



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**Evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación
inclusiva y las características de un panel electrónico diseñado para la
enseñanza de matemática básica a niños con discapacidad visual**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Lima Gualán, Milton José

DIRECTOR: Jaramillo Pacheco, Jorge Luis, Mgtr.

LOJA – ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Jorge Luis Jaramillo Pacheco.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación inclusiva y las características de un panel electrónico diseñado para la enseñanza de matemática básica a niños con discapacidad visual** realizado por **Lima Gualán Milton José**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, marzo de 2016

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo **Lima Gualán Milton José** declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación inclusiva y las características de un panel electrónico diseñado para la enseñanza de matemática básica a niños con discapacidad visual, de la Titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, siendo el Ing. Jorge Luis Jaramillo Pacheco director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor Lima Gualán Milton José

Cédula **1104120892**

DEDICATORIA

Tu amor y cariño son causantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de luchar, de no rendirme y tomar siempre la mejor decisión. Mamá, me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas por las que he de atravesar en esta vida. Te agradezco por ser mi ejemplo de voluntad y perseverancia. María Soledad, fuiste mi más grande motivación para concluir con éxito este trabajo de titulación.

Raimundo Milton, papá, no podría sentirme más contento por la confianza que depositas en mí. Eres el ejemplo que necesito para saber que con disciplina siempre se alcanzan los objetivos. Este nuevo logro es en gran parte gracias a ti, por sentar en mí bases de responsabilidad y deseo de superación.

Y, de manera especial, a mi querida hermana Lizette. Tu gran corazón y virtudes infinitas me llevan a admirarte cada día más.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jorge Luis Jaramillo. Su guía y apoyo fueron fundamentales en el desarrollo del presente trabajo.

A todos los docentes quienes aportaron con sus conocimientos, experiencia y consejo en mi formación profesional.

Y a mis amigos, por todas las anécdotas compartidas dentro y fuera de las aulas. A todos mil bendiciones y éxitos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: SOBRE LA OPTIMIZACIÓN DEL PANEL ORIGINAL.....	4
1.1. Sobre la necesidad de optimizar el diseño original.....	5
1.2. Requerimientos generales para el diseño del nuevo panel.....	11
1.3. Diseño a detalle de las fichas a utilizar en el panel.....	15
1.4. Ingeniería de detalle del panel.....	16
CAPÍTULO II: SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CORRESPONDENCIA ENTRE LOS REQUERIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN INCLUSIVA Y LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL DISEÑADO.....	17
2.1. Sobre la educación inclusiva.....	18
2.1.1. Derechos que sustentan la educación inclusiva.....	18
2.1.2. Construcción de educación inclusiva.....	18
2.2. Sobre la escolaridad de los niños con discapacidad visual.....	20
2.2.1. Sobre la escolaridad de los niños ciegos.....	20
2.2.2. Sobre la escolaridad de los niños de baja visión.....	21
2.3. Sobre la enseñanza de matemática a los niños con discapacidad visual.....	22
2.4. Sobre el uso de juegos en la escolaridad de niños con discapacidad visual.....	23
2.5. Sobre la evaluación de la correspondencia.....	23
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Versión original del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	5
Figura 1.2	Primera opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	6
Figura 1.3	Segunda opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	6
Figura 1.4	Tercera opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	7
Figura 1.5	Cuarta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	8
Figura 1.6	Quinta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	9
Figura 1.7	Sexta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.....	10
Figura 1.8	Tablero del panel electrónico optimizado.....	11
Figura 1.9	Vista superior y lateral izquierda del tablero.....	12
Figura 1.10	Vista general de una ficha del tablero.....	13
Figura 1.11	Vista lateral derecha de una pieza LEGO 4x2.....	13
Figura 1.12	Vista inferior de una pieza LEGO 4x2.....	13
Figura 1.13	Vista lateral izquierda de una pieza LEGO 4x2.....	14
Figura 1.14	Vista general del tablero y las fichas.....	15
Figura 1.15	Vista de planta de ficha seleccionada.....	16

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al optimizar un panel electrónico diseñado para la enseñanza de matemática básica a niños con discapacidad visual, e intentar responder, en una primera aproximación, a la interrogante de si existe o no correspondencia entre las características técnicas del panel y los requerimientos de la educación inclusiva. La respuesta se construye desde la perspectiva de las políticas de educación especial y de los modelos pedagógicos afines.

PALABRAS CLAVES: discapacidad visual, enseñanza de matemática para niños con discapacidad visual, entornos interactivos de aprendizaje, LEGO.

ABSTRACT

This paper presents the results obtained after optimization of an electronic panel designed to teach basic math to children with visual impairment, and try to answer, in a first approximation, the question whether or not there is correspondence between the panel's technical characteristics and the requirements of inclusive education. The answer is built from the perspective of special education policies as well as the related pedagogical models.

KEYWORDS: visual disability, teaching math to children with visual disability, interactive learning environments, LEGO.

INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2013, personal de la Sección de Electrónica y Telecomunicaciones del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, y de la Sección de Diseño, Proyectos Arquitectónicos y Urbanismo del Departamento de Arquitectura y Artes, de la Universidad Técnica Particular de Loja, decidieron colaborar en el diseño e implementación de un panel electrónico para la enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales. Como resultado, se desarrolló el panel electrónico que se muestra en la Figura 1, y que se describe en [1].

La evaluación de desempeño del panel desarrollado mostró que se cumplía con las especificaciones funcionales, pero se presentaban problemas operativos, especialmente en relación a la manipulación de las fichas. En este contexto, en marzo de 2014 se acordó optimizar el panel, obteniendo los resultados descritos en trabajos previos [2], [3].

Establecida la conceptualización y el diseño de fichas tipo LEGO del panel, se decidió proseguir con el diseño e implementación de un prototipo del panel electrónico. Para este fin, en septiembre de 2014 se conformaron cuatro grupos de trabajo, encargándoles el diseño e implementación del panel, el diseño e implementación del bloque de identificación electrónica de fichas, el diseño e implementación del algoritmo de control del panel, y, el análisis de resultados. En este último apartado se incluyó la evaluación de la usabilidad del panel, y la evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación inclusiva y las características técnicas del prototipo.

Este documento está dividido en dos capítulos. En el primer capítulo se presenta el análisis de las diversas opciones tecnológicas para optimizar el panel original, y los resultados conseguidos en la etapa de conceptualización de un nuevo panel, y el tipo de fichas a implementar.

El segundo capítulo recoge los resultados obtenidos al intentar una respuesta a la evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación inclusiva y las características técnicas del prototipo bajo la premisa de que el sonido y la manipulación de fichas podrían ayudar a mejorar y ejercitar la memoria, la percepción háptica, y, las estructuras cognitivas temporales y espaciales de los niños con discapacidad visual.

CAPÍTULO I
SOBRE LA OPTIMIZACIÓN DEL PANEL ORIGINAL

1.1. Sobre la necesidad de optimizar el diseño original

Debido a los problemas presentados en el panel implementado (ver Figura 1.1) se identificaron necesidades de optimización: disminución del volumen y peso de las fichas, integración de identificadores decimales y código Braille, reducción del desgaste de contactos en el circuito impreso, y diversificación en el uso de colores [1].

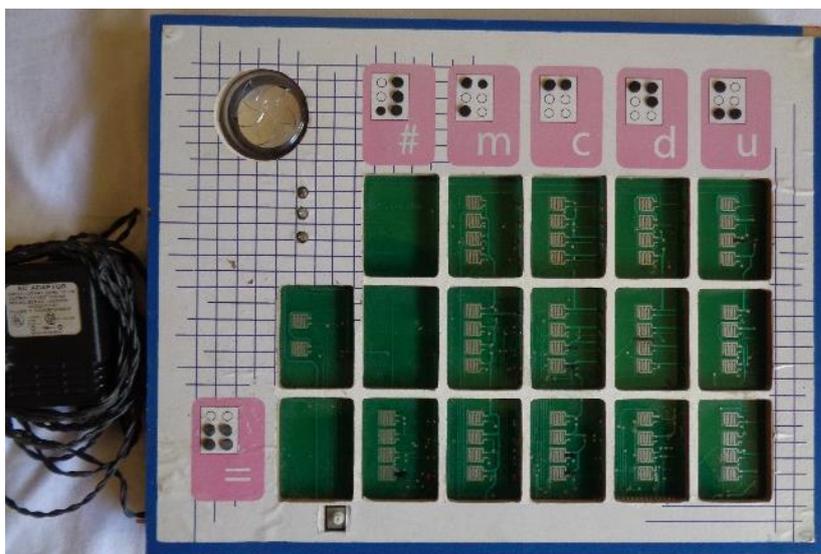


Figura 1.1 Versión original del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Fuente: [1]

Conocidas las necesidades de optimización, se formularon 6 diferentes propuestas tecnológicas. En la primera opción se propuso conservar las características de funcionamiento del panel original e incorporar un switch de encendido y apagado. El usuario ingresa los operandos presionando los pulsadores ubicados en el tablero, tal como se muestra en la Figura 1.2. Luego, selecciona el operador matemático, e indica la respuesta expresada en unidades, decenas y centenas. Al oprimir el operador “igual” y la tecla “comprobar”, se escucha el mensaje “correcto” para una operación válida, o “incorrecto” para una operación errónea. El usuario puede resetear los pulsadores, para ejecutar la operación nuevamente.

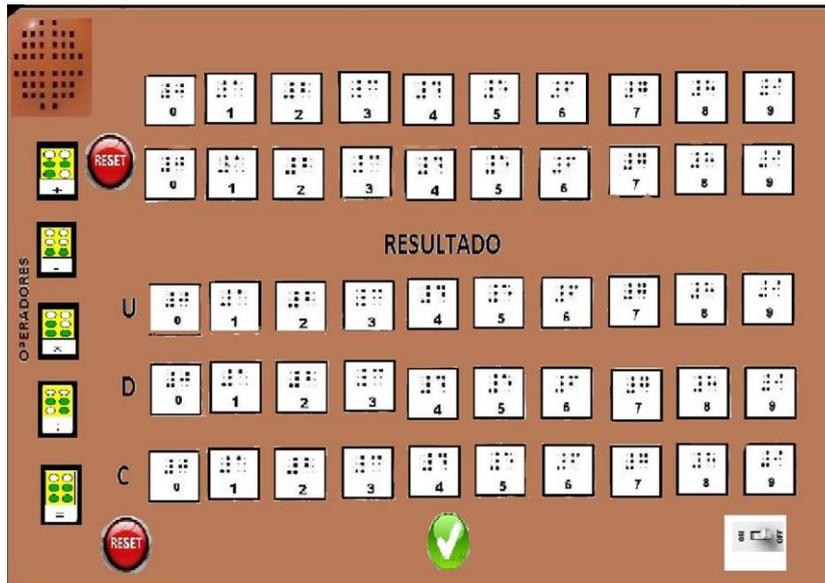


Figura 1.2 Primera opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Elaboración: Autores.

En la segunda opción, se pretende llamar la atención de los niños para facilitar el aprendizaje, por lo que se utiliza un panel electrónico integrado a un oso de peluche. El panel opera de forma similar a lo descrito en el apartado anterior (ver Figura 1.3).



Figura 1.3 Segunda opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Elaboración: Autores.

En la tercera opción se presenta un paradigma diferente al panel original, en el que dos jugadores participan identificándose cada uno de ellos con el color verde o azul respectivamente. Se utiliza un tablero con pulsadores (que contienen números entre uno y veinte), y tres dados (dos para los operandos y uno para las operaciones). El tablero y los dados están identificados con código braille. El jugador lanza los dados. El procedimiento y el resultado se ingresa en el tablero, y, se verifica la correcta ejecución (ver Figura 1.4).



Figura 1.4 Tercera opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Elaboración: Autores.

En la cuarta opción, para iniciar se presiona el botón "inicio", y el panel da a conocer, mediante audio, un número aleatorio. El usuario identifica dos operandos y una operación, que se ingresan al panel presionando los pulsadores del tablero. Si los operandos y la operación ingresada están acertados, se escuchará "correcto", caso contrario se indicará "incorrecto", y se generará un nuevo número aleatorio (ver Figura 1.5).

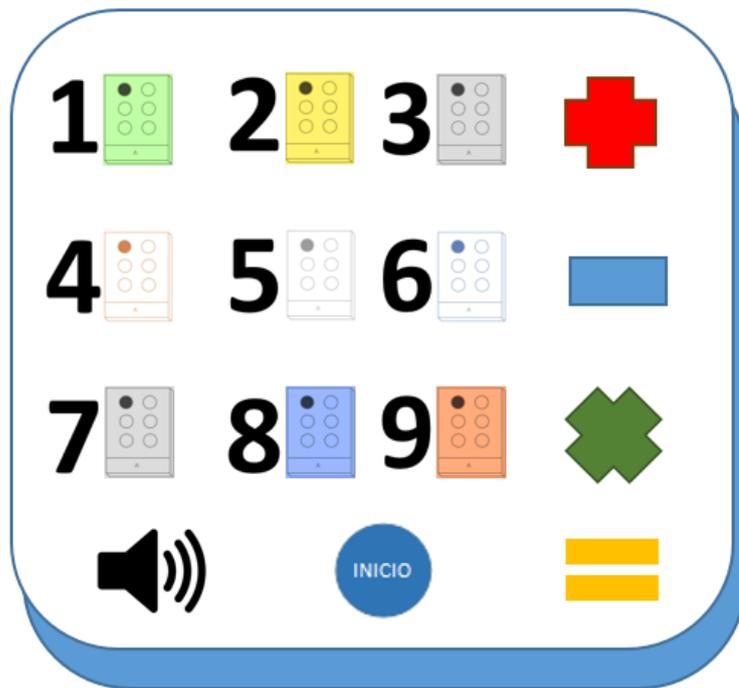


Figura 1.5 Cuarta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Elaboración: Autores.

La quinta opción se basa en el funcionamiento del juego “sudoku”, adaptado con numeración Braille (ver Figura 1.6). Este juego utiliza una tabla de 9x9, compuesta por bloques denominados también subtablas de 3x3. Algunas celdas contienen números dados. El juego tiene por objetivo completar las celdas vacías, de forma tal que cada columna, fila y región contenga números del 1 al 9 una sola vez. El tablero contendrá los botones “empezar” y “evaluar”. La rutina de comprobación terminará con un mensaje de “correcto” o “incorrecto”.

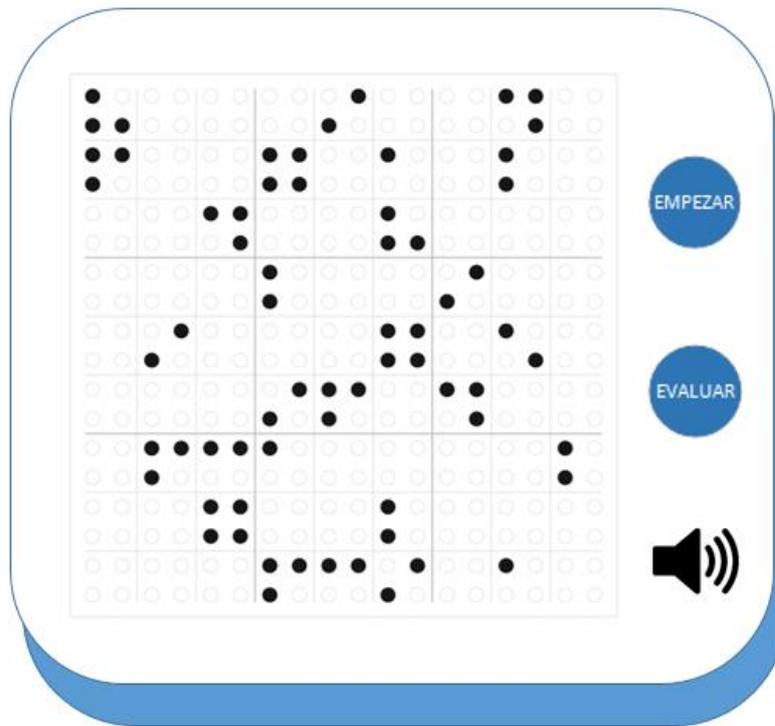


Figura 1.6 Quinta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Elaboración: Autores.

En la sexta opción se adapta fichas tipo LEGO al panel electrónico, con lo que se pretende reducir el desgaste prematuro de los contactos en los circuitos impresos. Se utiliza un tablero y diversas fichas (números y operaciones matemáticas). Las fichas se colocan en el tablero en la lógica: primer operando, segundo operando, operación, solución, y, comprobación (ver Figura 1.7).

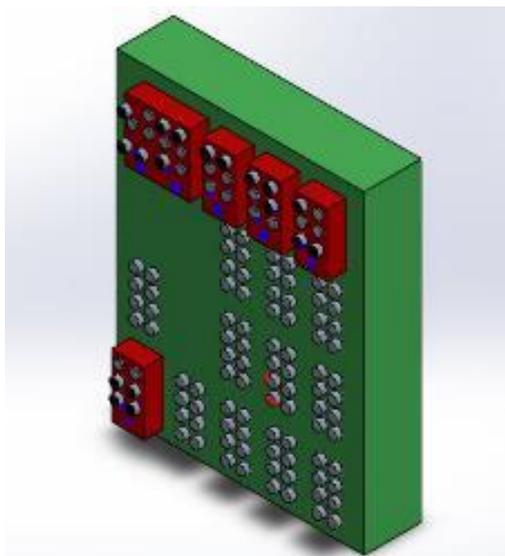


Figura 1.7 Sexta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales.

Elaboración: Autores.

Las opciones señaladas se analizaron identificando potenciales inconvenientes de orden mecánico, y limitaciones en el número de cifras significativas de operandos y resultados. La Tabla 1 muestra las ventajas y desventajas de cada una de las opciones. Como resultado se seleccionó la sexta opción, considerando sobre todo la ampliación de las potencialidades en la enseñanza de matemática que ésta brinda.

Tabla 1.1 Análisis comparativo de las opciones presentadas.

Opción	Ventajas	Desventajas
1	Elementos no móviles. Se puede verificar qué pulsadores están activados.	No se puede activar 2 pulsadores simultáneamente. Desgaste prematuro. Sistema mecánico complejo. Gran tamaño.
2	Elementos no móviles.	Desgaste prematuro. Sistema mecánico complejo.
3	Desgaste limitado.	Operación compleja.
4	Desgaste limitado.	Operación compleja.
5	Desgaste limitado.	Sistema complejo. Operación compleja.
6	Desgaste limitado. Manipulación intuitiva.	Operación compleja.

Elaboración: Autores.

1.2. Requerimientos generales para el diseño del nuevo panel

En el grupo beneficiario de este proyecto, existen menores con ceguera parcial por lo que se consideró incluir en el diseño colores vivos. Además, se decidió incorporar elementos estimulantes al tacto (codificación Braille) y al oído (sonidos “respuesta correcta” y “respuesta incorrecta”) [4], [5].

Al igual que en la versión original, el panel permitirá ejecutar las cuatro operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división. El panel constará de un tablero con una disposición de 5 columnas y 4 filas, y de una sección de encendido y sonorización, (ver Figura 1.8).

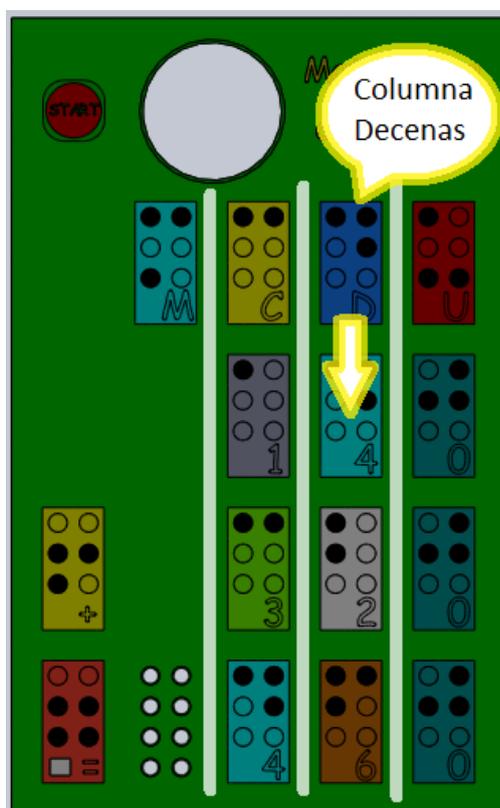


Figura 1.8 Tablero del panel electrónico optimizado.

Elaboración: Autores.

Desde la derecha, las columnas del tablero permitirán ubicar las fichas correspondientes a unidades, decenas, centenas y miles. En la primera fila, en cada columna, permanecerán fijas las fichas que señalan el valor posicional de la columna.

En la última columna, a la izquierda del tablero, se ubicarán las fichas correspondientes a la operación aritmética a realizar (tercera fila desde la parte superior del tablero). En la posición quinta columna y cuarta fila, permanecerá fija la ficha de resultado de operación, construida sobre un pulsador.

En la sección de encendido y sonorización, ubicada en la parte superior del tablero, se encontrará el botón de inicio (START) y un parlante, que servirá para comunicar lo acertado o no de la operación efectuada.

Las fichas correspondientes a los operandos y al resultado, podrán ocupar exclusivamente posiciones predeterminadas en el tablero. La Figura 1.9 muestra el diseño del tablero, que corresponde al estándar de una pieza tipo LEGO.

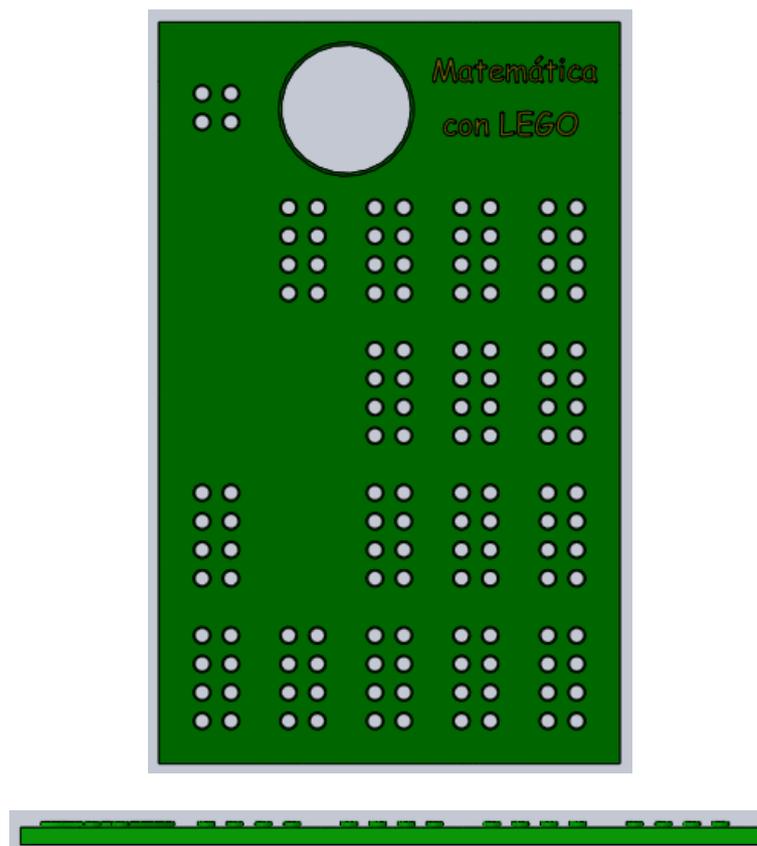


Figura 1.9 Vista superior y lateral izquierda del tablero.
Elaboración: Autores.

En cada ficha de los operandos, se imprimirá el valor absoluto de la misma (de 0 a 9), en braille (en la parte superior de la ficha) y en números arábigos (en la parte inferior de la ficha), tal como lo muestra la Figura 1.10.

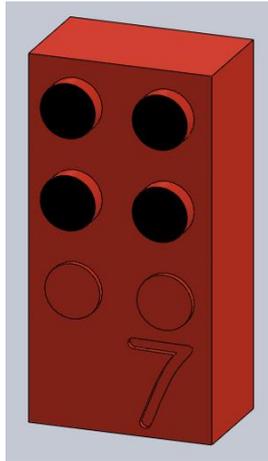


Figura 1.10 Vista general de una ficha del tablero.
Elaboración: Autores.

La geometría de cada una de las fichas corresponde al estándar de una pieza LEGO (ver Figura 1.11 a 1.13).

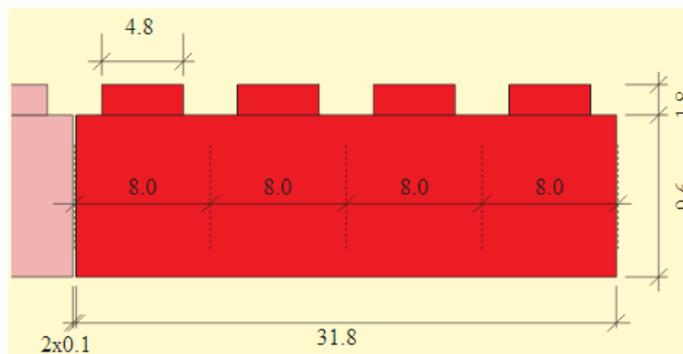


Figura 1.11 Vista lateral derecha de una pieza LEGO 4x2.
Fuente: [6]

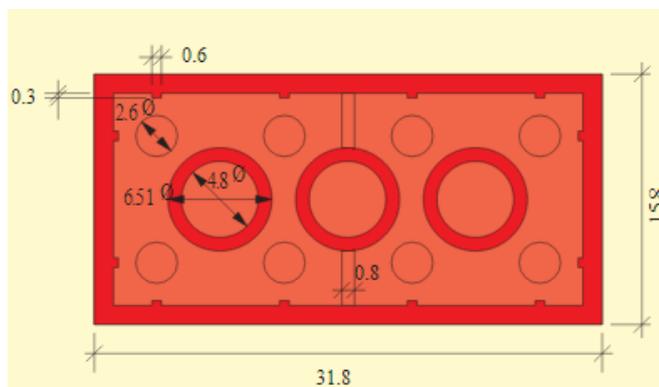


Figura 1.12 Vista inferior de una pieza de LEGO 4x2.
Fuente: [6]

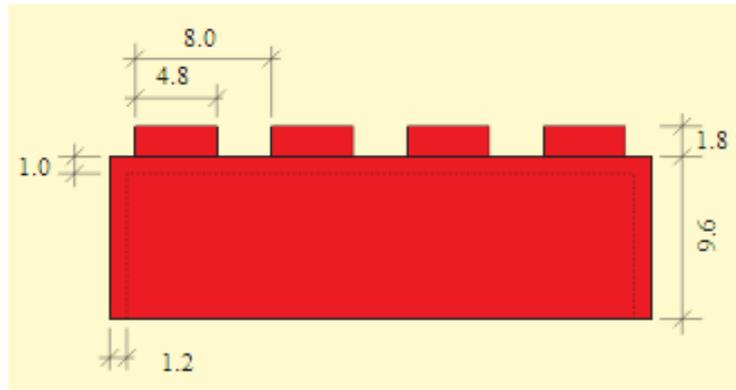


Figura 1.13 Vista lateral izquierda de una pieza de LEGO 4x2.

Fuente: [6]

Adicionalmente, se diseñó fichas para las operaciones matemáticas básicas, y, para el reconocimiento de las posiciones. La Figura 1.14 muestra el ensamblaje de las fichas sobre el tablero.

En otro contexto, al beneficio que brinda las fichas tipo LEGO (múltiples combinaciones y las distintas estructuras que se logran crear con un grupo básico de piezas), se suma el desarrollo de habilidades motrices y la adquisición de conceptos espaciales, como volumen, tamaño y formas geométricas [7]. Los infantes se sienten atraídos por la idea de aprender divirtiéndose, condición totalmente válida para niños con capacidad visual especial, razón por la cual se propone adaptar fichas tipo LEGO en el panel electrónico. Al utilizar estas fichas se pretende reducir el desgaste prematuro de los contactos en los circuitos impresos en el bloque de control, de tal forma que el panel tenga durabilidad.

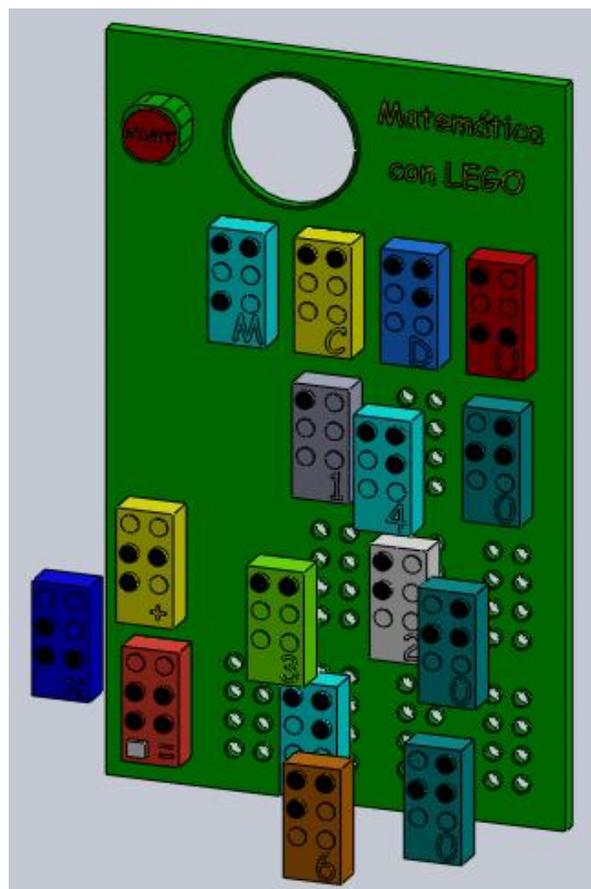


Figura 1.14 Vista general del tablero y las fichas.
Elaboración: Autores.

1.3. Diseño a detalle de las fichas a utilizar en el panel

Considerando el grado de desarrollo de la capacidad táctil en el grupo beneficiario del proyecto, y, los requerimientos de estética planteados por el equipo de trabajo, se decidió proponer al menos 4 posibles diseños de fichas.

Debido a la disponibilidad de software y equipos, se decidió imprimir las fichas en 3D, utilizando los recursos del aplicativo SolidWorks [8], y, de la impresora 3D tipo MakerBot Replicator 2X [9].

Para seleccionar la mejor opción del diseño de las fichas a utilizar en el panel, se decidió someter las impresiones al análisis del grupo beneficiario del proyecto. Se trabajó con niños del cuarto año de educación básica del “Instituto para Ciegos Byron Eguiguren”. Este grupo fue conformado por 6 menores, de los cuales 3 presentaban capacidad visual especial. A cada uno se le pidió manipular las diferentes opciones de fichas, con la intención de analizar sus impresiones. Adicionalmente, se solicitó una apreciación a la tutora del grupo, docente que contaba con 15 años de experiencia en el Instituto. Como resultado se pudo inferir que la opción óptima está representada en una ficha con los cilindros significativos para la

codificación Braille con perfil redondeado, y, con el número arábigo impreso en bajo relieve (ver Figura 1.15).

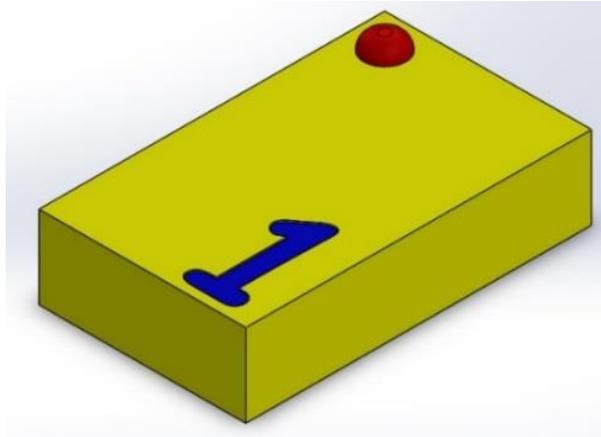


Figura 1.15 Vista de planta de ficha seleccionada.

Elaboración: Autores.

1.4. Ingeniería de detalle del panel

Establecida la conceptualización y el diseño de fichas tipo LEGO del panel, se conformó cuatro grupos de trabajo, encargándoles el diseño e implementación del panel, el diseño e implementación del bloque de identificación electrónica de fichas, el diseño e implementación del algoritmo de control del panel, y, el análisis de resultados.

CAPÍTULO II

**SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CORRESPONDENCIA ENTRE LOS
REQUERIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN INCLUSIVA Y LAS CARACTERÍSTICAS
TÉCNICAS DEL PANEL DISEÑADO**

Debido a la falta de experiencia del grupo de trabajo en temas relacionados a educación de niños con discapacidad visual, se decidió partir de la caracterización de la educación inclusiva, los principios de la escolaridad de los niños con discapacidad visual, las bases de la educación matemática para niños con discapacidad, y, el impacto de los juegos en la educación.

2.1. Sobre la educación inclusiva

2.1.1. Derechos que sustentan la educación inclusiva.

Los sistemas de educación inclusiva se sustentan en tres derechos: a la educación, a la igualdad de oportunidades, y la participación en sociedad [10].

A pesar de que el *derecho a la educación* está consagrado en la Declaración de los Derechos Humanos promulgado por las Naciones Unidas [11], los niños con discapacidad constituyen un grupo para el cual este derecho aún tiene que ser ganado en términos efectivos: muchos países aceptan la declaración de derechos, pero excluyen a los niños con discapacidad del servicio educacional.

El *derecho a la igualdad de oportunidades* no promueve que todos los niños sean tratados de misma manera, sino que apunta a una evolución del concepto, de forma tal que el sistema educativo enfoque a todos los niños a las mismas metas, pero que reconozca sus diferencias durante el proceso.

El *derecho a participar en sociedad* promueve la no discriminación. El sistema debe garantizar que los niños con discapacidad no sufran restricciones en el acceso a la educación, en el currículo que se les ofrece, o en calidad de la enseñanza que reciben, salvo razones plenamente justificadas.

En un verdadero sistema de educación inclusiva, los niños asisten a escuelas comunes y participan en actividades habituales. La diferencia está en que los niños con discapacidad tienen a su disposición recursos diferentes durante el proceso.

En caso de considerar necesario educar al niño con discapacidad en una escuela especial, el sistema de educación deberá asegurar que el currículo y la calidad sean equivalentes al currículo común y a la calidad promedio del sistema para todos.

2.1.2. Construcción de educación inclusiva.

Un sistema de educación inclusiva se construye a partir de una adecuada legislación, del apoyo a la administración, de la ampliación de los servicios educativos, de la oferta real de educación para la primera infancia, de la participación efectiva de los padres; de la oferta de

una educación para la vida adulta, de la capacitación continua de los profesores; y de la investigación y desarrollo pertinente [10].

Una *adecuada legislación* con políticas claras, marcos de referencia coherentes, canalización de recursos, y garantías para los derechos de los usuarios, permite reducir tensiones y eliminar ambigüedades [10].

El *apoyo a la administración* permite liberarse del trabajo extra requerido para integrar acciones de varios actores y buscar recursos dispersos en diferentes organizaciones [10], centrándose en la configuración de los servicios educativos requeridos, y en la provisión de la coordinación necesaria.

De acuerdo a [10], por el tamaño de la demanda y los limitados recursos disponibles, las necesidades de educación y capacitación de la mayoría de las personas con discapacidad no pueden ser satisfechas por las escuelas y centros especiales, y las escuelas comunes no tienen las habilidades requeridas. En este contexto, la *ampliación de los servicios educativos* apunta a que las escuelas especiales compartan sus experiencias, experticia y recursos. Se intenta construir un sistema educativo inclusivo con la suficiente experiencia en la enseñanza, currículos y programas de trabajo, edificios y equipos especialmente diseñados.

En la bibliografía [10] se explica que las interrupciones de los modelos normales de desarrollo surgidos de una discapacidad, son a menudo más desventajosas para un niño que las consecuencias directas de la propia discapacidad. En los sistemas educativos comunes, existe una limitada o nula oferta preescolar para niños con discapacidad, y cuando se dispone de alguna, ésta tiende a enfocarse en impedimentos físicos o sensoriales evidentes. La oferta está concentrada en áreas urbanas. Desde esta perspectiva, serán siempre bienvenidas iniciativas para consolidar una oferta real de *educación de la primera infancia* con carácter inclusivo, y de cobertura urbana y rural.

En la educación inclusiva, a parte de la normalización se requiere de la *participación activa de los padres* y de la comunidad. Los padres tienen el derecho y la obligación de involucrarse en la educación de sus hijos. Los padres y la familia constituyen la principal, y en algunos casos la única, forma de estimulación estructurada que pueden recibir los niños con discapacidad. Los padres juegan un papel principal en la educación, colaborando en la planificación del currículo en la evaluación, en las actividades en el hogar, y en el control del progreso de los estudiantes [10].

La educación constituye una forma de *preparación para la vida adulta*. En el sistema de educación inclusivo debe constar una oferta educativa post-escolar para personas con discapacidad, que ayude a los jóvenes a ser económicamente activos y a dirigirlos a formas

de vida que sean tan plenas e independientes como sea posible. La preparación para el trabajo puede incluir educación exploratoria y orientación, capacitación pre-vocacional y experiencia laboral [10].

La *capacitación continua de los docentes*, adquiere una significación extra. El reto pasa por capacitar a todos los docentes del sistema, y no sólo a los especialistas que se desempeñan en escuelas especiales segregadas. No se pretende convertirlos en expertos en la enseñanza de niños con discapacidad, sino proporcionarles los elementos suficientes para que puedan modificar el contenido curricular y el enfoque docente de las aulas comunes, de manera que puedan recibir como iguales a niños con discapacidad [10].

La bibliografía [10] identifica cuatro áreas relevantes en *investigación y desarrollo* dentro del sistema educativo inclusivo. Primero, se requiere de estudios diseñados para separar distintas formas de discapacidad, profundizando en su comprensión y clarificando sus implicancias educacionales. Segundo, son necesarias encuestas incidentales para establecer la extensión de las necesidades locales. Tercero, es importante impulsar actividades de desarrollo dirigidas a currículos, a enfoques docentes y a recursos, Por último, se precisa evaluar formativamente los programas educativos para asegurar la consecución de objetivos, y garantizar que los recursos sean usados para maximizar el beneficio.

2.2. Sobre la escolaridad de los niños con discapacidad visual

La visión proporciona el 80% de la información que se recibe del exterior [12]. La pérdida de la visión supone entonces una restricción importante en el volumen de información, que no puede ser completamente recuperada a través de otros sentidos.

De acuerdo a Lowenfeld [13], la ceguera comporta limitaciones básicas que inciden en el desarrollo de un niño: restricción en la cantidad y variedad de experiencias, limitaciones en la capacidad de conocer el espacio que lo rodea y moverse libremente; y, limitación en el control del mundo que lo rodea y en las relaciones que establece el yo del niño con su entorno.

Para valorar las necesidades educativas de los niños con discapacidad visual, los expertos distinguen 2 grupos: ciegos y de baja visión [14]. Esta distinción obedece a la gravedad del déficit de visión.

2.2.1 Sobre la escolaridad de los niños ciegos.

Un niño con ceguera, al igual que sus compañeros videntes, tiene una gran capacidad para “observar e investigar”, pero presenta dificultades para deducir y generalizar. La falta de percepciones visuales incide en algunos procesos deductivos, pero no lesiona la capacidad de realizarlos [14].

El entorno del niño que no ve, hasta el momento del dominio de la bipedestación, queda reducido al alcance de sus brazos. Padres y profesores deben actuar adecuadamente para estimular la curiosidad del niño y atenuar su restricción. Los profesores deben estimular el desarrollo máximo de la potencialidad motriz y espacial, dándole al niño información organizada del lugar donde está, localizando el lugar que ocupan los objetos en ese espacio y transformándolos en puntos de referencia para él, ayudándole así en la construcción de su propia representación mental del espacio [14].

Los alumnos ciegos necesitarán adaptaciones de carácter didáctico y técnico, que les permita acceder a la misma información que sus compañeros videntes, a partir de materiales adaptados para su observación. Al valorar las necesidades educativas de los niños ciegos, la bibliografía [14] diferencia entre alumnos con ceguera congénita y alumnos con ceguera adquirida.

Los *alumnos con ceguera congénita*, desde su nacimiento, se han relacionado con el mundo exterior a través de los otros sentidos, y sus imágenes mentales han sido creadas con la originalidad y dificultad que esto significa. Por su parte, los *alumnos con ceguera adquirida* han interiorizado imágenes mentales de tipo visual, y en función del momento en que se produjo la pérdida de visión han superado ciertas etapas del desarrollo sensoriomotor y procedimientos de interacción social [15].

En general, el abordaje pedagógico sugiere la enseñanza – aprendizaje de lectura y escritura en el sistema braille, y exige una garantía en el dominio de técnicas tiflotecnológicas (aprovechamiento de tecnología de apoyo) en las distintas etapas cronológicas del niño [14].

Cuando un niño adquiere ceguera en etapas avanzadas de su escolarización, se sugiere el tratamiento de los contenidos escolares en forma conjunta con el aprendizaje de técnicas específicas para el estudio, priorizando siempre estas últimas como base instrumental de aprendizajes posteriores [14].

2.2.2 Sobre la escolaridad de los niños de baja visión.

El grupo de niños con baja visión incluye a aquellos cuya agudeza visual está en el rango entre 10 y 30% [16].

Desde la perspectiva educativa, en este grupo es relevante la utilización que el alumno puede hacer del resto visual. Existen factores que inciden en el aprovechamiento del resto visual: la motivación, la capacidad intelectual, la curiosidad hacia el entorno, y, una adecuada estimulación visual [14].

Cuando el problema de la visión se detecta a tiempo, una adecuada estimulación visual puede potenciar la capacidad cerebral de recoger, codificar y organizar la información sensorial [14].

2.3. Sobre la enseñanza de matemática a los niños con discapacidad visual

Para *instruir* en matemática bastarían libros, máquinas y programas. Para *formar* con la matemática hacen falta personas pacientes, exigentes y sensibles, profundas y equilibradas, entusiastas de la matemática y sobre todo de la enseñanza: se necesita Maestros [17].

Pedagógicamente, es absurdo pensar que el comportamiento en el aprendizaje va a ser idéntico en todos los estudiantes. En la bibliografía [17] se menciona la importancia de considerar tres variables durante la planificación de la enseñanza a niños con discapacidad visual: el grado y tipo de visión residual, el momento de pérdida de la visión y el origen de la pérdida.

Del *grado y tipo de visión residual* se derivan consecuencias pedagógicas tales como la facilidad para la manipulación, el tipo de material pedagógico a utilizar; el instrumental para lectura, escritura, dibujo y cálculo; y, aún más importante, el uso del color en materiales y representaciones gráficas. Está claro que un niño con resto visual aprovechable educativamente se encuentra más cerca de un estudiante vidente que uno con ceguera total.

Otra variable a tener en cuenta es el *momento de pérdida de la visión*, si ésta fue progresiva o inmediata, haciendo referencia al punto en el que el niño se ve obligado a utilizar recursos pedagógicos hápticos, sustituyendo los visuales. Este suceso influye en la motricidad y en la facilidad o complicación con la que la persona realiza la construcción de imágenes y representaciones.

Por último, no se debe dejar de lado el *origen de la ceguera*. En la mayoría de casos no sólo es un "mal adicional"; sino que además es compañera de otras lesiones, que resultan en comportamientos distintos durante el aprendizaje. Casos como sordo-ciegos, deficientes mentales ciegos o paralíticos cerebrales ciegos; darían lugar a nuevas consideraciones pedagógicas, y por ende, al establecimiento de una didáctica diferente.

Es difícil encontrar referencias bibliográficas sobre la enseñanza de la matemática a personas con capacidad visual diferente. La información existente se limita a referir técnicas muy concretas, argumentos de experiencias personales, o tan sólo indicaciones sobre material pedagógico adaptado para el uso de personas con ceguera. Una referencia de especial interés [17], propone el empleo de *proyectos de investigación dirigida* que promuevan la comunicación e involucramiento de todos los actores. La didáctica propuesta sugiere la necesidad de contar con un equipo de investigadores (los alumnos), con un director (el

profesor), una estructura de equipo, un plan de trabajo, un problema a resolver, y una documentación adecuada. El director debe prever los resultados del proyecto, incluyendo situaciones de partida, organización de la actividad en el aula, y los hitos del proceso de formalización y actuación.

2.4. Sobre el uso de juegos en la escolaridad de niños con discapacidad visual

De acuerdo a Sanuy [18] la palabra juego proviene del término inglés “game”, que a su vez proviene de la raíz indo-europea “ghem”, que significa saltar de alegría. La relación entre jugar y aprender es natural. Ambos vocablos describen superar obstáculos, encontrar el camino, entrenarse, deducir, inventar, adivinar y llegar a ganar para pasarlo bien, para avanzar y mejorar [19].

Un juego didáctico responde a objetivos de aprendizaje, posee una adecuación psicopedagógica, propone efectos prácticos, y maneja una métrica que facilita la calificación de su aporte [17]. El usar juegos didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje estimula la atención y la memoria (el niño debe centrarse en la situación de juego, en sus reglas y en su proceso), favorece el desarrollo del rendimiento (los niños se esfuerzan en comprender el proceso de juego), y estimula la imaginación y la creatividad (los juegos impulsan el pensamiento científico y matemático, y la capacidad para resolver problemas; ya que muchas estrategias que sirven para analizar y explorar los juegos son las mismas que se utilizan ante situaciones lógico-matemáticas) [20].

La selección de los materiales que apoyen la introducción de juegos didácticos en el proceso de aprendizaje de niños con discapacidad visual especial, debe considerar la proximidad al alumno, sus intereses y vivencias, fomentando la disponibilidad de estímulos sensorio motrices visuales, hápticos y sonoros, y favoreciendo la portabilidad del material [17]. Los recursos didácticos tradicionalmente destinados a la enseñanza de niños con capacidades visuales especiales (la máquina de Perkins, el sistema de Braille hablado, el PC hablado, las impresoras Braille, entre otros) apoyan el aprendizaje en el aula, pero resultan pesados, ruidosos, costosos y poco portables. La portabilidad del material facilita ampliar el tiempo disponible para la interacción con el niño.

2.5. Sobre la evaluación de la correspondencia

La educación inclusiva procura que los maestros y los estudiantes se sientan cómodos ante la diversidad, y que la perciban no como un problema sino como un desafío y una oportunidad para enriquecer el entorno de aprendizaje, tanto en entornos formales como no formales [19].

En el caso de la escolaridad de niños con capacidad visual especial, se debe considerar que las necesidades de estos niños son fundamentalmente las mismas que las de niños con visión plena [13]. Si las necesidades son similares, es de prever que las dificultades que enfrentan los maestros también lo sean.

Desde que inicia la etapa de escolaridad, la diferencia entre estudiantes es notoria. Existe diversidad en el ritmo de aprendizaje, en la profundidad de los conocimientos adquiridos, en la motivación, y en las actitudes hacia la asignatura. En el caso de la didáctica de la matemática, se pueden presentar dificultades relacionadas a otras áreas, a problemas socioculturales y socioemocionales, entre otros [21]. Una opción válida para enfrentar los problemas pasa por la adopción de metodologías y materiales de apoyo mucho más dinámicos.

Los modelos de educación y las técnicas psicopedagógicas de evaluación de resultados aplicables en la enseñanza – aprendizaje de niños con capacidad visual especial, son las mismas que se aplican con niños con visión normal, con las adaptaciones y excepciones metodológicas derivadas de su condición [22], sobre todo la diferencia en los modelos mentales del entorno [23].

El panel electrónico descrito en [3] es de fácil transporte, adecuado a las características perceptivas de los alumnos con capacidad visual especial y normal, sencillo en su uso, y de bajo costo. La adaptación de fichas tipo LEGO favorece el desarrollo de la motricidad en los niños, facilitando la adquisición de conceptos espaciales como tamaño, volumen, formas geométricas, etc. [24].

En este contexto, se espera que el panel utilizado en apoyo a una adecuada didáctica de enseñanza de la matemática pueda contribuir significativamente al aprendizaje del grupo meta.

CONCLUSIONES

- Se analizó 6 opciones de optimización del panel electrónico implementado, identificando como óptima a la que propone la adopción de fichas tipo LEGO, considerando sus ventajas y desventajas, pero sobre todo la ampliación de las potencialidades de enseñanza de matemática.
- Considerando el grado de desarrollo de la capacidad táctil en el grupo beneficiario del proyecto, y, los requerimientos de estética planteados por el equipo de trabajo, se decidió plantear al menos 4 posibles diseños de fichas tipo LEGO a utilizar en el panel (operandos, operadores, y, referencias de posición), de entre las cuales se escogería la opción óptima.
- Como resultado de un sistema educacional inclusivo se espera que las personas con capacidades especiales alcancen una vida plena y sean los actores principales de su economía.
- El sistema educacional inclusivo debe procurar alcanzar un currículo escolar para todos, en el que en el aula común se reciba como iguales a estudiantes con capacidades especiales o normales.
- En este sentido, se espera que en el aula existan adaptaciones técnico-didactas que consideren las capacidades diferentes de cada niño.
- En educación, debe existir una garantía en el dominio de técnicas tiflotecnológicas en todas las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- En el caso de la escolaridad de niños con capacidad visual especial, se debe considerar que las necesidades de estos niños son fundamentalmente las mismas que las de niños con visión plena.
- Desde que inicia la etapa de escolaridad, la diferencia entre estudiantes es notoria. Existe diversidad en el ritmo de aprendizaje, en la profundidad de los conocimientos adquiridos, en la motivación, y en las actitudes hacia la asignatura. En el caso de la didáctica de la matemática, se pueden presentar dificultades relacionadas a otras áreas, a problemas socioculturales y socioemocionales, entre otros. Una opción válida para enfrentar los problemas pasa por la adopción de metodologías y materiales de apoyo mucho más dinámicos.
- Se espera entonces que un panel electrónico de fácil transporte, adecuado a las características perceptivas de los alumnos con capacidad visual especial y normal, sencillo en su uso, y de bajo costo; utilizado en apoyo a una adecuada didáctica de enseñanza de la matemática pueda contribuir significativamente al aprendizaje de niños con capacidad visual especial.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diseño del Material Didáctico Matemático y Discapacidad Visual en niños de Educación Básica. [En línea]. Disponible en: <http://memorias.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentacion/arte2013/utpl-diseno-material-didactico-matematico.pdf>
- [2] Bermeo. Figueroa. Lima. Ochoa. Peña. Romero. Jaramillo, “Análisis de opciones de optimización de un panel electrónico diseñado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales,” Loja, 2014.
- [3] Bermeo. Figueroa. Lima. Ochoa. Peña. Romero. Jaramillo, “Diseño de un panel electrónico para la enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidad visual especial, basado en la utilización de fichas tipo LEGO,” Loja, 2014.
- [4] Los niños ciegos y su educación. [En línea]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/arteaga_j_g/capitulo2.pdf
- [5] J. Fernández del Campo, “Braille y Matemática”. [En línea]. Disponible en: http://sid.usal.es/idocs/f8/fdo10191/braille_y_matematica.pdf
- [6] Dimensiones de LEGO. [En línea]. Disponible en: <http://www.robertcailliau.eu/Lego/Dimensions/zMeasurements-en.xhtml>
- [7] Educación con LEGO. [En línea]. Disponible en: <http://education.lego.com/en-us/lego-education-product-database/preschool/9027-lego-duplo-brick-set>
- [8] Software de diseño CAD en 3D, SOLIDWORKS. [En línea]. Disponible en: <http://www.solidworks.com/>
- [9] MakerBot Replicator 2 Desktop 3D Printer. [En línea]. Disponible en: <http://store.makerbot.com/replicator2x>
- [10] S. Hegarty, “Educación de Niños y Jóvenes con Discapacidades,” Principios y práctica, UNESCO, 1994.
- [11] Declaración Universal de Derechos Humanos, Art. 26. [En línea]. Disponible en: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>
- [12] M. García, Y. Martín, y A. Nieto, “Visión Deportiva” (Monografías de Gaceta, nº 6. Suplemento a la revista Gaceta Óptica nº 273). Madrid: Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 1994.
- [13] B. Lowenfeld, “Effects of blindness on the cognitive funtions of children,” New York: American Foudation for the Blind, 1981.
- [14] C. Guinea, “Los niños con discapacidades visuales en la escuela, CL & E: Comunicación, Lenguaje y Educación,” N° 22, 1994, pp. 15-21

- [15] M. Leonhardt, "El Bebé Ciego: Primera Atención. Un Enfoque Psicopedagógico," Barcelona, 1992, Ed. Masson-ONCE.
- [16] OMS, "Serie de Informes Técnicos," No. 518, Ginebra, 1972.
- [17] J. Fernández, "La Enseñanza de la Matemática a los Ciegos," 2da. Edición, Madrid, 1996.
- [18] C. Sanuy, "Enseñar a Jugar," España: Marsiega, 1998, p.13.
- [19] Educación Inclusiva y Especial, Módulo I, Vicepresidencia de la República del Ecuador, Noviembre 2011. [En línea]. Disponible en: http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/Modulo_Trabajo_EI.pdf
- [20] P. Chacón, "El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula?." [En línea]. Disponible en: <http://www.grupodidactico2001.com/PaulaChacon.pdf>
- [21] M. Jimeno, "Al Otro Lado de las Fronteras de las Matemáticas Escolares. Problemas y dificultades en el aprendizaje matemático de los niños y niñas," Tesis Doctoral, Málaga, 2002. [En línea]. Disponible en: <http://jabega.uma.es/record=b1627571>
- [22] A. Hall, T. Scholl, R. Shallow, Psychoeducational assessment. In: Scholl T. (Ed.) Foundations of Education for Blind and Visually Handicapped Children and Youth, "Theory and Practice," New York: American Foudation for the Blind Inc., p. 509.
- [23] J. Sanchez, "Una metodología para desarrollar y evaluar la usabilidad de entornos virtuales basados en audio para el aprendizaje y la cognición de usuarios ciegos." [En línea]. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDIQFjACahUKEwiDiKH79bDIAhXBvoAKHfjeCFI&url=http%3A%2F%2Frevistas.uned.es%2Findex.php%2Fried%2Farticle%2Fdownload%2F825%2F734&usg=AFQjCNFZmZdjPOkCdMyQ-7qJ5pxlf-sFyw&cad=rja>
- [24] J. Moreno, P. Rodríguez, "El Aprendizaje por el Juego Motriz en la Etapa Infantil," Facultad de Educación, Universidad de Murcia, 1996. [En línea]. Disponible en: <http://www.um.es/univefd/juegoinf.pdf>

ANEXOS

Evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación inclusiva y las características de un panel electrónico diseñado para la enseñanza de matemática básica a niños con discapacidad visual

Alexis Bermeo^{#1}, Cinthya Figueroa^{#1}, Milton Lima^{#1}, Karen Ochoa^{#1}, Andy Peña^{#1}, Jonathan Romero^{#1}, Jorge Luis Jaramillo^{#2}

#1 Profesional en formación de la Titulación de IET, Universidad Técnica Particular de Loja

#2 Docente de la SET del DCCE, Universidad Técnica Particular de Loja

Loja, Ecuador 2015

¹ambermeo1@utpl.edu.ec, ¹cafigueroa1@utpl.edu.ec, ¹mjlmla1@utpl.edu.ec, ¹knochoa@utpl.edu.ec, ¹arpena@utpl.edu.ec, ¹jaromero3@utpl.edu.ec, ²jorgeluis@utpl.edu.ec

Resumen— En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al optimizar un panel electrónico diseñado para la enseñanza de matemática básica a niños con discapacidad visual, e intentar responder, en una primera aproximación, a la interrogante de si existe o no correspondencia entre las características técnicas del panel y los requerimientos de la educación inclusiva. La respuesta se construye desde la perspectiva de las políticas de educación especial y de los modelos pedagógicos afines.

Palabras claves— discapacidad visual, enseñanza de matemática para niños con discapacidad visual, entornos interactivos de aprendizaje, LEGO.

I. INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2013, personal de la Sección de Electrónica y Telecomunicaciones del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, y de la Sección de Diseño, Proyectos Arquitectónicos y Urbanismo del Departamento de Arquitectura y Artes, de la Universidad Técnica Particular de Loja, decidieron colaborar en el diseño e implementación de un panel electrónico para la enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales. Como resultado, se desarrolló el panel electrónico que se muestra en la Fig. 1, y que se describe en [1].

La evaluación de desempeño del panel desarrollado mostró que se cumplía con las especificaciones funcionales, pero se presentaban problemas operativos, especialmente en relación a la manipulación de las fichas. En este contexto, en marzo 2014 se acordó optimizar el panel, obteniendo los resultados descritos en trabajos previos [2], [3].

Establecida la conceptualización y el diseño de fichas tipo LEGO del panel, se decidió proseguir con el diseño e implementación de un prototipo del panel electrónico. Para este

fin, en septiembre de 2014 se conformaron cuatro grupos de trabajo, encargándoles el diseño e implementación del panel, el diseño e implementación del bloque de identificación electrónica de fichas, el diseño e implementación del algoritmo de control del panel, y, el análisis de resultados. En este último apartado se incluyó la evaluación de la usabilidad del panel, y la evaluación de la correspondencia entre los requerimientos de la educación inclusiva y las características técnicas del prototipo. Este documento recoge los resultados obtenidos al intentar una respuesta a la última interrogante bajo la premisa de que el sonido y la manipulación de fichas podrían ayudar a mejorar y ejercitar la memoria, la percepción háptica, y, las estructuras cognitivas temporales y espaciales de los niños con discapacidad visual.

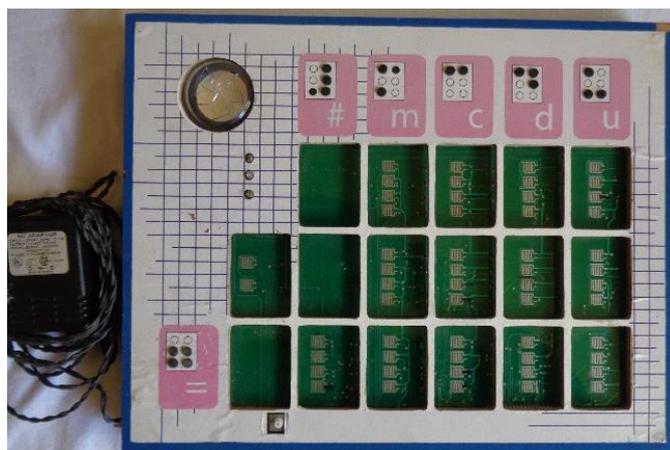


Fig. 1. Versión original del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [1].

II. SOBRE LA OPTIMIZACIÓN DEL PANEL ORIGINAL

A. Sobre la necesidad de optimizar el diseño original

Debido a los problemas presentados en el panel implementado se identificaron necesidades de optimización: disminución del volumen y peso de las fichas, integración de identificadores decimales y código Braille, reducción del desgaste de contactos en el circuito impreso, y diversificación en el uso de colores [1].

Conocidas las necesidades de optimización, se formularon 6 diferentes propuestas tecnológicas. En la primera opción se propuso conservar las características de funcionamiento del panel original e incorporar un switch de encendido y apagado. El usuario ingresa los operandos presionando los pulsadores ubicados en el tablero, tal como se muestra en la Fig. 2. Luego, selecciona el operador matemático, e indica la respuesta expresada en unidades, decenas y centenas. Al oprimir el operador “igual” y la tecla “comprobar”, se escucha el mensaje “correcto” para una operación válida, o “incorrecto” para una operación errónea. El usuario puede resetear los pulsadores, para ejecutar la operación nuevamente.

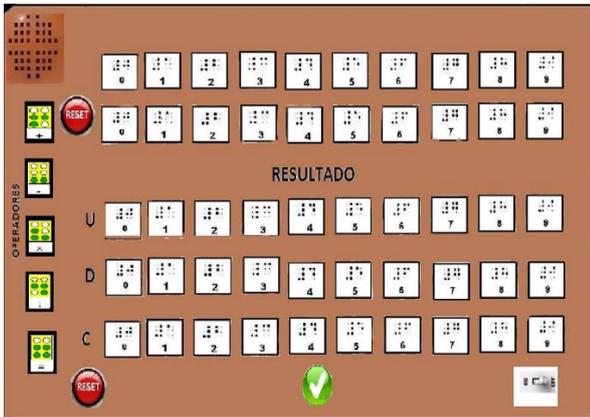


Fig. 2. Primera opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [Autores].

En la segunda opción, se pretende llamar la atención de los niños para facilitar el aprendizaje, por lo que se utiliza un panel electrónico integrado a un oso de peluche. El panel opera de forma similar a lo descrito en el apartado anterior (ver Fig. 3).



Fig. 3. Segunda opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [Autores].

En la tercera opción se presenta un paradigma diferente al panel original, en el que dos jugadores participan identificándose cada uno de ellos con el color verde o azul respectivamente. Se utiliza un tablero con pulsadores (que contienen números entre uno y veinte), y tres dados (dos para los operandos y uno para las operaciones). El tablero y los dados están identificados con código Braille. El jugador lanza los dados. El procedimiento y el resultado se ingresa en el tablero, y, se verifica la correcta ejecución (ver Fig. 4).



Fig. 4. Tercera opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [Autores].

En la cuarta opción, para iniciar se presiona el botón “inicio”, y el panel da a conocer, mediante audio, un número aleatorio. El usuario identifica dos operandos y una operación, que se ingresan al panel presionando los pulsadores del tablero. Si los operandos y la operación ingresada son correctos, se escuchará “correcto”, caso contrario se indicará “incorrecto”, y se generará un nuevo número aleatorio (ver Fig. 5).

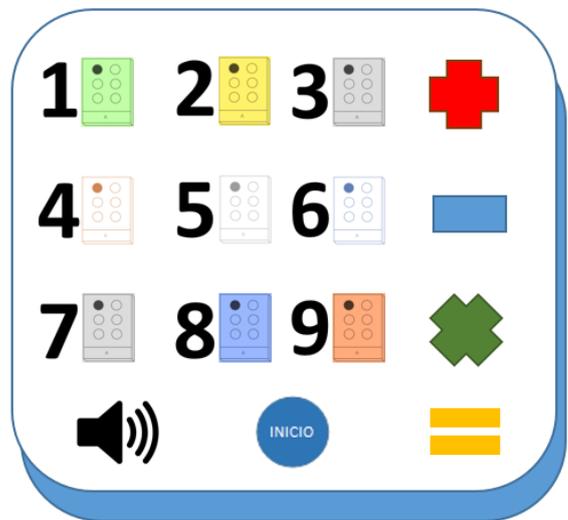


Fig. 5. Cuarta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [Autores].

La quinta opción se basa en el funcionamiento del juego “sudoku”, adaptándolo con numeración Braille (ver Fig. 6). Este juego utiliza una tabla de 9x9, compuesta por bloques denominados también subtablas de 3x3. Algunas celdas contienen números dados. El juego tiene por objetivo completar las celdas vacías, de forma tal que cada columna, fila, y región contenga números del 1 al 9 una sola vez. El tablero contendrá los botones “empezar” y “evaluar”. La rutina de comprobación terminará con un mensaje de “correcto” o “incorrecto”.

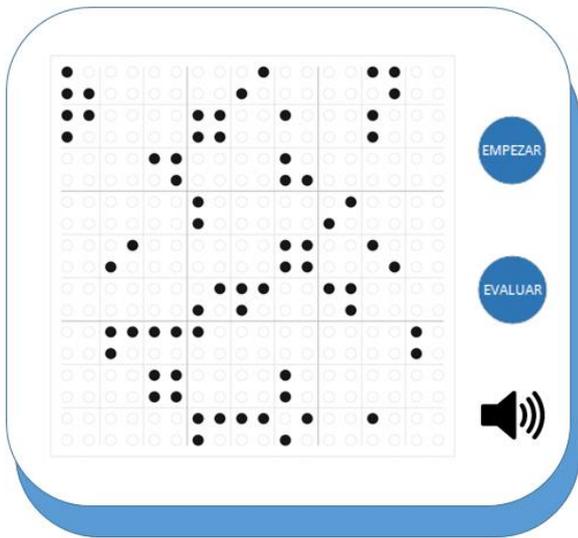


Fig. 6. Quinta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [Autores].

En la sexta opción se adapta fichas tipo LEGO al panel electrónico, con lo que se pretende reducir el desgaste prematuro de los contactos en los circuitos impresos. Se utiliza un tablero y diversas fichas (números y operaciones matemáticas). Las fichas se colocan en el tablero en la lógica: primer operando, segundo operando, operación, solución, y, comprobación (ver Fig. 7).

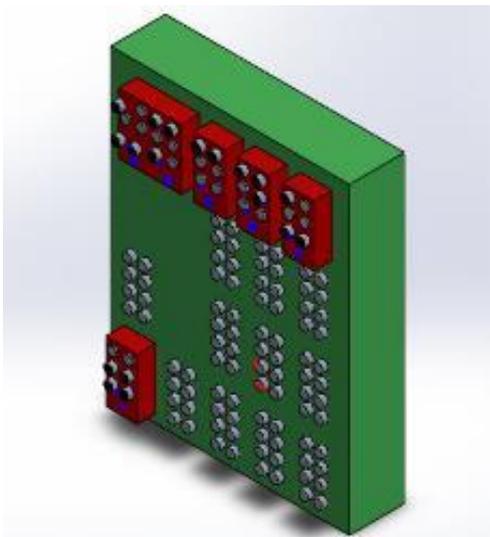


Fig. 7. Sexta opción de optimización del panel electrónico implementado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales [Autores].

Las opciones señaladas se analizaron identificando potenciales inconvenientes de orden mecánico, y limitaciones en el número de cifras significativas de operandos y resultados. La Tabla 1 muestra las ventajas y desventajas de cada una de las opciones. Como resultado se seleccionó la sexta opción, considerando sobre todo la ampliación de las potencialidades en la enseñanza de matemática que esta brinda.

TABLA I.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS OPCIONES PRESENTADAS [AUTORES].

Opción	Ventajas	Desventajas
1	<ul style="list-style-type: none"> Elementos no móviles Se puede verificar que pulsadores están activados 	<ul style="list-style-type: none"> No se puede activar 2 pulsadores simultáneamente Desgaste prematuro Sistema mecánico complejo Gran tamaño
2	<ul style="list-style-type: none"> Elementos no móviles 	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste prematuro Sistema mecánico complejo
3	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste limitado 	<ul style="list-style-type: none"> Operación compleja
4	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste limitado 	<ul style="list-style-type: none"> Operación compleja
5	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste limitado 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema complejo Operación compleja
6	<ul style="list-style-type: none"> Desgaste limitado Manipulación intuitiva 	<ul style="list-style-type: none"> Operación compleja

B. Requerimientos generales para el diseño del nuevo panel

En el grupo beneficiario de este proyecto, existen menores con ceguera parcial por lo que se consideró incluir en el diseño colores vivos. Además, se decidió incluir elementos estimulantes al tacto (codificación Braille) y al oído (sonidos “respuesta correcta” y “respuesta incorrecta”) [4], [5].

Al igual que en la versión original, el panel permitirá ejecutar las cuatro operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división. El panel constará de un tablero con una disposición de 5 columnas y 4 filas, y de una sección de encendido y sonorización, (ver Fig. 8).

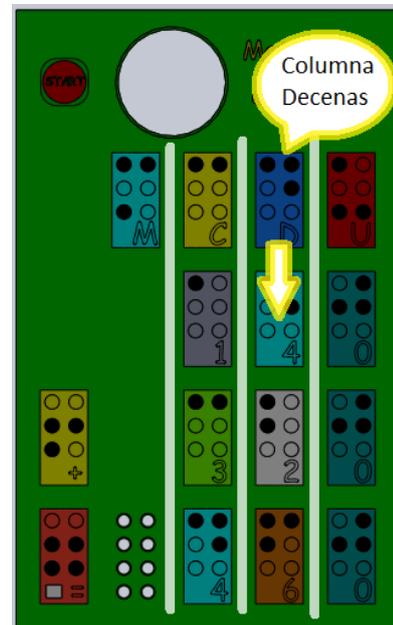


Fig. 8. Tablero del panel electrónico optimizado [Autores].

Desde la derecha, las columnas del tablero permitirán ubicar las fichas correspondientes a unidades, decenas, centenas y miles. En la primera fila, en cada columna, permanecerán fijas las fichas que señalan el valor posicional de la columna.

En la última columna, a la izquierda del tablero, se ubicarán las fichas correspondientes a la operación aritmética a realizar (tercera fila desde la parte superior del tablero). En la posición

quinta columna y cuarta fila, permanecerá fija la ficha de resultado de operación, construida sobre un pulsador.

En la sección de encendido y sonorización, ubicada en la parte superior del tablero, se encontrará el botón de inicio (START) y un parlante, que servirá para comunicar lo acertado o no de la operación efectuada.

Las fichas correspondientes a los operandos y al resultado, podrán ocupar exclusivamente posiciones determinadas en el tablero. La Fig. 9 muestra el diseño del tablero, que corresponde al estándar de una pieza tipo LEGO.

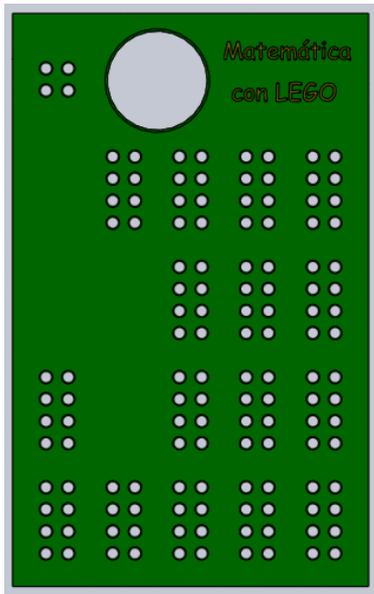


Fig. 9. Vista superior y lateral izquierda del tablero [Autores].

En cada ficha de los operandos, se imprimirá el valor absoluto de la misma (de 0 a 9), en Braille (en la parte superior de la ficha) y en números arábigos (en la parte inferior de la ficha), tal como lo muestra la Fig. 10.

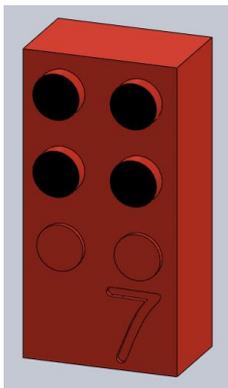


Fig. 10. Vista general de una ficha del tablero [Autores].

La geometría de cada una de las fichas corresponde al estándar de una pieza LEGO (ver Fig. 11 a la 13).

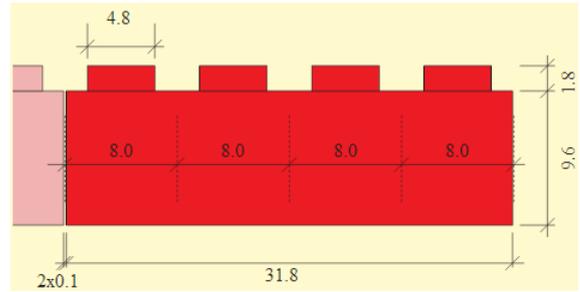


Fig. 11. Vista lateral derecha de una pieza LEGO 4x2 [6].

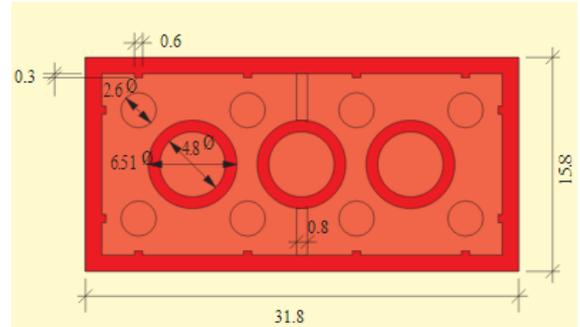


Fig. 12. Vista inferior de una pieza de LEGO 4x2 [6].

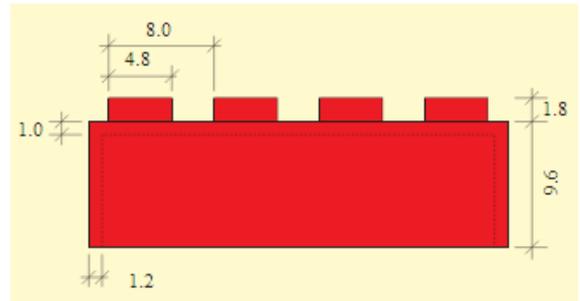


Fig. 13. Vista lateral izquierda de una pieza de LEGO 4x2 [6].

Adicionalmente, se diseñó fichas para las operaciones matemáticas básicas, y, para el reconocimiento de las posiciones. La Fig. 14 muestra el ensamblaje de las fichas sobre el tablero.

En otro contexto, al beneficio que brinda las fichas tipo LEGO (múltiples combinaciones y las distintas estructuras que se logran crear con un grupo básico de piezas), se suma el desarrollo de habilidades motrices y la adquisición de conceptos espaciales, como volumen, tamaño y formas geométricas [7]. Los infantes se sienten atraídos por la idea de aprender divirtiéndose, condición totalmente válida para niños con capacidad visual especial, razón por la cual se propone adaptar fichas tipo LEGO en el panel electrónico. Al utilizar estas fichas se pretende reducir el desgaste prematuro de los contactos en los circuitos impresos en el bloque de control, de tal forma que el panel tenga durabilidad.

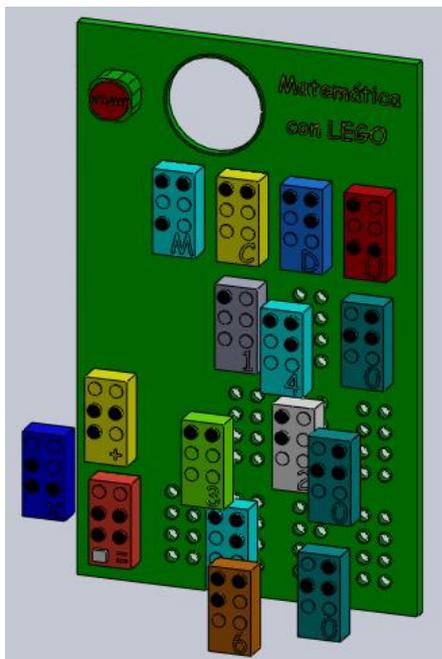


Fig. 14. Vista general del tablero y las fichas [Autores].

C. Diseño a detalle de las fichas a utilizar en el panel

Considerando el grado de desarrollo de la capacidad táctil en el grupo beneficiario del proyecto, y, los requerimientos de estética planteados por el equipo de trabajo, se decidió proponer al menos 4 posibles diseños de fichas.

Debido a la disponibilidad de software y equipos, se decidió imprimir las fichas en 3D, utilizando los recursos del aplicativo SolidWorks [8], y, de la impresora 3D tipo MakerBot Replicator 2X [9].

Para seleccionar la mejor opción del diseño de las fichas a utilizar en el panel, se decidió someter las impresiones al análisis del grupo beneficiario del proyecto. Se trabajó con niños del cuarto año de educación básica del “Instituto para Ciegos Byron Eguiguren”. Este grupo fue conformado por 6 menores, de los cuales 3 presentaban capacidad visual especial. A cada uno se le pidió manipular las diferentes opciones de fichas, con la intención de analizar sus impresiones. Adicionalmente, se solicitó una apreciación a la tutora del grupo, docente que contaba con 15 años de experiencia en el Instituto. Como resultado se pudo inferir que la opción óptima está representada en una ficha con los cilindros significativos para la codificación Braille con perfil redondeado, y, con el número arábigo impreso en bajo relieve (ver Fig. 15).

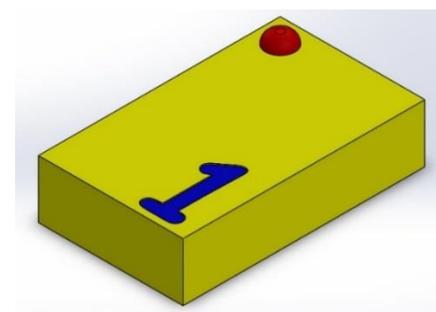


Fig. 15. Vista de planta de ficha seleccionada [Autores].

D. Ingeniería de detalle del panel

Establecida la conceptualización y el diseño de fichas tipo LEGO del panel, se conformó cuatro grupos de trabajo, encargándoles el diseño e implementación del panel, el diseño e implementación del bloque de identificación electrónica de fichas, el diseño e implementación del algoritmo de control del panel, y, el análisis de resultados.

III. SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CORRESPONDENCIA ENTRE LOS REQUERIMIENTOS DE LA EDUCACIÓN INCLUSIVA Y LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL DISEÑADO

Debido a la falta de experiencia del grupo de trabajo en temas relacionados a educación de niños con discapacidad visual, se decidió partir de la caracterización de la educación inclusiva, los principios de la escolaridad de los niños con discapacidad visual, las bases de la educación matemática para niños con discapacidad, y, el impacto de los juegos en la educación.

A. Sobre la educación inclusiva

Derechos que sustentan la educación inclusiva

Los sistemas de educación inclusiva se sustentan en tres derechos: a la educación, a la igualdad de oportunidades, y la participación en sociedad [10].

A pesar de que el *derecho a la educación* está consagrado en la Declaración de los Derechos Humanos promulgado por las Naciones Unidas [11], los niños con discapacidad constituyen un grupo para el cual este derecho aún tiene que ser ganado en términos efectivos: muchos países aceptan la declaración de derechos, pero excluyen a los niños con discapacidad del servicio educacional.

El *derecho a la igualdad de oportunidades* no promueve que todos los niños sean tratados de misma manera, sino que apunta a una evolución del concepto, de forma tal que el sistema educativo enfoque a todos los niños a las mismas metas, pero que reconozca sus diferencias durante el proceso.

El *derecho a participar en sociedad* promueve la no discriminación. El sistema debe garantizar que los niños con discapacidad no sufran restricciones en el acceso a la educación, en el currículo que se les ofrece, o en calidad de la enseñanza que reciben, salvo razones plenamente justificadas.

En un verdadero sistema de educación inclusiva, los niños asisten a escuelas comunes y participan en actividades habituales. La diferencia está en que los niños con discapacidad tienen a su disposición recursos diferentes durante el proceso.

En caso de considerar necesario educar al niño con discapacidad en una escuela especial, el sistema de educación deberá asegurar que el currículo y la calidad sean equivalentes al currículo común y a la calidad promedio del sistema para todos.

Construcción de educación inclusiva

Un sistema de educación inclusiva se construye a partir de una adecuada legislación, del apoyo a la administración, de la ampliación de los servicios educativos, de la oferta real de educación para la primera infancia, de la participación efectiva de los padres; de la oferta de una educación para la vida adulta, de la capacitación continua de los profesores; y de la investigación y desarrollo pertinente [10].

Una *adecuada legislación* con políticas claras, marcos de referencia coherentes, canalización de recursos, y garantías para los derechos de los usuarios, permite reducir tensiones y eliminar ambigüedades [10].

El *apoyo a la administración* permite liberarse del trabajo extra requerido para integrar acciones de varios actores y buscar recursos dispersos en diferentes organizaciones [10], centrándose en la configuración de los servicios educativos requeridos, y en la provisión de la coordinación necesaria.

De acuerdo a [10], por el tamaño de la demanda y los limitados recursos disponibles, las necesidades de educación y capacitación de la mayoría de las personas con discapacidad no pueden ser satisfechas por las escuelas y centros especiales, y las escuelas comunes no tienen las habilidades requeridas. En este contexto, la *ampliación de los servicios educativos* apunta a que las escuelas especiales compartan sus experiencias, experticia y recursos. Se intenta construir un sistema educativo inclusivo con la suficiente experiencia en la enseñanza, currículos y programas de trabajo, edificios y equipos especialmente diseñados.

En la bibliografía [10] se explica que las interrupciones de los modelos normales de desarrollo surgidos de una discapacidad, son a menudo más desventajosas para un niño que las consecuencias directas de la propia discapacidad. En los sistemas educativos comunes, existe una limitada o nula oferta preescolar para niños con discapacidad, y cuando se dispone de alguna, ésta tiende a enfocarse en impedimentos físicos o sensoriales evidentes. La oferta está concentrada en áreas urbanas. Desde esta perspectiva, serán siempre bienvenidas iniciativas para consolidar una oferta real de *educación de la primera infancia* con carácter inclusivo, y de cobertura urbana y rural.

En la educación inclusiva, a parte de la normalización se requiere de la *participación activa de los padres* y de la comunidad. Los padres tienen el derecho y la obligación de involucrarse en la educación de sus hijos. Los padres y la familia constituyen la principal, y en algunos casos la única, forma de estimulación estructurada que pueden recibir los niños con discapacidad. Los padres juegan un papel principal en la educación, colaborando en la planificación del currículo en la evaluación, en las actividades en el hogar, y en el control del progreso de los estudiantes [10].

La educación constituye una forma de *preparación para la vida adulta*. En el sistema de educación inclusivo debe constar una oferta educativa post-escolar para personas con discapacidad, que ayude a los jóvenes a ser económicamente activos y a dirigirlos a formas de vida que sean tan plenas e

independientes como sea posible. La preparación para el trabajo puede incluir educación exploratoria y orientación, capacitación pre-vocacional y experiencia laboral [10].

La *capacitación continua de los docentes*, adquiere una significación extra. El reto pasa por capacitar a todos los docentes del sistema, y no sólo a los especialistas que se desempeñan en escuelas especiales segregadas. No se pretende convertirlos en expertos en la enseñanza de niños con discapacidad, sino proporcionarles los elementos suficientes para que puedan modificar el contenido curricular y el enfoque docente de las aulas comunes, de manera que puedan recibir como iguales a niños con discapacidad [10].

La bibliografía [10] identifica cuatro áreas relevantes en *investigación y desarrollo* dentro del sistema educativo inclusivo. Primero, se requiere de estudios diseñados para separar distintas formas de discapacidad, profundizando en su comprensión y clarificando sus implicancias educacionales. Segundo, son necesarias encuestas incidentales para establecer la extensión de las necesidades locales. Tercero, es importante impulsar actividades de desarrollo dirigidas a currículos, a enfoques docentes y a recursos. Por último, se precisa evaluar formativamente los programas educativos para asegurar la consecución de objetivos, y garantizar que los recursos sean usados para maximizar el beneficio.

B. Sobre la escolaridad de los niños con discapacidad visual

La visión proporciona el 80% de la información que se recibe del exterior [12]. La pérdida de la visión supone entonces una restricción importante en el volumen de información, que no puede ser completamente recuperada a través de otros sentidos.

De acuerdo a Lowenfeld [13], la ceguera comporta limitaciones básicas que inciden en el desarrollo de un niño: restricción en la cantidad y variedad de experiencias, limitaciones en la capacidad de conocer el espacio que lo rodea y moverse libremente; y, limitación en el control del mundo que lo rodea y en las relaciones que establece el yo del niño con su entorno.

Para valorar las necesidades educativas de los niños con discapacidad visual, los expertos distinguen 2 grupos: ciegos y de baja visión [14]. Esta distinción obedece a la gravedad del déficit de visión.

Sobre la escolaridad de los niños ciegos

Un niño con ceguera, al igual que sus compañeros videntes, tiene una gran capacidad para “observar e investigar”, pero presenta dificultades para deducir y generalizar. La falta de percepciones visuales incide en algunos procesos deductivos, pero no lesiona la capacidad de realizarlos [14].

El entorno del niño que no ve, hasta el momento del dominio de la bipedestación, queda reducido al alcance de sus brazos. Padres y profesores deben actuar adecuadamente para estimular la curiosidad del niño y atenuar su restricción. Los profesores deben estimular el desarrollo máximo de la

potencialidad motriz y espacial, dándole al niño información organizada del lugar donde está, localizando el lugar que ocupan los objetos en ese espacio y transformándolos en puntos de referencia para él, ayudándole así en la construcción de su propia representación mental del espacio [14].

Los alumnos ciegos necesitarán adaptaciones de carácter didáctico y técnico, que les permita acceder a la misma información que sus compañeros videntes, a partir de materiales adaptados para su observación. Al valorar las necesidades educativas de los niños ciegos, la bibliografía [14] diferencia entre alumnos con ceguera congénita y alumnos con ceguera adquirida.

Los *alumnos con ceguera congénita*, desde su nacimiento, se han relacionado con el mundo exterior a través de los otros sentidos, y sus imágenes mentales han sido creadas con la originalidad y dificultad que esto significa. Por su parte, los *alumnos con ceguera adquirida* han interiorizado imágenes mentales de tipo visual, y en función del momento en que se produjo la pérdida de visión han superado ciertas etapas del desarrollo sensoriomotor y procedimientos de interacción social [15].

En general, el abordaje pedagógico sugiere la enseñanza – aprendizaje de lectura y escritura en el sistema braille, y exige una garantía en el dominio de técnicas tiflotecnológicas (aprovechamiento de tecnología de apoyo) en las distintas etapas cronológicas del niño [14].

Cuando un niño adquiere ceguera en etapas avanzadas de su escolarización, se sugiere el tratamiento de los contenidos escolares en forma conjunta con el aprendizaje de técnicas específicas para el estudio, priorizando siempre estas últimas como base instrumental de aprendizajes posteriores [14].

Sobre la escolaridad de los niños de baja visión

El grupo de niños con baja visión incluye a aquellos cuya agudeza visual está en el rango entre 10 y 30% [16].

Desde la perspectiva educativa, en este grupo es relevante la utilización que el alumno puede hacer del resto visual. Existen factores que inciden en el aprovechamiento del resto visual: la motivación, la capacidad intelectual, la curiosidad hacia el entorno, y, una adecuada estimulación visual [14].

Cuando el problema de la visión se detecta a tiempo, una adecuada estimulación visual puede potenciar la capacidad cerebral de recoger, codificar y organizar la información sensorial [14].

C. *Sobre la enseñanza de matemática a los niños con discapacidad visual*

Para *instruir* en matemática bastarían libros, máquinas y programas. Para *formar* con la matemática hacen falta personas pacientes, exigentes y sensibles, profundas y equilibradas, entusiastas de la matemática y sobre todo de la enseñanza: se necesita Maestros [17].

Pedagógicamente, es absurdo pensar que el comportamiento en el aprendizaje va a ser idéntico en todos los estudiantes. En la bibliografía [17] se menciona la importancia de considerar tres variables durante la planificación de la enseñanza a niños con discapacidad visual: el grado y tipo de visión residual, el momento de pérdida de la visión y el origen de la pérdida.

Del *grado y tipo de visión residual* se derivan consecuencias pedagógicas tales como la facilidad para la manipulación, el tipo de material pedagógico a utilizar; el instrumental para lectura, escritura, dibujo y cálculo; y, aún más importante, el uso del color en materiales y representaciones gráficas. Está claro que un niño con resto visual aprovechable educativamente se encuentra más cerca de un estudiante vidente que uno con ceguera total.

Otra variable a tener en cuenta es el *momento de pérdida de la visión*, si ésta fue progresiva o inmediata, haciendo referencia al punto en el que el niño se ve obligado a utilizar recursos pedagógicos hápticos, sustituyendo los visuales. Este suceso influye en la motricidad y en la facilidad o complicación con la que la persona realiza la construcción de imágenes y representaciones.

Por último, no se debe dejar de lado el *origen de la ceguera*. En la mayoría de casos no sólo es un “mal adicional”; sino que además es compañera de otras lesiones, que resultan en comportamientos distintos durante el aprendizaje. Casos como sordo-ciegos, deficientes mentales ciegos o paráliticos cerebrales ciegos; darían lugar a nuevas consideraciones pedagógicas, y por ende, al establecimiento de una didáctica diferente.

Es difícil encontrar referencias bibliográficas sobre la enseñanza de la matemática a personas con capacidad visual diferente. La información existente se limita a referir técnicas muy concretas, argumentos de experiencias personales, o tan sólo indicaciones sobre material pedagógico adaptado para el uso de personas con ceguera. Una referencia de especial interés [17], propone el empleo de *proyectos de investigación dirigida* que promuevan la comunicación e involucramiento de todos los actores. La didáctica propuesta sugiere que la necesidad de contar con un equipo de investigadores (los alumnos), con un director (el profesor), una estructura de equipo, un plan de trabajo, un problema a resolver, y una documentación adecuada. El director debe prever los resultados del proyecto, incluyendo situaciones de partida, organización de la actividad en el aula, y los hitos del proceso de formalización y actuación.

D. *Sobre el uso de juegos en la escolaridad de niños con discapacidad visual*

De acuerdo a Sanuy [18] la palabra juego proviene del término inglés “game”, que a su vez proviene de la raíz indo-europea “ghem”, que significa saltar de alegría. La relación entre jugar y aprender es natural. Ambos vocablos describen superar obstáculos, encontrar el camino, entrenarse, deducir, inventar, adivinar y llegar a ganar para pasarlo bien, para avanzar y mejorar [19].

Un juego didáctico responde a objetivos de aprendizaje, posee una adecuación psicopedagógica, propone efectos prácticos, y maneja una métrica que facilita la calificación de su aporte [17]. El usar juegos didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje estimula la atención y la memoria (el niño debe centrarse en la situación de juego, en sus reglas y en su proceso), favorece el desarrollo del rendimiento (los niños se esfuerzan en comprender el proceso de juego), y estimula la imaginación y la creatividad (los juegos impulsan el pensamiento científico y matemático y la capacidad para resolver problemas, ya que muchas estrategias que sirven para analizar y explorar los juegos son las mismas que se utilizan ante situaciones lógico-matemáticas) [20].

La selección de los materiales que apoyen la introducción de juegos didácticos en el proceso de aprendizaje de niños con discapacidad visual especial, debe considerar la proximidad al alumno, sus intereses y vivencias, fomentando la disponibilidad de estímulos sensorio motrices visuales, hápticos y sonoros, y favoreciendo la portabilidad del material [17]. Los recursos didácticos tradicionalmente destinados a la enseñanza de niños con capacidades visuales especiales (la máquina de Perkins, el sistema de Braille hablado, el PC hablado, las impresoras Braille, entre otros) apoyan el aprendizaje en el aula, pero resultan pesados, ruidosos, costosos y poco portables. La portabilidad del material facilita ampliar el tiempo disponible para la interacción con el niño.

E. Sobre la evaluación de la correspondencia

La educación inclusiva procura que los maestros y los estudiantes se sientan cómodos ante la diversidad, y que la perciban no como un problema sino como un desafío y una oportunidad para enriquecer el entorno de aprendizaje, tanto en entornos formales como no formales [19].

En el caso de la escolaridad de niños con capacidad visual especial, se debe considerar que las necesidades de estos niños son fundamentalmente las mismas que las de niños con visión plena [13]. Si las necesidades son similares, es de prever que las dificultades que enfrentan los maestros también lo sean.

Desde que inicia la etapa de escolaridad, la diferencia entre estudiantes es notoria. Existe diversidad en el ritmo de aprendizaje, en la profundidad de los conocimientos adquiridos, en la motivación, y en las actitudes hacia la asignatura. En el caso de la didáctica de la matemática, se pueden presentar dificultades relacionadas a otras áreas, a problemas socioculturales y socioemocionales, entre otros [21]. Una opción válida para enfrentar los problemas pasa por la adopción de metodologías y materiales de apoyo mucho más dinámicos.

Los modelos de educación y las técnicas psicopedagógicas de evaluación de resultados aplicables en la enseñanza – aprendizaje de niños con capacidad visual especial, son las mismas que se aplican con niños con visión normal, con las adaptaciones y excepciones metodológicas derivadas de su condición [22], sobre todo la diferencia en los modelos mentales del entorno [23].

El panel electrónico descrito en [3] es de fácil transporte, adecuado a las características perceptivas de los alumnos con

capacidad visual especial y normal, sencillo en su uso, y de bajo costo. La adaptación de fichas tipo LEGO favorece el desarrollo de la motricidad en los niños, facilitando la adquisición de conceptos espaciales como tamaño, volumen, formas geométricas, etc. [24].

En este contexto, se espera que el panel utilizado en apoyo a una adecuada didáctica de enseñanza de la matemática pueda contribuir significativamente al aprendizaje del grupo meta.

IV. CONCLUSIONES

- Se analizó 6 opciones de optimización del panel electrónico implementado, identificando como óptima a la que propone la adopción de fichas tipo LEGO, considerando sus ventajas y desventajas, pero sobre todo la ampliación de las potencialidades de enseñanza de matemática.
- Considerando el grado de desarrollo de la capacidad táctil en el grupo beneficiario del proyecto, y, los requerimientos de estética planteados por el equipo de trabajo, se decidió plantear al menos 4 posibles diseños de fichas tipo LEGO a utilizar en el panel (operandos, operadores, y, referencias de posición), de entre las cuales se escogería la opción óptima.
- Como resultado de un sistema educacional inclusivo se espera que las personas con capacidades especiales alcancen una vida plena y sean los actores principales de su economía.
- El sistema educacional inclusivo debe procurar alcanzar un currículo escolar para todos, en el que en el aula común se reciba como iguales a estudiantes con capacidades especiales o normales.
- En este sentido, se espera que en el aula existan adaptaciones técnico-didactas que consideren las capacidades diferentes de cada niño.
- En educación, debe existir una garantía en el dominio de técnicas tiflotecnológicas en todas las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- En el caso de la escolaridad de niños con capacidad visual especial, se debe considerar que las necesidades de estos niños son fundamentalmente las mismas que las de niños con visión plena.
- Desde que inicia la etapa de escolaridad, la diferencia entre estudiantes es notoria. Existe diversidad en el ritmo de aprendizaje, en la profundidad de los conocimientos adquiridos, en la motivación, y en las actitudes hacia la asignatura. En el caso de la didáctica de la matemática, se pueden presentar dificultades relacionadas a otras áreas, a problemas socioculturales y socioemocionales, entre otros. Una opción válida para enfrentar los problemas pasa por la adopción de metodologías y materiales de apoyo mucho más dinámicos.
- Se espera entonces que un panel electrónico de fácil transporte, adecuado a las características perceptivas de los alumnos con capacidad visual especial y normal, sencillo en su uso, y de bajo costo; utilizado en apoyo a una adecuada didáctica de enseñanza de la matemática

pueda contribuir significativamente al aprendizaje de niños con capacidad visual especial.

V. REFERENCIAS

- [1] Diseño del Material Didáctico Matemático y Discapacidad Visual en niños de Educación Básica. [En línea]. Disponible en: <http://memorias.utpl.edu.ec/sites/default/files/documentacion/arte2013/utpl-diseno-material-didactico-matematico.pdf>
- [2] Bermeo. Figueroa. Lima. Ochoa. Peña. Romero. Jaramillo, “Análisis de opciones de optimización de un panel electrónico diseñado para enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidades visuales especiales,” Loja, 2014.
- [3] Bermeo. Figueroa. Lima. Ochoa. Peña. Romero. Jaramillo, “Diseño de un panel electrónico para la enseñanza de operaciones matemáticas básicas a niños con capacidad visual especial, basado en la utilización de fichas tipo LEGO,” Loja, 2014.
- [4] Los niños ciegos y su educación. [En línea]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/arteaga_j_g/capitul_o2.pdf
- [5] J. Fernández del Campo, “Braille y Matemática”. [En línea]. Disponible en: http://sid.usal.es/idsocs/f8/fdo10191/braille_y_matematica.pdf
- [6] Dimensiones de LEGO. [En línea]. Disponible en: <http://www.robertcailliau.eu/Lego/Dimensions/zMeasurements-en.xhtml>
- [7] Educación con LEGO. [En línea]. Disponible en: <http://education.lego.com/en-us/lego-education-product-database/preschool/9027-lego-duplo-brick-set>
- [8] Software de diseño CAD en 3D, SOLIDWORKS. [En línea]. Disponible en: <http://www.solidworks.com/>
- [9] MakerBot Replicator 2 Desktop 3D Printer. [En línea]. Disponible en: <http://store.makerbot.com/replicator2x>
- [10] S. Hegarty, “Educación de Niños y Jóvenes con Discapacidades,” Principios y práctica, UNESCO, 1994.
- [11] Declaración Universal de Derechos Humanos, Art. 26. [En línea]. Disponible en: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>
- [12] M. García, Y. Martín, y A. Nieto, “Visión Deportiva” (Monografías de Gaceta, n° 6. Suplemento a la revista Gaceta Óptica n° 273). Madrid: Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 1994.
- [13] B. Lowenfeld, “Effects of blindness on the cognitive functions of children,” New York: American Foundation for the Blind, 1981.
- [14] C. Guinea, “Los niños con discapacidades visuales en la escuela, CL & E: Comunicación, Lenguaje y Educación,” N° 22, 1994, pp. 15-21
- [15] M. Leonhardt, “El Bebé Ciego: Primera Atención. Un Enfoque Psicopedagógico,” Barcelona, 1992, Ed. Masson-ONCE.
- [16] OMS, “Serie de Informes Técnicos,” No. 518, Ginebra, 1972.
- [17] J. Fernández, “La Enseñanza de la Matemática a los Ciegos,” 2da. Edición, Madrid, 1996.
- [18] C. Sanuy, “Enseñar a Jugar,” España: Marsiega, 1998, p.13.
- [19] Educación Inclusiva y Especial, Módulo I, Vicepresidencia de la República del Ecuador, Noviembre 2011. [En línea]. Disponible en: http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/Modulo_Trabajo_El.pdf
- [20] P. Chacón, “El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula?.” [En línea]. Disponible en: <http://www.grupodidactico2001.com/PaulaChacon.pdf>
- [21] M. Jimeno, “Al Otro Lado de las Fronteras de las Matemáticas Escolares. Problemas y dificultades en el aprendizaje matemático de los niños y niñas,” Tesis Doctoral, Málaga, 2002. [En línea]. Disponible en: <http://jabega.uma.es/record=b1627571>
- [22] A. Hall, T. Scholl, R. Shallow, Psychoeducational assessment. In: Scholl T. (Ed.) Foundations of Education for Blind and Visually Handicapped Children and Youth, “Theory and Practice,” New York: American Foundation for the Blind Inc., p. 509.
- [23] J. Sanchez, “Una metodología para desarrollar y evaluar la usabilidad de entornos virtuales basados en audio para el aprendizaje y la cognición de usuarios ciegos.” [En línea]. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDIQFjACahUKEwiDiKH79bDIAhXBvoAKHfjeCFI&url=http%3A%2F%2Frevistas.uned.es%2Findex.php%2Fried%2Farticle%2Fdownload%2F825%2F734&usq=AFQjCNFZmZdjPOkCdMyQ-7qJ5pxlf-sFyw&cad=rja>
- [24] J. Moreno, P. Rodríguez, “El Aprendizaje por el Juego Motriz en la Etapa Infantil,” Facultad de Educación, Universidad de Murcia, 1996. [En línea]. Disponible en: <http://www.um.es/univefd/juegoinf.pdf>