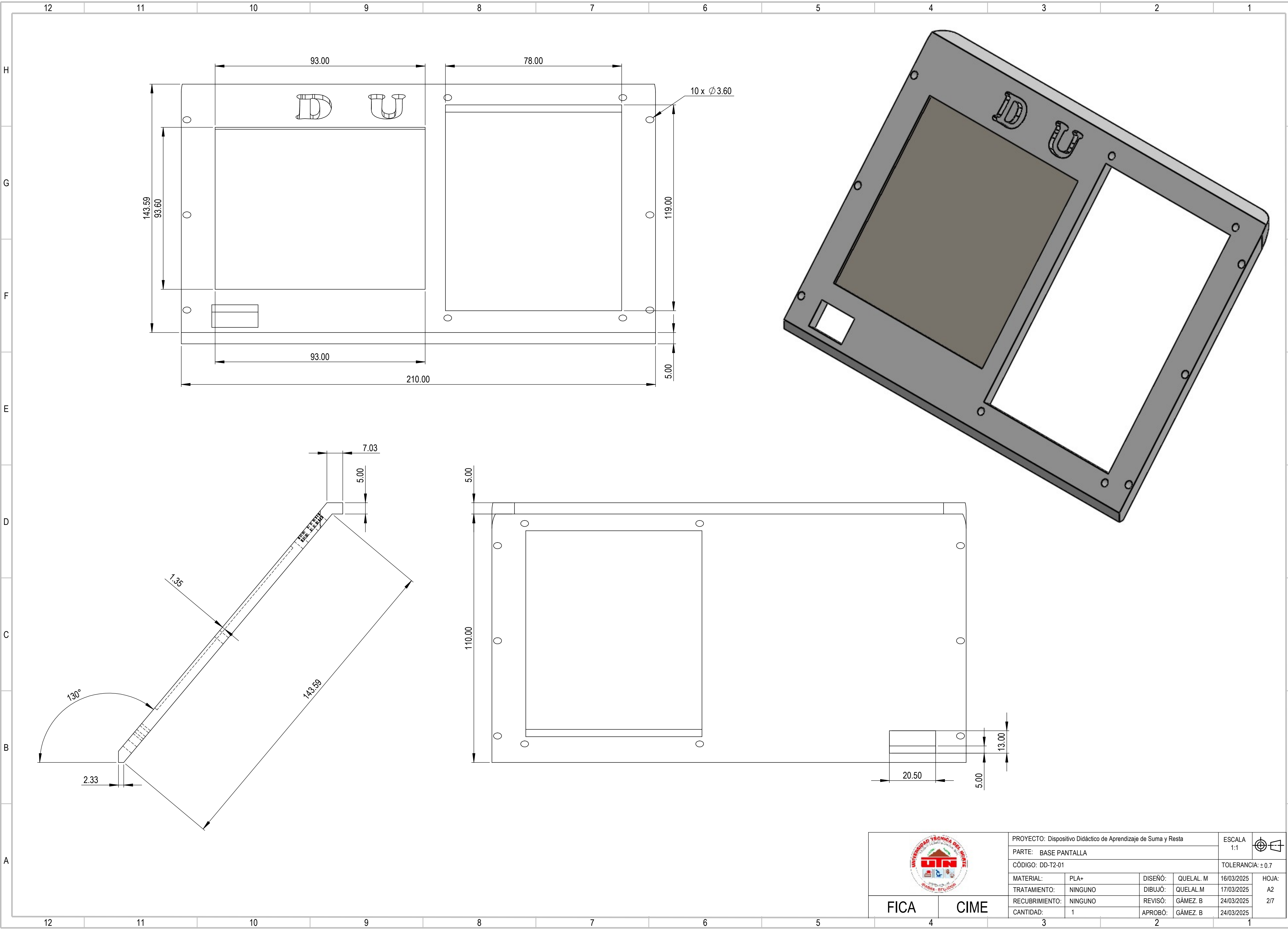


16	CONECTOR PLUG HEMBRA.step			1		COMERCIAL
15	User Library-18650Pack			2		COMERCIAL
14	BMS 3S 40A.step			1		COMERCIAL
13	MiniSpeaker3W8Ohm			1		COMERCIAL
12	DFPlayerWithCard			1		COMERCIAL
11	ArduinoMega			1		COMERCIAL
10	SWITCH KCD1-104 p2			1		COMERCIAL
9	Keypad s2			1		COMERCIAL
8	DISPLAY NEXTION NX8048T050			1		COMERCIAL
7	Cajón	PLA+		1	DD-T7-01	IMPRESION 3D
6	Tapa 1	PLA+		1	DD-T2-01	IMPRESION 3D
5	Tapa 2	PLA+		1	DD-T1-01	IMPRESION 3D
4	Ubica cajón	PLA+		1	DD-T3-01	IMPRESION 3D
3	Pieza 1	PLA+		1	DD-T6-01	IMPRESION 3D
2	Base1	PLA+		1	DD-T5-01	IMPRESION 3D
1	Base2	PLA+		1	DD-T4-01	IMPRESION 3D
N.º	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CÓDIGO	OBSERVACIÓN
		PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:1
		CONJUNTO: DISPOSITIVO DIDÁCTICO				HOJA A1
		CÓDIGO: DD-T0-00				1/2
		PESO: 2160 g	DISEÑO: QUELAL, M	16/03/2025		
		LARGO: 297 mm	DIBUJO: QUELAL, M	17/03/2025		
		ANCHO: 210 mm	REVISÓ: GAMEZ, B	24/03/2025		
		ALTO: 210 mm	APROBO: GAMEZ, B	24/03/2025		

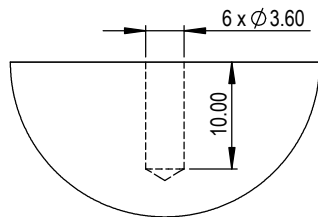
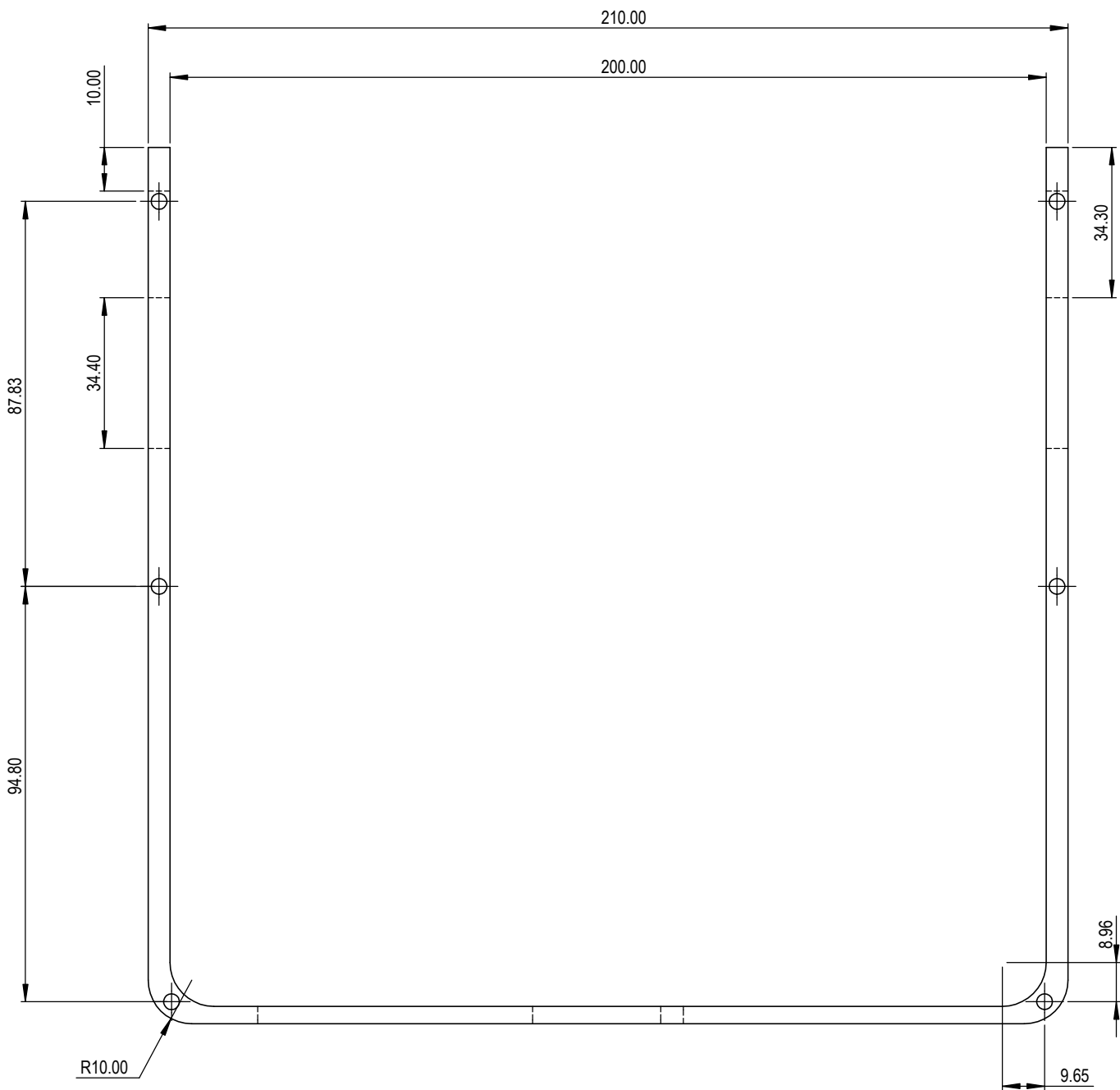




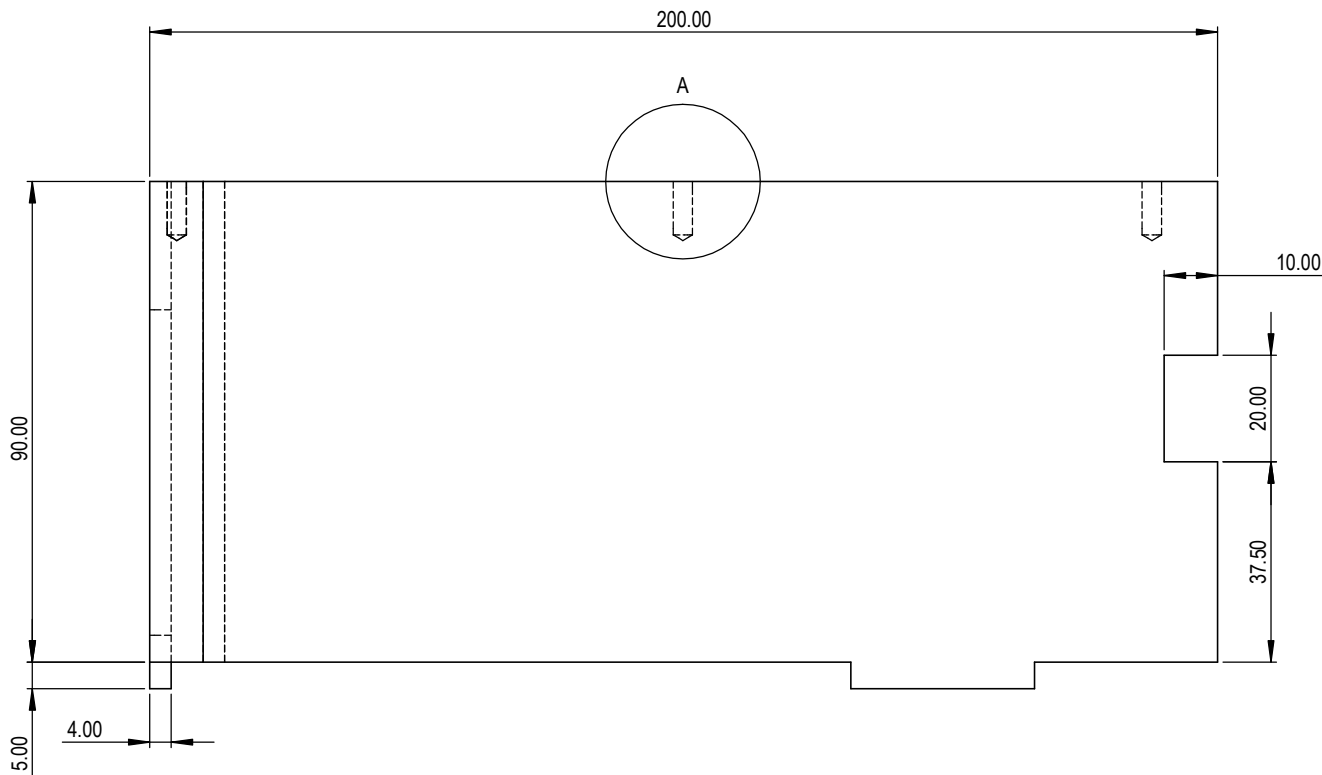
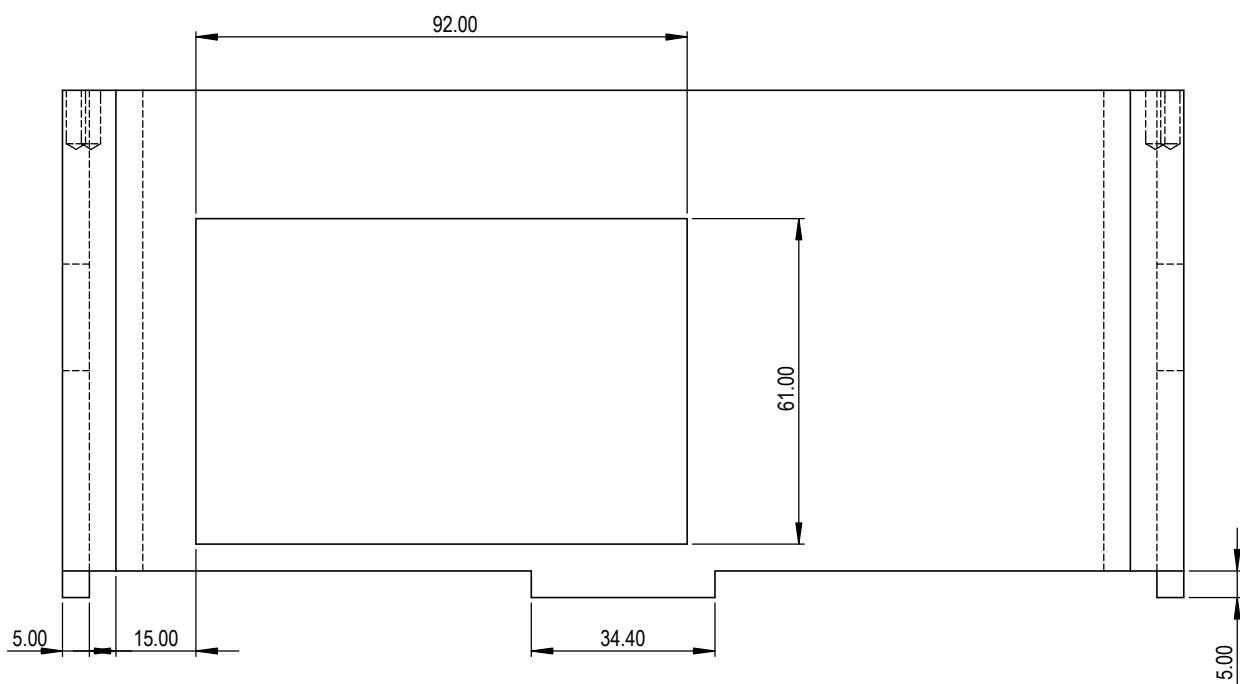
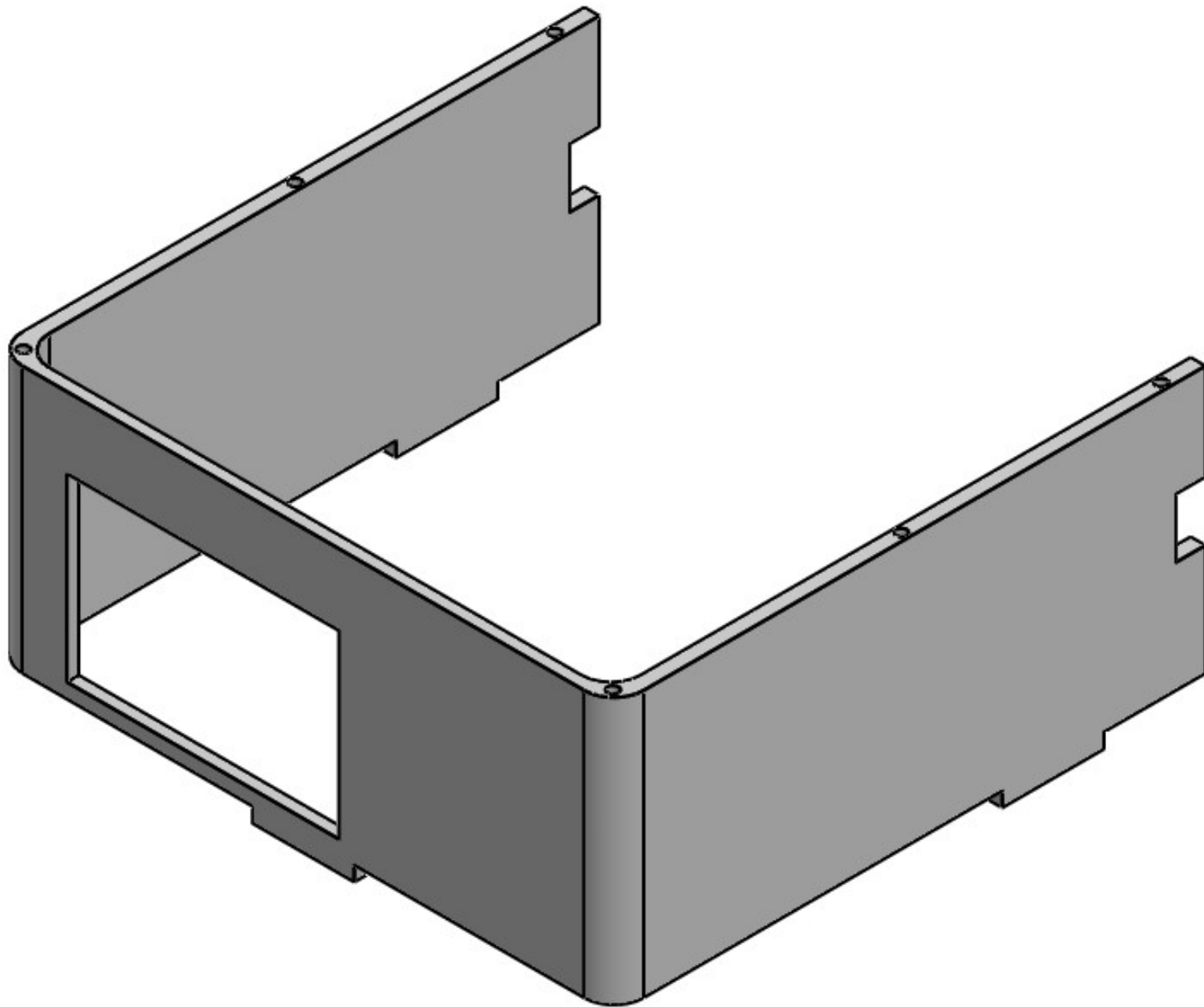
	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:2	
	PARTE: BASE TECLADO					
	CÓDIGO: DD-T1-01				TOLERANCIA: ± 0.7	
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑO:	QUELAL. M	16/03/2025	HOJA: A3 1/7
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	QUELAL.M	17/03/2025	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025		
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025		



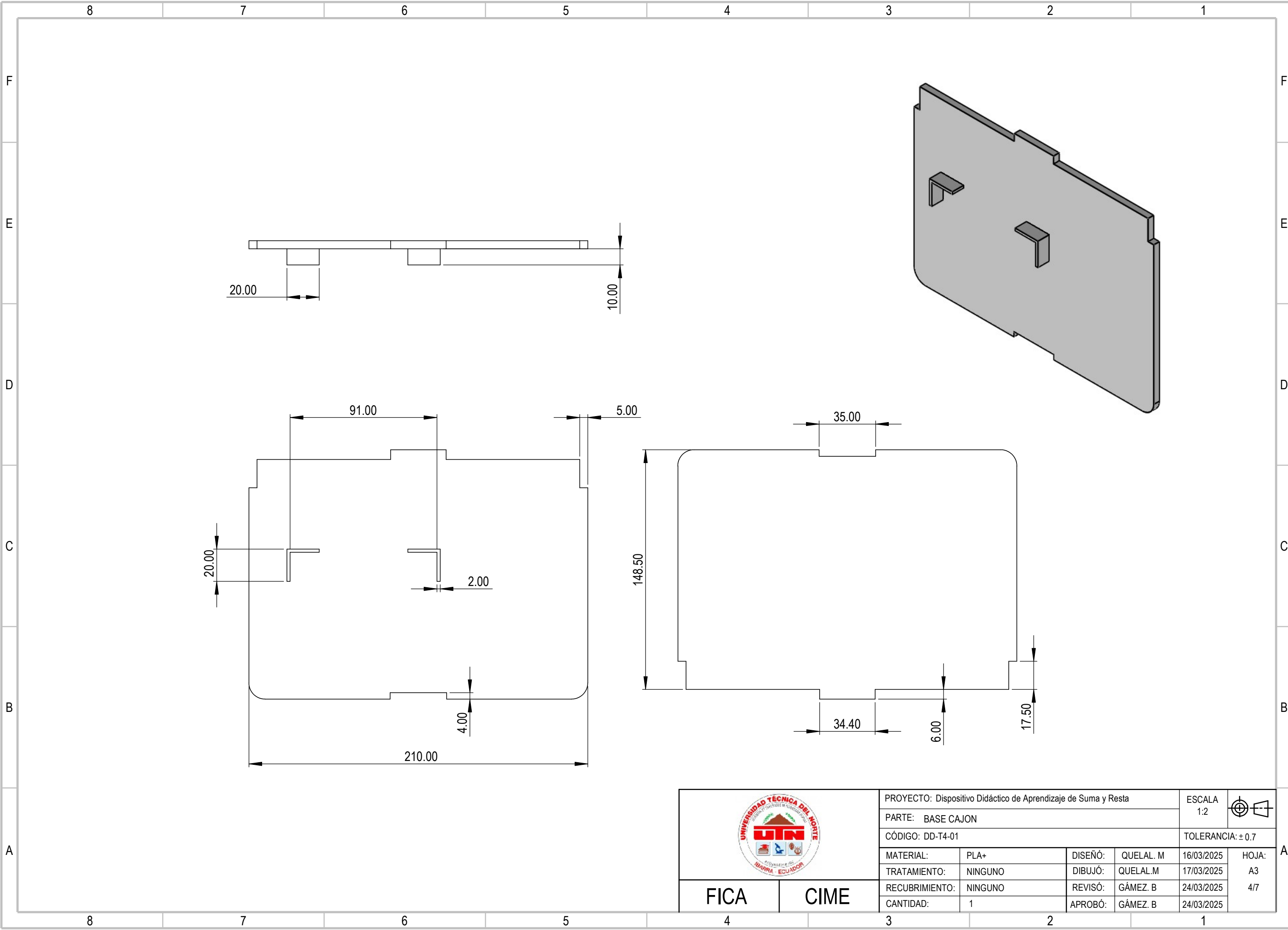
	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:1		
	PARTE: BASE PANTALLA						
	CÓDIGO: DD-T2-01						
	TOLERANCIA: ± 0.7						
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑO:	QUELAL. M	16/03/2025		
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	QUELAL. M	17/03/2025	HOJA: A2		
FICA	CIME	RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025	2/7
		CANTIDAD:	1	APROBÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025	



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

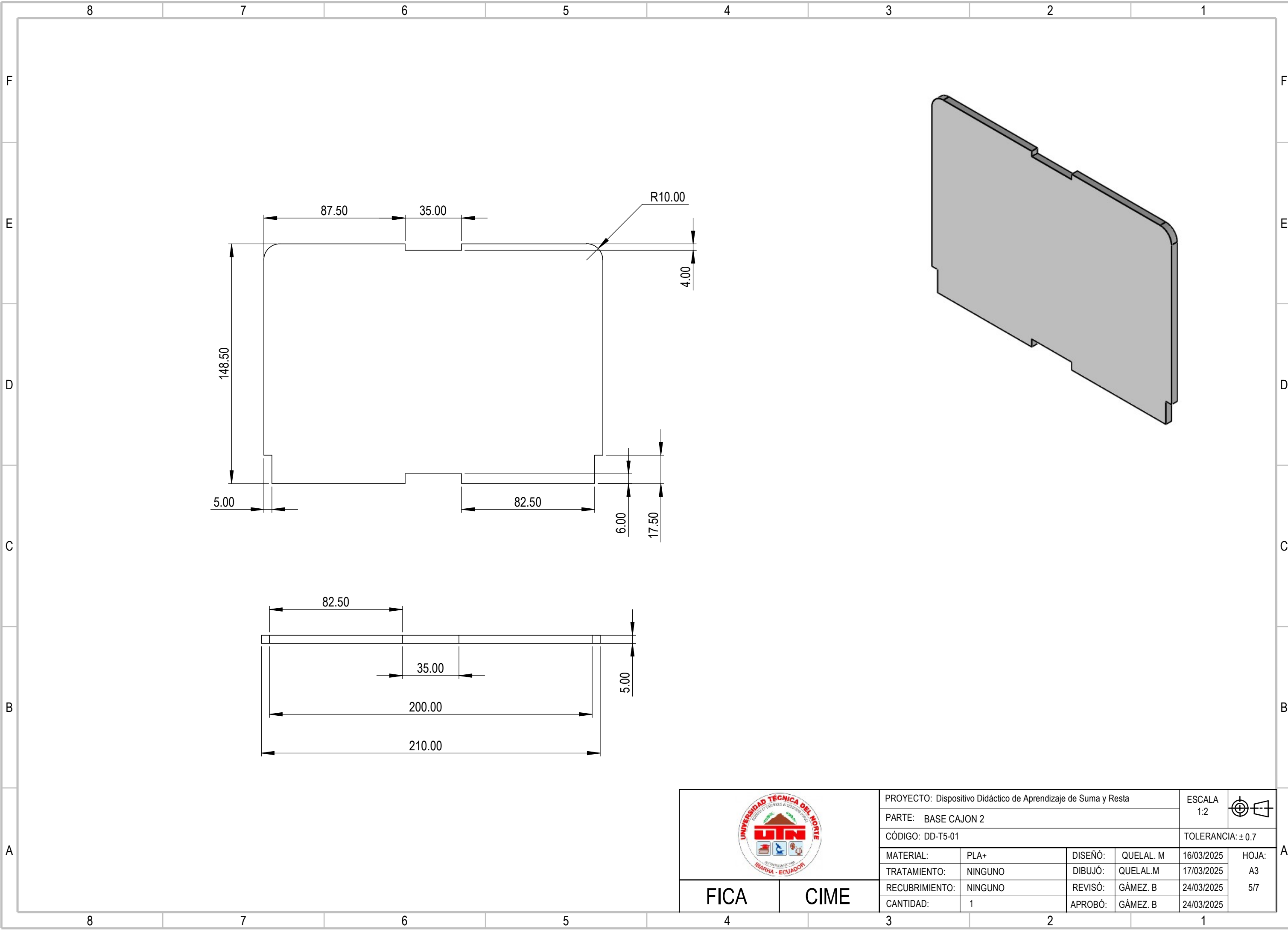


	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:1	
	PARTE: LATERAL CAJON					
	CÓDIGO: DD-T3-01				TOLERANCIA: ± 0.7	
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑO:	QUELAL M	16/03/2025	
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	QUELAL M	17/03/2025	
RECUBRIMIENTO:		NINGUNO	REVISÓ:	GÁMEZ B	24/03/2025	HOJA: A1 3/7
CANTIDAD:		1	APROBÓ:	GÁMEZ B	24/03/2025	
FICA		CIME				

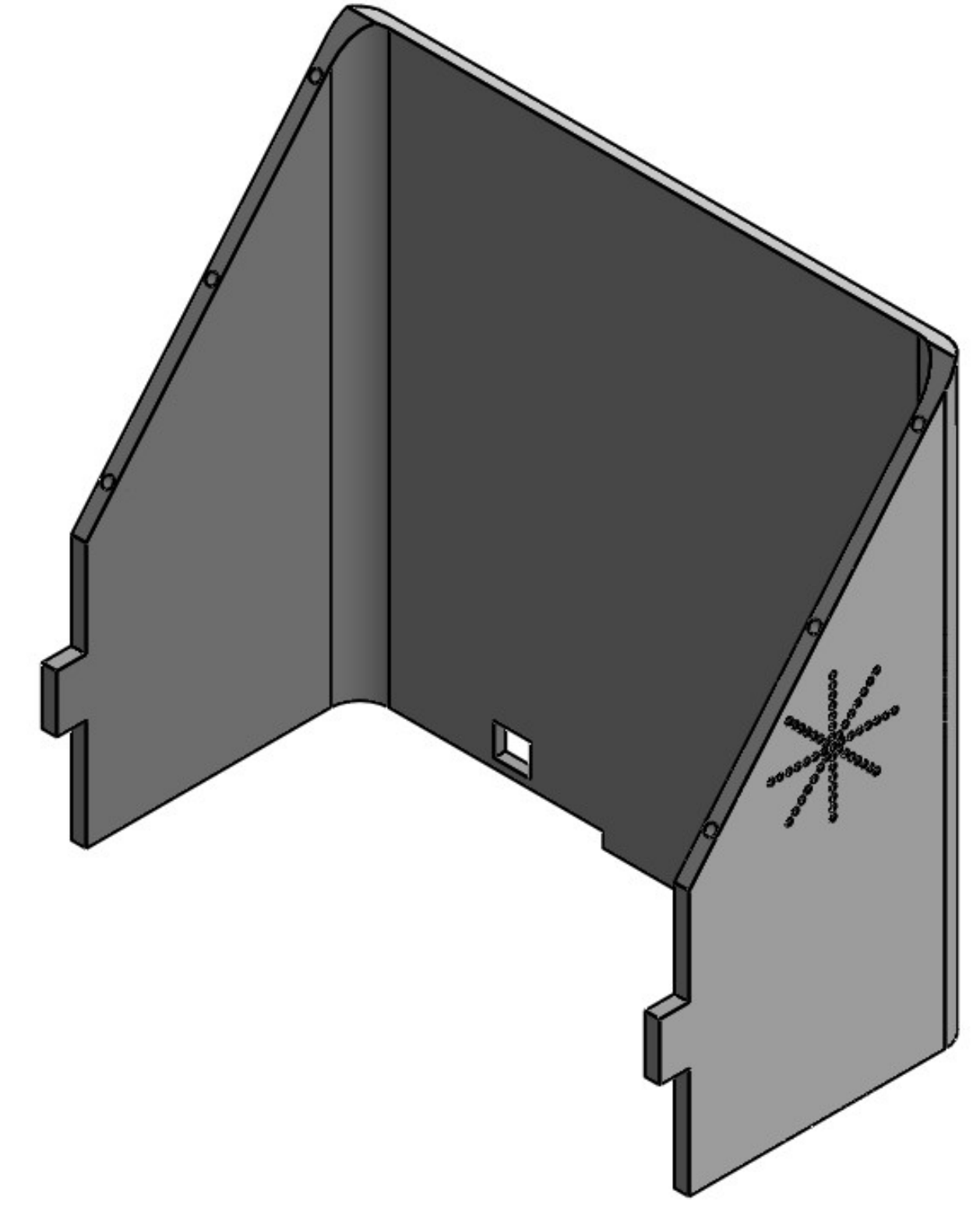
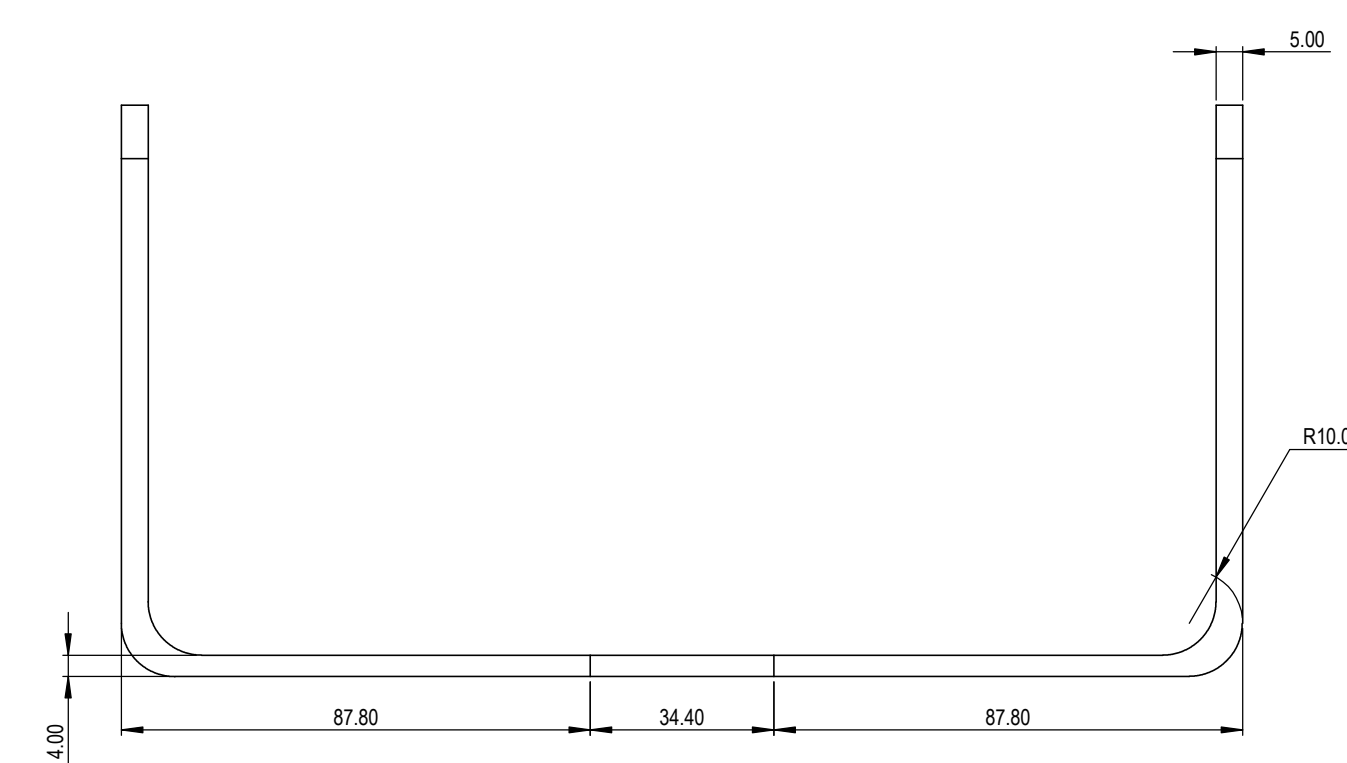
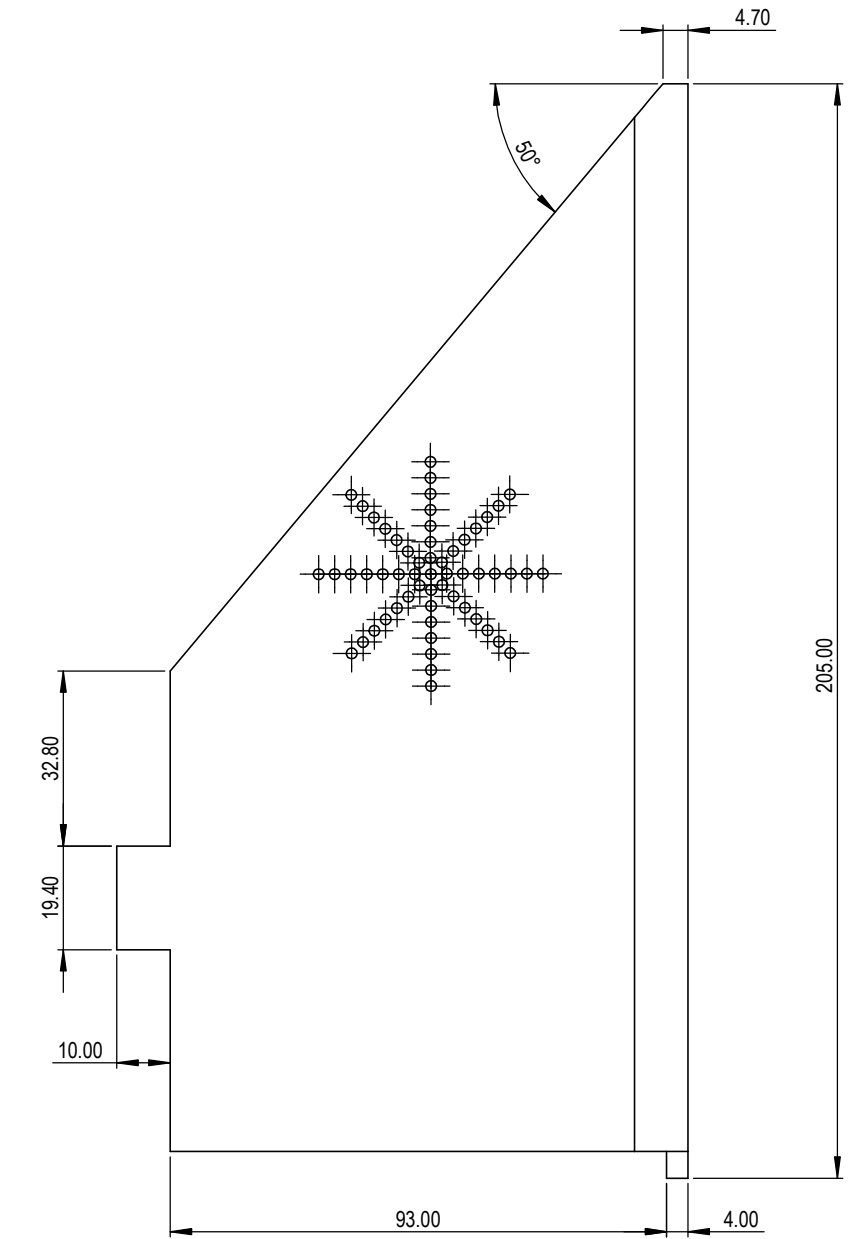
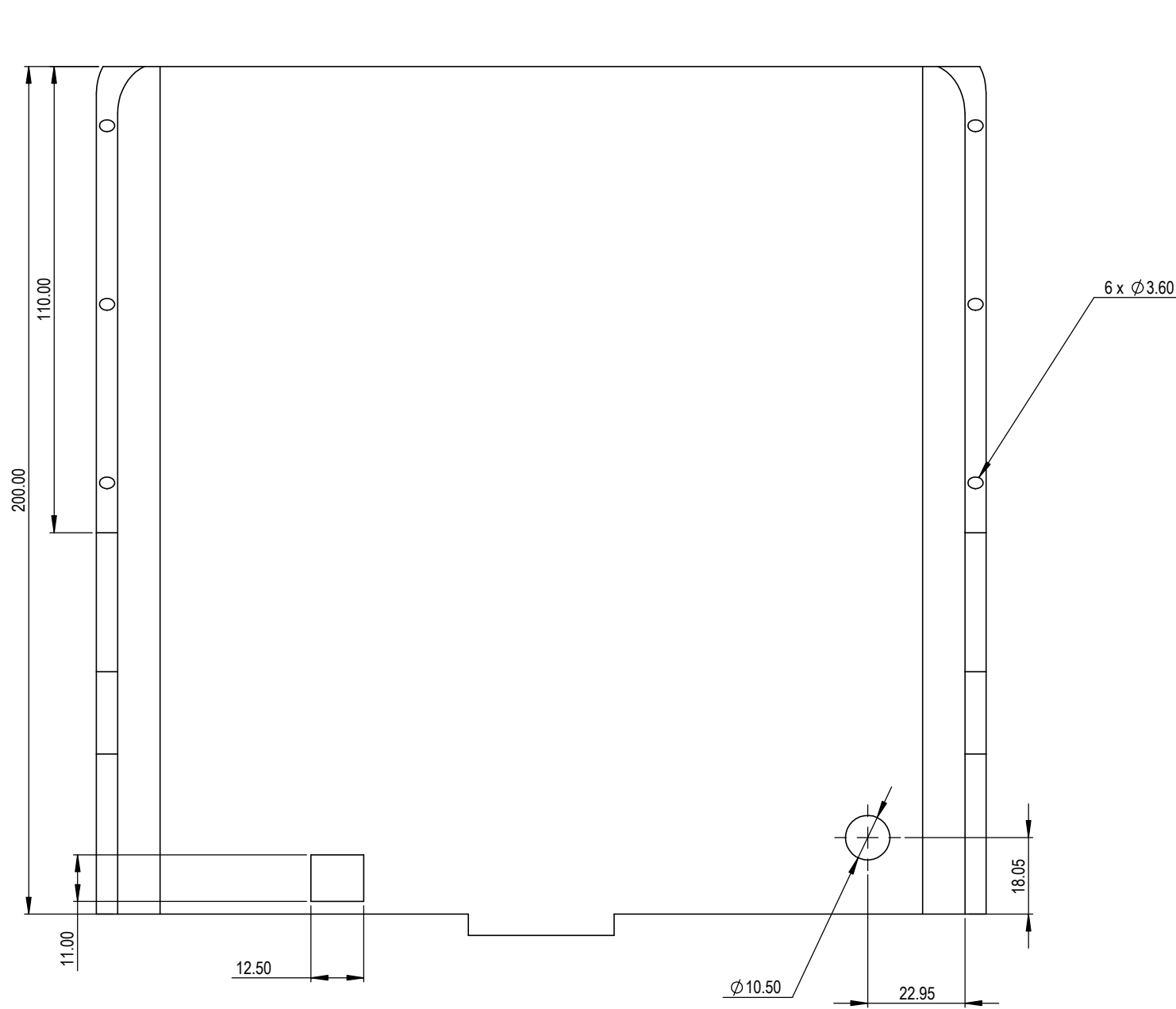


	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:2		
	PARTE: BASE CAJON						
	CÓDIGO: DD-T4-01				TOLERANCIA: ± 0.7		
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑO:	QUELAL. M	16/03/2025	HOJA: A3 4/7	
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	QUELAL.M	17/03/2025		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025			
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025			

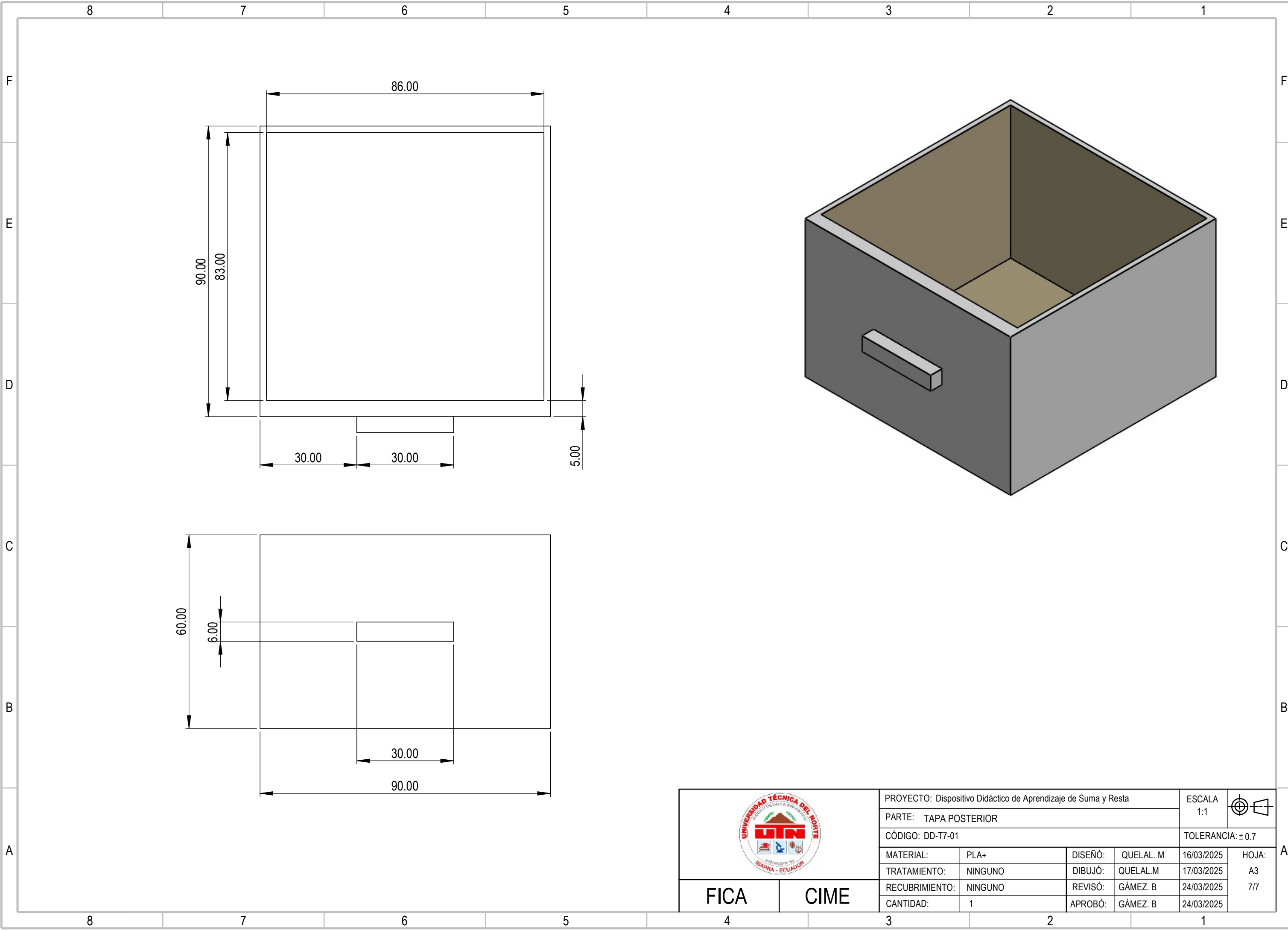
FICA	CIME
------	------



	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:2		
	PARTE: BASE CAJON 2						
	CÓDIGO: DD-T5-01				TOLERANCIA: ± 0.7		
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑÓ:	QUELAL. M	16/03/2025	HOJA: A3 5/7	
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	QUELAL.M	17/03/2025		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025			
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025			
FICA	CIME						



	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA	
	PARTE: TAPA POSTERIOR				1:1	
	CÓDIGO: DD-T6-01				TOLERANCIA: ± 0.7	
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑO:	QUELAL M	16/03/2025	
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	QUELAL M	17/03/2025	
RECUBRIMIENTO:		NINGUNO	REVISÓ:	GAMEZ B	24/03/2025	HOJA: A1 6/7
CANTIDAD:		1	APROBÓ:	GAMEZ B	24/03/2025	
FICA		CIME				



	PROYECTO: Dispositivo Didáctico de Aprendizaje de Suma y Resta				ESCALA 1:1	
	PARTE: TAPA POSTERIOR					
	CÓDIGO: DD-T7-01				TOLERANCIA: ± 0.7	
	MATERIAL:	PLA+	DISEÑO:	QUELAL. M	16/03/2025	HOJA: A3 7/7
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	QUELAL.M	17/03/2025	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025		
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	GÁMEZ. B	24/03/2025		

FICA	CIME
------	------

FICA

CIME