Resultado de Investigación



Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar

Anyi Vanesa Arcos Rodríguez
Rosa Helena Eraso Angulo
Compiladoras

Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar



Anyi Vanesa Arcos Rodríguez
Rosa Helena Eraso Angulo
Compiladoras

Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Editorial Unimar

Colección Resultado de Investigación

2025

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

Burbano Vallejo, Karen Tatiana, autora
Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar / Karen Tatiana Burbano Vallejo [y otros dieciséis]; compiladores, Anyi Vanesa Arcos Rodríguez, Rosa Helena Eraso Angulo. -- San Juan de Pasto, Nariño: Editorial Unimar, 2025.

1 recurso en línea: archivo de texto: PDF -- (Resultado de investigación)

Incluye datos curriculares de los autores -- Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo.

ISBN 978-628-7548-74-9

1. Rehabilitación médica - Innovaciones tecnológicas 2. Personas con discapacidades visuales - Rehabilitación 3. Tecnología médica - Investigaciones I. Izquierdo Muñoz, Paola Andrea, autora II. Jaramillo Prado, Marlon Fernando, autor III. Arcos Rodríguez, Anyi Vanesa, autora IV. Zuleta Medina, Alejandra, autora V. Ávila Potosí, Ángela María, autora VI. Burgos Mallama, Tatiana Alexandra, autora VII. Mallama Campaña, Eliana Gabriela, autora VIII. Solarte Giraldo, Karen Gabriela, autora

CDD: 617.03 ed. 23 CO-BoBN– a1149711

Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Título del libro: *Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar*
e-ISBN: 978-628-7548-74-9
DOI: https://doi.org/10.31948/editorialunimar.248
Formato: 18 x 26 cm – Digital
Páginas: 78
Año: 2025

© Editorial Unimar, Universidad Mariana
© Karen Tatiana Burbano Vallejo
© Paola Andrea Izquierdo Muñoz
© Marlon Fernando Jaramillo Prado
© Anyi Vanesa Arcos Rodríguez
© Alejandra Zuleta Medina
© Ángela María Ávila Potosí
© Tatiana Alexandra Burgos Mallama
© Eliana Gabriela Mallama Campaña
© Karen Gabriela Solarte Giraldo
© Luis Alejandro Ceballos Burgos
© Iván Heriberto Méndez Salazar
© Rosa Helena Eraso Angulo
© Eunice Yarce Pinzón
© Karen Julieth Ortega Melo
© Jesica Alejandra Pérez Zambrano
© Edwin Camilo Pinza Cuarán
© Luis Alberto Zambrano Montero

Pares evaluadores

Dr. **Fabrielo Alfonso Jiménez Bolívar**
Corporación Universitaria Americana, Colombia

Mag. **María Constanza Trillos Chacón**
Universidad del Rosario, Colombia

Editorial Unimar

Luz Elida Vera Hernández
Coordinadora editorial

Ana Cristina Chávez López
Corrección de estilo

Johan Esteban Botina Portillo
Diseño y diagramación

Correspondencia:

Editorial Unimar, Universidad Mariana
San Juan de Pasto, Nariño, Colombia, Calle 18 No. 34 – 104
Tel: 6027244460 - Ext. 185
E-mail: editorialunimar@umariana.edu.co

Depósito Digital

Biblioteca Nacional de Colombia, Grupo Procesos Técnicos, Calle 24, No. 5 - 60 Bogotá D.C., Colombia.

Biblioteca Hna. Elisabeth Guerrero N. f. m. i. Calle 18 No. 34 - 104 Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Colombia.

Disponible en: https://libros.umariana.edu.co

Cítese como: Arcos Rodríguez, A. V. y Eraso Ângulo, R. H. (comps.). (2025). *Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar.* Editorial Unimar. https://doi.org/10.31948/editorialunimar.248

Las opiniones contenidas en el presente libro no comprometen a la Editorial Unimar ni a la Universidad Mariana, puesto que son responsabilidad única y exclusiva de los autores; de igual manera, ellos han declarado que, en su totalidad, es producción intelectual propia, en donde aquella información tomada de otras publicaciones o fuentes, propiedad de otros autores, está debidamente citada y referenciada, tanto en el desarrollo del documento como en las secciones respectivas a la bibliografía.

El material de este libro puede ser reproducido sin autorización para uso personal o en el aula de clase, siempre y cuando se mencione como fuente su título, autores y editorial.



Este libro está bajo licencia internacional:

CC BY-NC-ND Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoqu interdisciplinar

Agradecimientos

Gratitud por el trabajo investigativo realizado por los profesores y estudiantes; gracias a este proceso, fue posible elaborar el presente libro.

Un agradecimiento a la Universidad Mariana y a aquellos profesionales gestores de publicaciones derivadas de investigación.

Contenido

Capítulo 1. Tecnología de asistencia para la movilidad. Un estudio de caso de discapacidad visual

Karen Tatiana Burbano Vallejo, Paola Andrea Izquierdo Muñoz, Marlon Fernando Jaramillo Prado, Anyi Vanesa Arcos Rodríguez y Alejandra Zuleta Medina 11

Capítulo 2. Diseño de un aplicativo móvil como apoyo terapéutico en patologías osteomusculares de miembro superior

Ángela María Ávila Potosí, Tatiana Alexandra Burgos Mallama, Eliana Gabriela Mallama Campaña, Karen Gabriela Solarte Giraldo, Luis Alejandro Ceballos Burgos, Iván Heriberto Méndez Salazar, Rosa Helena Eraso Angulo, Eunice Yarce Pinzón y Alejandra Zuleta Medina 29

Capítulo 3. Juego multisensorial para el aprendizaje de adición y sustracción matemática en niños con baja visión

Karen Julieth Ortega Melo, Jesica Alejandra Pérez Zambrano, Edwin Camilo Pinza Cuarán y Luis Alberto Zambrano Montero 46

Presentación

Este libro ofrece una visión integral de cómo las tecnologías emergentes y los diseños innovadores pueden transformar la vida de personas con diversas discapacidades (permanentes o transitorias), mejorando el bienestar y la participación ocupacional. Cabe destacar que las propuestas basadas en la innovación y desarrollo tecnológico se fundamentan en trabajos interdisciplinares, siendo el componente de ingeniería un aporte fundamental en el diseño y puesta en práctica de las mismas.

Cada capítulo proporciona no solo una descripción detallada de las soluciones tecnológicas, sino también una reflexión sobre su impacto a nivel social y científico.

En el primer capítulo se muestra una propuesta de tecnología de asistencia encaminada a facilitar la movilidad en un estudio de caso de discapacidad visual, a partir de la experiencia. Se analiza dispositivos como bastones inteligentes, aplicaciones de navegación asistida por GPS y sistemas de sensores que ayudan a detectar obstáculos y proporcionar rutas seguras. Además, se discute los beneficios y desafíos de la implementación de estas tecnologías en la vida diaria, así como estudios de caso y testimonios de usuarios que han experimentado mejoras significativas en su autonomía y calidad de vida.

El capítulo dos se enfoca en el desarrollo de una aplicación móvil destinada a apoyar el tratamiento de patologías osteomusculares en el miembro superior. Se describe el proceso de diseño y desarrollo de la aplicación, desde la identificación de necesidades de los pacientes hasta la implementación de características específicas que facilitan ejercicios terapéuticos, seguimiento del progreso y comunicación con profesionales de la salud. También se presenta una revisión de estudios que demuestran la efectividad del uso de aplicaciones móviles en la rehabilitación y manejo del dolor, subrayando su potencial para mejorar la adherencia a los programas terapéuticos y, optimizar los resultados de los pacientes.

El último capítulo aborda la creación de un juego multisensorial diseñado para enseñar conceptos básicos de adición y sustracción a niños con baja visión. Se detalla cómo se integran diferentes estímulos sensoriales, como

sonidos, vibraciones y texturas, para facilitar el aprendizaje y hacer la experiencia más interactiva y accesible. Además, se discute los fundamentos pedagógicos detrás del diseño del juego y se presenta resultados preliminares de estudios que indican mejoras en la comprensión y retención de los conceptos matemáticos por parte de los niños participantes. Este enfoque innovador no solo promueve la inclusión educativa, sino que proporciona una herramienta valiosa para docentes y padres.

Capítulo 1. Tecnología de asistencia para la movilidad. Un estudio de caso de discapacidad visual[1]

Karen Tatiana Burbano Vallejo[2]
Paola Andrea Izquierdo Muñoz[3]
Marlon Fernando Jaramillo Prado[4]
Anyi Vanesa Arcos Rodríguez[5]
Alejandra Zuleta Medina[6]

Cítese como: Burbano Vallejo, K. T., Izquierdo Muñoz, P. A., Jaramillo Prado, M. F., Arcos Rodríguez, A. V. y Zuleta Medina, A. (2025). Tecnología de asistencia para la movilidad. Un estudio de caso de discapacidad visual. En A. V. Arcos Rodríguez y R. H. Eraso Ángulo (comps.). *Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar* (pp. 11-28). Editorial Unimar. https://doi.org/10.31948/editorialunimar.248.c400

Introducción

Según el Instituto Nacional para Ciegos (INCI, 2020), el censo de 2018 arrojó un total de 1.948.332 personas con discapacidad visual, equivalente al 62,17 % de la población con discapacidad en Colombia. Las personas con esta discapacidad experimentan problemas para participar en ocupaciones diarias; entre ellas, para la movilidad en la comunidad. Estos problemas para ejecutar actividades de movilidad y participar en diversas situaciones no solamente se adhieren a deficiencias visuales, sino que los factores ambientales pueden constituirse en grandes barreras para esta población.

[1] Artículo resultado de la investigación titulada: *Tecnología de asistencia para apoyar la movilidad de personas con discapacidad visual, San Juan de Pasto*, desarrollada desde el 15 de agosto de 2022 hasta el 30 de octubre de 2023 en la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.

[2] Terapeuta Ocupacional, Universidad Mariana.

[3] Terapeuta Ocupacional, Universidad Mariana.

[4] Ingeniero de Sistemas, Universidad Mariana.

[5] Magíster en Discapacidad. Especialista en Rehabilitación de Mano y Miembro superior. Terapeuta Ocupacional. Profesora investigadora del programa de Terapia Ocupacional de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Mariana, San Juan de Pasto.

[6] Doctora en Educación. Magíster en Educación. Ingeniera de Sistemas. Profesora del INEM, San Juan de Pasto.

Según Lancioni et al. (2021), las personas con discapacidad visual experimentan menor movilidad en la comunidad, lo cual conduce a rutinas más pasivas. En este sentido, esta población puede experimentar problemas en su movilidad e independencia, derivando en dependencia, exclusión social, falta de pertenencia, aislamiento social y restricciones en el espacio físico/social.

Las personas con discapacidad visual y auditiva perciben que la movilidad es uno de los elementos de más importancia, puesto que contribuye a la participación en la comunidad y a moverse por diferentes lugares; en tanto, las limitaciones en la movilidad conducen a la falta de independencia y al aislamiento social (Jaiswal et al., 2019).

Una de las alternativas que podrían dar respuesta a los problemas en la movilidad de las personas con discapacidad visual es la tecnología de asistencia. Al respecto, Lancioni et al. (2021) señalan que los sistemas de tecnología apoyan la participación ocupacional de esta población, siendo favorecida la movilidad, una actividad de la vida diaria.

Los anteriores acercamientos se constituyeron en una idea de investigación que motivó el desarrollo de este trabajo, el cual se consolidó con el propósito de aportar a la independencia en la movilidad en un estudio de caso con discapacidad visual basado en un trabajo interdisciplinar entre terapia ocupacional e ingeniería de sistemas a partir del desarrollo tecnológico. Esta investigación podría establecerse como un referente a nivel nacional que contribuiría con la comunidad académica y científica.

Este proyecto buscó implementar la tecnología de asistencia a través de un aplicativo móvil que se establezca como un facilitador para la participación en la movilidad en un estudio de caso con discapacidad visual en la ciudad de San Juan de Pasto – Nariño, a partir de una metodología fundamentada en un paradigma mixto; para el desarrollo de la tecnología de asistencia se escogió el personal software process (PSP) adicionado a la arquitectura 4+1 y diversas etapas con metodología XP.

Materiales y métodos

Este proceso investigativo se realizó a partir de la participación de un estudio de caso; sexo: hombre, edad: 57 años, con discapacidad visual completa.

Considerando el alcance del presente trabajo, el paradigma fue mixto, por lo cual se tuvo en cuenta el paradigma cualitativo que, de acuerdo con Vásquez et al. (2011), permite aumentar la comprensión de la realidad. Para ello se utilizó la técnica de entrevista semiestructurada a partir del instrumento

adaptado por Hammel et al. (2008) que permitió comprender las necesidades relacionadas con la participación en la movilidad en el estudio de caso en mención en la ciudad de San Juan de Pasto. Las preguntas vinculadas fueron:

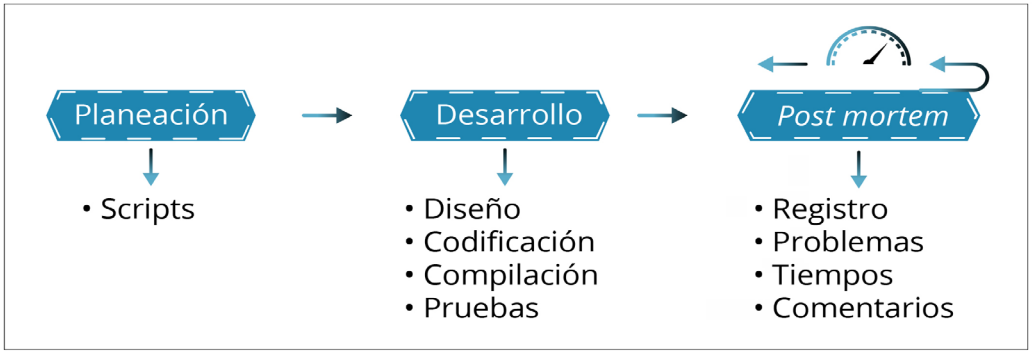
- ¿Qué significa para usted la participación en la movilidad?
- ¿Qué problemas ha experimentado en la participación en la modalidad?
- ¿Qué estrategias son las más necesarias para promover y apoyar su participación en la movilidad?

Por su parte, el paradigma cuantitativo permitió tener en cuenta las características de usabilidad a partir de la Norma ISO 25000 (2022), en tanto, se reconocio que el producto tecnológico se entiende, se aprende y se usa fácilmente, siendo atractivo y accesible; la evaluación de usabilidad se realizó a partir de la perspectiva del usuario.

El método de desarrollo escogido fue 1.6.1 el PSP, una metodología enfocada a la construcción de software de calidad. Adicionalmente, el refinamiento de requerimientos se hará con arquitectura 4+1. Además, se consideró que las etapas fueran con metodología xp (Figura 1).

Figura 1

Etapas de la metodología XP



Nota. Alva y Reyes (2019).

Resultados

Exploración de necesidades de movilidad

Para conocer las necesidades relacionadas con la movilidad de un estudio de caso con discapacidad visual de la ciudad de San Juan de Pasto, se llevó a cabo diferentes procesos, como, la grabación de datos, la transcripción de

textos y, se organizó la información analizando el contenido para identificar temas y subtemas.

En línea, los resultados fueron organizados en cuatro temas: significado de la participación en la movilidad, problemas experimentados en la movilidad, estrategias que apoyan la participación en la movilidad y entornos importantes en la participación en la movilidad, como se describe a continuación:

Significado de la participación en la movilidad: teniendo en cuenta lo referido por el participante de la investigación, el subtema derivado del significado de participación en la movilidad fue autonomía. El participante expresó que la participación en la movilidad permite un desplazamiento sin asistencia; esta autonomía hace posible desplazarse con plena conciencia en los recorridos y en la ubicación geográfica.

Problemas experimentados en la movilidad: a partir de lo expresado por el participante, surgieron dos subtemas: el primero, relacionado con **actitudes como barreras**, las cuales han limitado la participación en la movilidad debido a que las personas no respetan los pares y, una persona con discapacidad visual no tiene la seguridad para desplazarse de una calle a otra.

También ha vivenciado actitudes negativas por parte de los conductores de transporte público y de la gente que está esperando el transporte, quienes muchas veces no dan información de las rutas requeridas; el segundo está relacionado con **entornos exteriores como barrera**; lo expresado por el participante refleja que los andenes, las calles y señales podotáctiles que se encuentran en mal estado, se convierten en un obstáculo para la movilidad.

Qué estrategias son las más necesarias para promover y apoyar su participación en la movilidad: en cuanto a las estrategias esenciales para promover la movilidad, el participante refiere utilizar la de búsqueda y localización de lugares a través de internet; sin embargo, da a conocer que durante el recorrido de un lugar a otro encuentra muchos obstáculos, por lo cual el desplazamiento se vuelve más difícil.

En qué entornos es más importante participar en la movilidad: el participante sostiene que no se trata del lugar más importante, sino el que más frecuenta. En este sentido, refiere que es necesario que en dichos lugares se cuente con señalización que contribuya a la independencia; es decir, **entornos accesibles** en donde la persona con discapacidad visual pueda movilizarse a través de apoyos táctiles y auditivos que le permitan su orientación dentro del lugar.

Creación de un sistema tecnológico para la movilidad

Para crear un sistema tecnológico que apoya la movilidad del estudio de caso con discapacidad visual, se utilizó la metodología XP, la cual consta de tres etapas: Planeación, Desarrollo, Post mortem.

A continuación, se muestra las fases que dan respuesta a cada una de las etapas mencionadas, las cuales están soportadas en la propuesta de Alva y Reyes (2019).

Fase 1. Planeación. Para iniciar esta fase fue preciso conocer las necesidades relacionadas con la movilidad del estudio de caso, a partir del cual se creó un cronograma de actividades que organizaba el proceso de creación de la aplicación, que el cálculo de recursos económicos fuera de bajo costo y que lograse los resultados puntuales para obtener una aplicación accesible que respondiera a los requerimientos trazados.

Se plantea el uso de la inteligencia artificial (IA) y el entrenamiento de esta mediante datos recolectados por el equipo del presente proyecto, además de la implementación de la API (interfaz de programación de aplicaciones) de geolocalización de Google Maps.

En esta fase, la participación de la terapia ocupacional consistió en la creación de los instrumentos y su aplicación y recolección de información para el entrenamiento de la IA, en aras de guiar al programador sobre las necesidades del estudio de caso y, lograr finalmente, la implementación. Por su parte, Ingeniería de sistemas se encargó de la programación y desarrollo tecnológico de la aplicación con base en las necesidades expuestas desde terapia ocupacional, de apoyar y guiar la recolección de datos y, de realizar el acompañamiento en la implementación del dispositivo de apoyo, con el fin de conocer los errores encontrados en las pruebas a realizar.

A manera de scripts se toma la recolección de los datos expuestos en el código in vivo; desde ingeniería es tomado como un plano que guía la creación y las exigencias que la aplicación móvil debe cumplir, al igual que los datos proporcionados por la Norma ISO 25010 como estándares mínimos en el desarrollo del aplicativo móvil.

Fase 2. Desarrollo. Se retomó el análisis derivado de la entrevista realizada al estudio de caso, incluyendo el resumen del código in vivo y otros datos relevantes del primer objetivo específico. Esta información se sometió a un análisis profundo para extraer los elementos clave que guiaron el diseño del aplicativo.

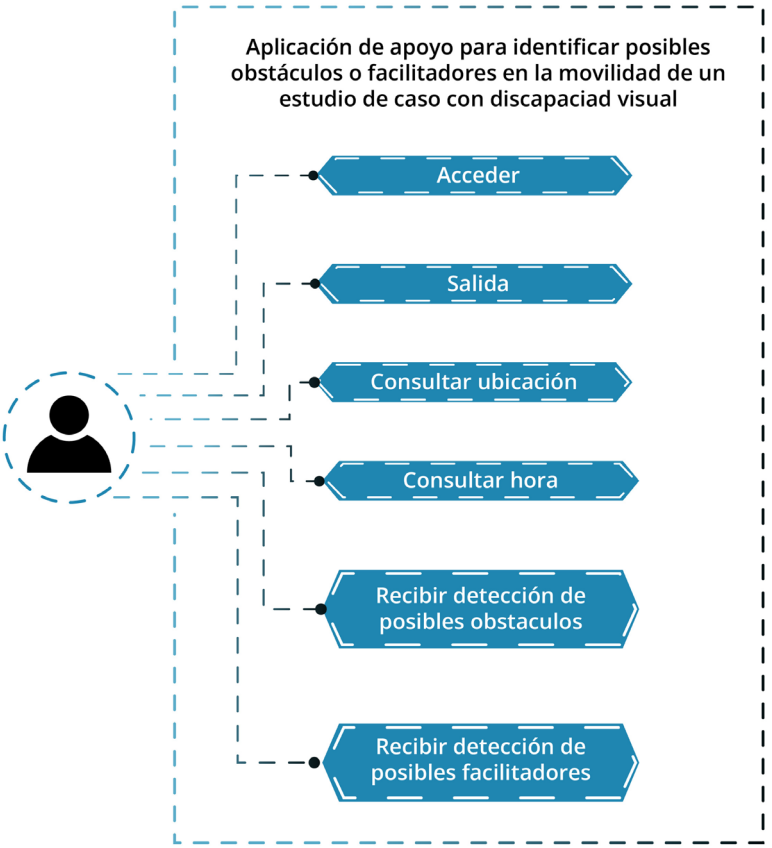
Primero, se hizo la identificación de los actores involucrados que participaron en el uso de la aplicación, incluyendo al usuario con discapacidad visual, posibles cuidadores o asistentes y, cualquier otro actor relevante en el contexto de la movilidad urbana; segundo, la construcción de requerimientos funcionales. Para ello se identificó un conjunto de requerimientos específicos basados en la información recopilada del estudio de caso y en los objetivos identificados. Estos requerimientos son la base para el desarrollo de la aplicación y se centran en funcionalidades concretas para contribuir a la movilidad.

Para la correcta comprensión de la interacción que se podrá evidenciar en la APP propuesta en esta investigación se describe las siguientes secuencias:

Secuencia 1. Vista de escenarios. Estos escenarios representan casos de uso concretos que ayudan a comprender cómo los usuarios interactúan con el sistema en situaciones del mundo real (Figura 2).

Figura 2

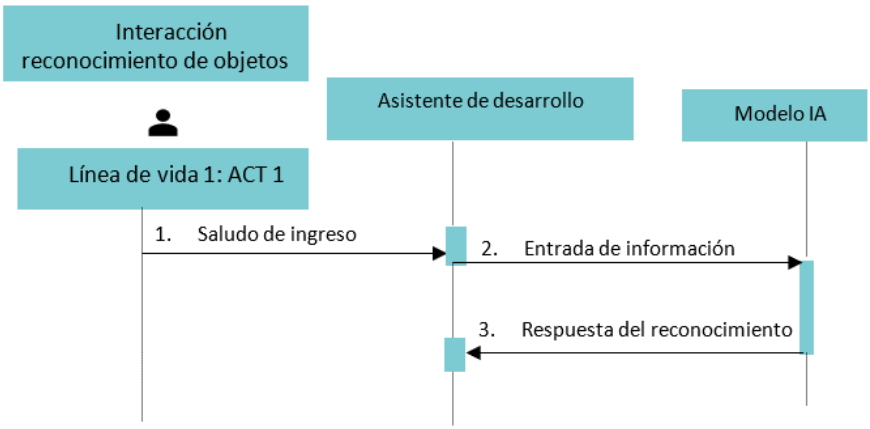
Diagrama de casos de uso



Secuencia 2. Reconocimiento de objetos. Secuencia en la que se recibe y analiza imágenes en tiempo real para identificar posibles obstáculos o facilitadores de movilidad para el estudio de caso (Figura 3).

Figura 3

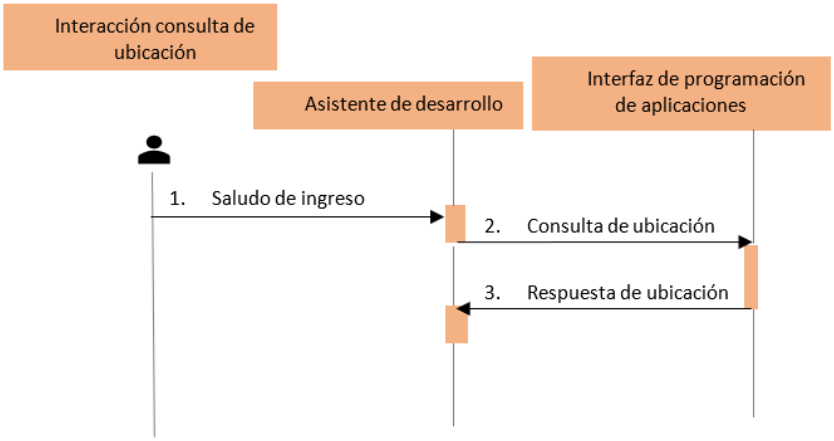
Diagrama de secuencia: reconocimiento de objetos



Secuencia 3. Consulta de ubicación. Secuencia en la que el usuario consulta la ubicación y el desarrollo. Después de comprobar si hay conexión a internet, se conecta con una app de servicios que facilita la información relacionada con la ubicación del usuario (Figura 4).

Figura 4

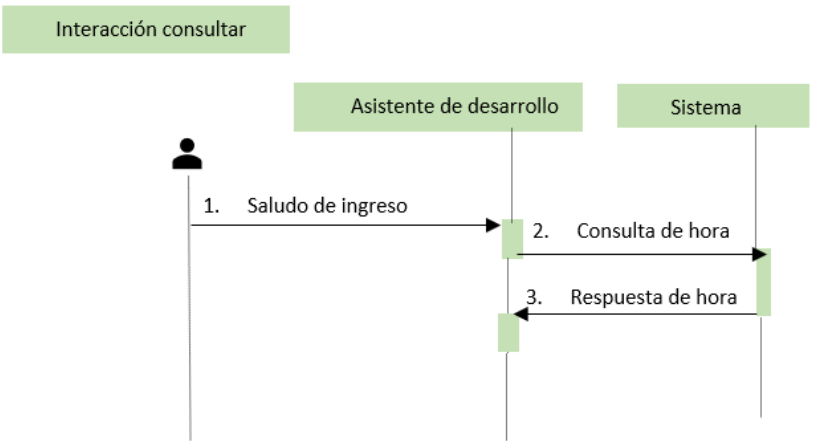
Diagrama de secuencia: consulta de ubicación



Secuencia 4. Consulta de hora. Secuencia en la que el usuario consulta la hora y la app le responde la información solicitada (Figura 5).

Figura 5

Diagrama de secuencia: Consulta de hora



Vista de procesos

Para describir y explicar de manera efectiva los flujos de trabajo y las actividades relacionadas con la solución tecnológica que se propone, a continuación, se evalúa estas actividades similares a las secuencias anteriores:

Figura 6

Diagrama de actividad 1: reconocimiento de objetos

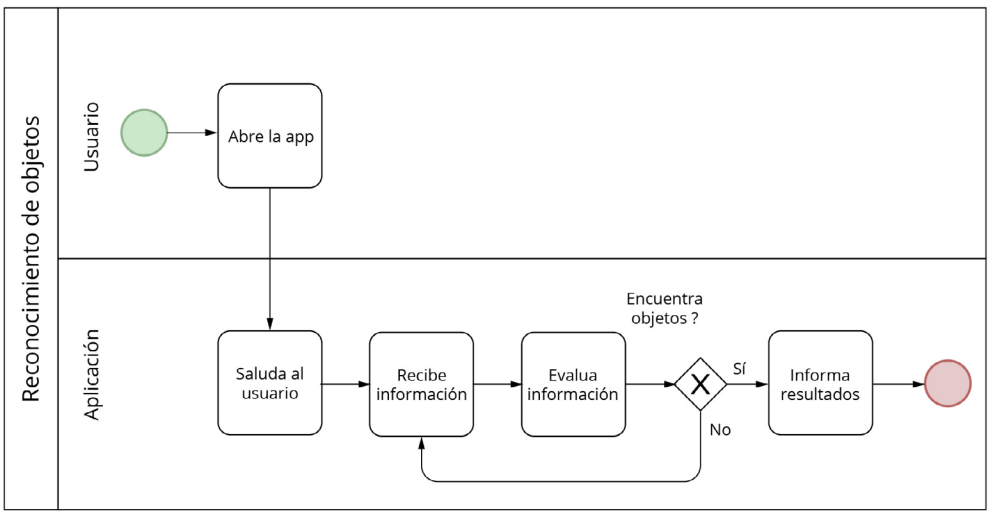


Figura 7

Diagrama de actividad 2: consulta de ubicación

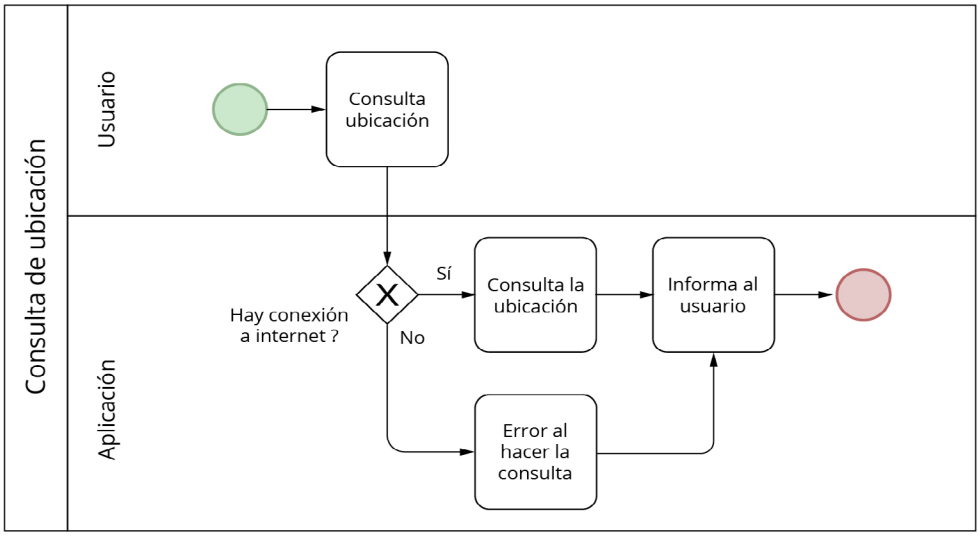
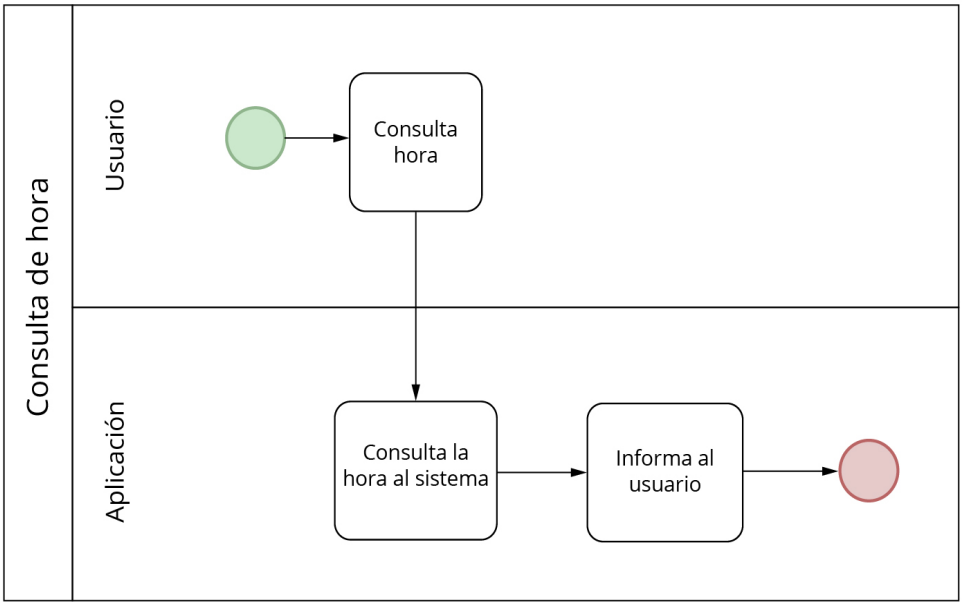


Figura 8

Diagrama de actividad 3: consulta de hora



Vista física del diagrama de despliegue

Es una herramienta gráfica que se utiliza para representar la arquitectura física de un sistema, mostrando cómo los componentes de software se

relacionan con los recursos de hardware y cómo se comunican entre sí a través de redes y conexiones. Este diagrama proporciona una visión detallada de cómo se implementa el sistema en el entorno de producción, incluyendo servidores, dispositivos, redes y otros elementos físicos (Figura 9).

Figura 9

Diagrama de despliegue Podev App

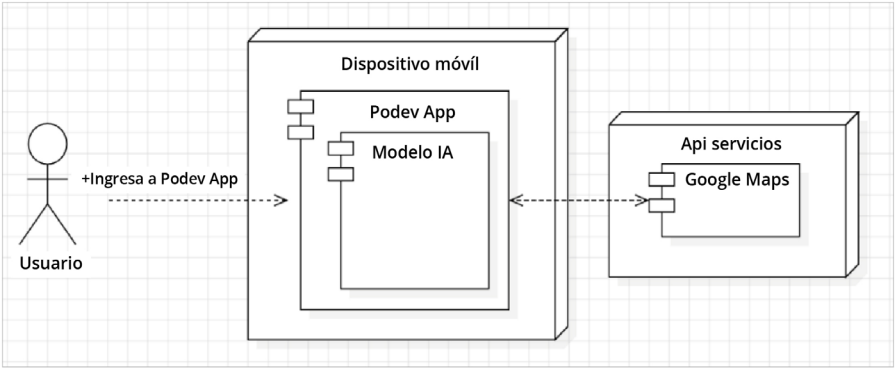
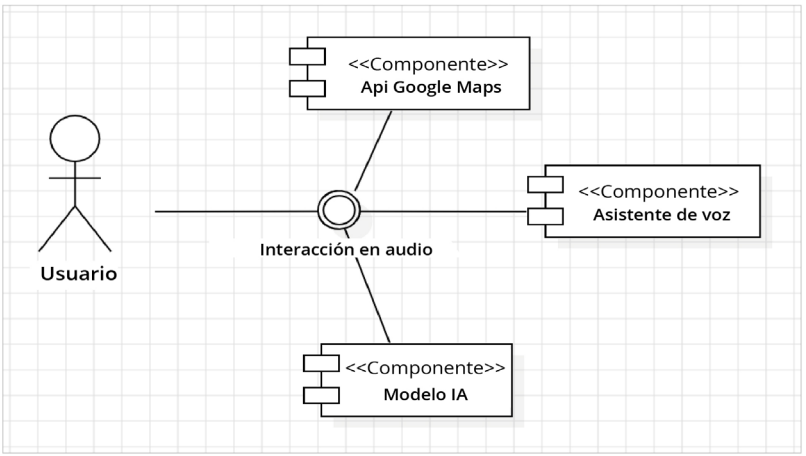


Diagrama de componentes. Es una herramienta gráfica que se utiliza para representar la estructura de los componentes de software en un sistema, mostrando cómo se relacionan y cómo se comunican entre sí. Este diagrama proporciona una visión detallada de los módulos, bibliotecas y elementos de software que componen el sistema, así como las dependencias y conexiones entre ellos (Figura 10).

Figura 10

Diagrama de componentes Podev App



En esta vista solo se grafica el diagrama de componentes, ya que este se enfoca en la estructura interna de los componentes reutilizables y cómo se conectan entre sí, mientras que el diagrama de paquetes se enfoca en la organización de alto nivel de elementos relacionados en paquetes lógicos. Es ideal comprender y diagramar la estructura de los elementos que constantemente actúan en la aplicación móvil.

Diseño para el entrenamiento de la inteligencia artificial. Una vez se haya completado la fase de diseño y planificación del desarrollo, la primera etapa que se aborda es el entrenamiento de un modelo de IA. El objetivo principal es capacitar al modelo para que pueda identificar de forma efectiva los obstáculos y facilitadores relacionados con la movilidad en un contexto clínico específico. Con ese análisis se listó los siguientes objetos para entrenamiento:

- Pisos podotáctiles para orientar
- Pisos podotáctiles para advertir
- Cebra peatonal
- Semáforos peatonales en rojo
- Semáforos peatonales en verde
- Paraderos de transporte público
- Buses de transporte público
- Señal de pare
- Señalética para pasos, cruces o caminos de peatones.

Recolección de datos para el entrenamiento: en esta fase se recopiló los datos necesarios para alimentar el proceso de entrenamiento del modelo IA. Estos datos consistieron principalmente en fotografías de objetos y elementos que se encuentran en las calles de la ciudad de Pasto, los cuales son relevantes para el estudio de caso. Cada objeto fue representado por alrededor de 300 muestras fotográficas, lo que proporciona una base de datos robusta y diversa. Para llevar a cabo la recolección de datos de manera eficiente y garantizar la variedad y calidad de las muestras, se planificó una campaña específica que implicó la participación de colaboradores y voluntarios que contribuyeron a la construcción del banco de datos (Figura 11).

A partir de lo anterior, se realizó el proceso de entrenamiento del modelo de IA para la identificación de obstáculos y facilitadores en la movilidad. La recopilación de datos de alta calidad y diversidad fue esencial para lograr un modelo preciso y robusto que pudiera brindar resultados útiles en la práctica clínica.

Codificación del entrenamiento de inteligencia artificial: la codificación se inició después de reunir los datos, los cuales fueron clasificados en un orden específico por categorías (ya mencionadas). Se procedió a etiquetar las imágenes seleccionando el objeto a reconocer. El proceso de etiquetación se llevó a cabo en un total de 4.000 imágenes. Posteriormente se procedió con la codificación de entrenamiento utilizando la IA libre, la red neuronal abierta tensor flow life, la cual se presta para el entrenamiento de reconocimiento de objetos. Con base en lo expuesto, se creó un modelo de IA funcional para lograr el propósito de cumplir con las categorías anteriores.

Codificación: consistió en la adecuación del entorno en el que se iba a ejecutar el modelo de IA; por ejemplo, los permisos de uso de cámara, la arquitectura accesible, entre otras. Es decir, compactar el funcionamiento del talkback y la integración con la geolocalización de Google Maps, funciones de información esenciales, información horaria y la configuración del aplicativo mediante comandos de voz.

Pruebas de compilación: fueron ejecutadas en Android estudio; se revisó la lógica del programa, estado del código y el programa al emulador, verificando su buen funcionamiento, para proceder a la instalación en un ambiente de prueba (emulador real).

Fase 3. Post mortem. Se realizó la reunión del equipo de la presente investigación y se determinó lo siguiente:

Tiempo: los tiempos estipulados para las fases y pruebas fueron cumplidos; se recalca que fueron reducidos por factores externos.

Defectos: en el transcurso de las pruebas externas realizadas al aplicativo móvil se identificó los siguientes defectos, señalados en laTabla 1.

Tabla 1

Registros de defectos

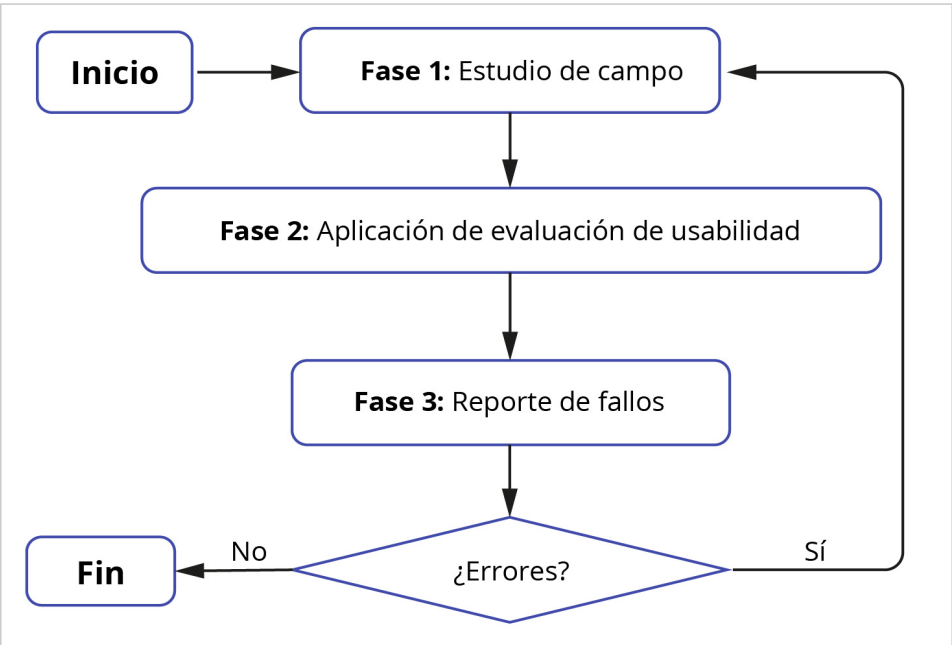
Defecto	Defecto corregido
Interferencia con t*alkback*	Sí
Dificultad en reconocimiento de objetos a base de filtros muy exigentes	En proceso

Evaluación de la usabilidad de la tecnología de asistencias

Finalmente, para evaluar la usabilidad de la tecnología de asistencia a través del aplicativo móvil para la movilidad en el estudio de caso a partir de la Norma ISO 25010, fue necesario el desarrollo de las siguientes fases, recomendadas por Paniagua et al. (2020), las cuales fueron ajustadas de acuerdo con los requerimientos del proceso investigativo (Figura 11).

Figura 11

Diagrama de fases



Nota. Paniagua et al. (2020).

Fase 1. Estudio de campo. En la presente fase se hizo dos acercamientos: en el primero, se contó con la participación del estudiante de ingeniería de sistemas, quien identificó la compatibilidad del aplicativo móvil con el teléfono celular del estudio de caso. Los resultados fueron favorables, en tanto se comprobó la compatibilidad entre el aplicativo y el celular; en el segundo, se implementó un chaleco de soporte como herramienta que apoyase el alcance del campo visual, el cual está elaborado en cordura (tejido de nailon), cuya función es soportar el dispositivo. Se instaló una segunda versión del aplicativo, con el fin de realizar una comparación de funcionamiento.

Fase 2. Aplicación de evaluación de usabilidad. Se utilizó el instrumento para evaluar la usabilidad, atendiendo la Norma ISO 25010 (Tabla 2).

Tabla 2

Resultados de la aplicación del instrumento ISO 25010 Evaluación 1

Pregunta	Evaluación 1
¿La aplicación cumple con sus necesidades?	Algunas veces sí, algunas veces no
¿La aplicación le permite aprender su manejo?	Algunas veces si, algunas veces no
¿La aplicación es fácil de usar?	Siempre
¿La interacción con la aplicación es agradable?	La mayoría de las veces sí
¿La aplicación le permite usarse de acuerdo con sus capacidades y entornos?	La mayoría de las veces sí

Los resultados evidenciados en la Tabla 2 permiten verificar que, a partir de la opinión del estudio de caso, la tecnología de asistencia a través de un aplicativo móvil únicamente cumple con el criterio de usabilidad de 'Fácil de usar'. Teniendo en cuenta estos resultados, se vio la necesidad de continuar con la siguiente fase.

Fase 3. Reporte de fallos. En la Tabla 2 se identifican los fallos del aplicativo móvil, en el cual se especifica que algunas veces cumple con la capacidad del producto para adherirse a las necesidades del usuario y para que el usuario aprenda su aplicación; la mayoría de las veces cumple con la capacidad del producto para tener una interacción agradable, para ser utilizado en distintos entornos.

A partir de las respuestas otorgadas por el estudio de caso se realizó el informe al estudiante de ingeniería de sistemas para la respectiva corrección.

Fase 3. Aplicación usabilidad. Posterior a los ajustes realizados por parte del estudiante de ingeniería de sistemas al aplicativo móvil, se llevó a cabo otro acercamiento con el estudio de caso. En este punto, se evaluó la usabilidad en un campo real; es decir, las calles cerca de la residencia del participante. En esta prueba se adaptó el chaleco ubicado en su región torácica, en el cual se posicionaba el dispositivo móvil en un campo visual considerado para el reconocimiento de los objetos. Se creyó necesario aplicar nuevamente el instrumento para analizar la usabilidad del aplicativo móvil (Tabla 3).

Tabla 3

Resultados de la aplicación del instrumento ISO 25010 Evaluación 2

Pregunta	Evaluación 2
¿La aplicación cumple con sus necesidades?	Siempre
¿La aplicación le permite aprender su manejo?	La mayoría de las veces sí
¿La aplicación es fácil de usar?	Siempre
¿La interacción con la aplicación es agradable?	Siempre
¿La aplicación le permite usarla de acuerdo con sus capacidades y entornos?	La mayoría de las veces si

En la Tabla 3 se aprecia las respuestas del estudio de caso respecto a la usabilidad del aplicativo móvil que pretende contribuir a la movilidad. En este sentido, el aplicativo móvil siempre cumple con la capacidad del producto para responder con las necesidades del usuario, con la capacidad de usarlo fácilmente y de interaccionar con él. La mayoría de las veces, el aplicativo permite aprender su manejo y su uso de acuerdo con las capacidades y entornos. Teniendo en cuenta los resultados, el estudio de caso aún reporta fallos en el aplicativo móvil en cuanto al aprendizaje centrado en la aplicación, como en el uso en distintos entornos.

Discusión

El presente trabajo tuvo como objetivo general, emplear tecnología de asistencia que contribuya a la participación en la movilidad en un estudio de caso de discapacidad visual en la ciudad de San Juan de Pasto. De acuerdo con lo mencionado por el participante, el significado que le otorga a la participación en la movilidad es autonomía. Este hallazgo está en línea con el estudio de Jaiswal et al. (2019), relacionado con las experiencias de participación en personas con sordoceguera, pues los participantes destacaron que el significado de autonomía e independencia está relacionado con la capacidad de no depender de los demás y de no requerir ayuda de otros.

Por otra parte, considerando los problemas experimentados en la movilidad, el participante de este estudio cree que las principales barreras están relacionadas con las actitudes de la sociedad. Al respecto, es importante recalcar que en la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y la Salud (CIF), la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2001) menciona que las actitudes hacia las personas con discapacidad pueden constituir una barrera. Este concepto apoya la idea de la percepción tomada

desde el estudio de caso, el cual expresa su inconformidad con las barreras actitudinales.

Según lo referido por el participante, los entornos exteriores también son considerados un problema para la movilidad, pues en muchas ocasiones cuentan con barreras que limitan dicha actividad. Esta problemática es apoyada por la CIF (OMS, 2001), que señala que un entorno sin facilitadores se establece como un obstáculo para el desempeño del individuo, contrario a entornos más accesibles que pueden incrementar su participación.

De acuerdo con la tecnología de asistencia en población con discapacidad visual, se resalta aportes desde el desarrollo tecnológico; por ejemplo, Condo y Molina (2019) elaboraron un bastón electrónico por medio de visión artificial para mejorar la movilidad y seguridad de las personas con discapacidad visual. De otro lado, Paiba (2020) desarrolló un bastón inteligente para facilitar la ubicación de objetos circundantes para personas con discapacidad visual.

Lo anterior permite evidenciar que la tecnología de asistencia en personas con discapacidad visual prioriza la movilidad en la comunidad, utilizando para ello diversas estrategias tecnológicas. Esto coincide con el presente proyecto de investigación, puesto que se utilizó la tecnología de asistencia a través de una aplicación móvil que beneficie la movilidad del estudio de caso.

En términos de usabilidad, Bedoya et al. (2020) utilizaron un método en el cual se tiene en cuenta la usabilidad para aplicaciones móviles, con el que se busca cumplir y satisfacer las necesidades de la persona a la que va dirigida la aplicación móvil, obteniendo así mejores resultados en su interacción y accesibilidad. En concordancia con lo propuesto en esta investigación y como se muestra en los resultados, la evaluación de la usabilidad cobra gran sentido al momento de realizar una aplicación móvil que vaya enfocada a una discapacidad; en este caso, visual, ya que el término de usabilidad se centra en la interacción directa del desarrollo y la persona que usa la tecnología.

Conclusiones

El significado que otorga el estudio de caso de la presente investigación respecto a la participación en la movilidad es la autonomía, puesto que permite desplazarse sin asistencia. Respecto a los problemas en la movilidad, resaltan las barreras actitudinales y las relacionadas con entornos exteriores (andenes, calles y señales podotáctiles). Las estrategias que apoyarían su movilidad tienen que ver con la búsqueda y localización de lugares.

Se creó un sistema tecnológico en el marco de aportar a la movilidad de un estudio de caso con discapacidad visual, proceso que se dividió en distintas

fases de desarrollo, como: Planeación, Desarrollo y Post mortem, mismas que permitieron un buen desempeño tanto en el equipo como en la creación del aplicativo móvil.

La Norma ISO 25010 permitió analizar la usabilidad de la tecnología de asistencia a través del aplicativo móvil, concluyendo que se cumplió con varias características de las mencionadas en ella.

Referencias

Alva, A. B. y Reyes, J. B. (2019). *Desarrollo e implementación de un sistema de ventas basado en la metodología Scrum y XP para el proceso de ventas de servicio de la empresa Emsoir* [Tesis de pregrado, Universidad Autonoma del Perú]. https://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/20.500.13067/702

Bedoya, D., Paniagua, A. y Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *Tecnológicas, 23*(48), 1-15. https://doi.org/10.22430/22565337.1553

Condo, J. A. y Molina, C. E. (2019). *Desarrollo de un bastón electrónico para mejorar la movilidad de personas con discapacidad visual apoyado mediante visión artificial* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16891

Hammel, J., Magasi, S., Heinemann, A., Whiteneck, G., Bogner, J., & Rodríguez, E. (2008). What does participation mean? An insider perspective from people with disabilities. *Disability and Rehabilitation, 30*(19), 1445-1460. https://doi.org/10.1080/09638280701625534

Instituto Nacional para Ciegos (INCI). (2020). Los ciegos en el censo 2018. https://inci.gov.co/blog/los-ciegos-en-el-censo-2018

Jaiswal, A., Aldersey, H. M., Wittich, W., Mirza, M., & Finlayson, M. (2019). Meaning and experiences of participation: a phenomenological study with persons with deafblindness in India. *Disability and Rehabilitation, 42*(18), 2580-2592. https://doi.org/ 10.1080/09638288.2018.1564943

Lancioni, G. E., Singh, N. N., O'Reilly, M. F., Sigafoos, J., Alberti, G., Chiariello, V., Campodonico, F., & Desideri, L. (2021). Technology-aided spatial cues, instructions, and preferred stimulation for supporting people with intellectual and visual disabilities in their occupational engagement and mobility: Usability study. *JMIR rehabilitation and assistive technologies, 8*(4), e33481. https://doi.org/10.2196/33481

Normas ISO 25010. (2023) https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?start=3

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2001). Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud - CIF. https://aspace.org/assets/uploads/publicaciones/e74e4-cif_2001.pdf

Paiba, C. Y. (2020). *Implementar un bastón inteligente para facilitar la identificación de objetos circundantes y productos de un almacén para la población invidente* [Tesis de especialización, Universidad Santo Tomás] Repositorio Institucional. https://repository.usta.edu.co/items/0f53d48c-374b-45bb-b6d9-eb5617e1f01b

Paniagua, A., Bedoya, D. y Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *TecnoLógicas, 23*(48), 98-117. https://doi.org/10.22430/22565337.1553

Vásquez, M. L., Ferreira, M. R., Mogollón, A. S., Fernández, M. J., Delgado, M. E. y Vargas, I. (2011). *Introducción a las técnicas cualitativas de investigación aplicadas en salud.* Editorial Universidad del Valle.

Capítulo 2. Diseño de un aplicativo móvil como apoyo terapéutico en patologías osteomusculares de miembro superior[7]

Ángela María Ávila Potosí[8]
Tatiana Alexandra Burgos Mallama[9]
Eliana Gabriela Mallama Campaña[10]
Karen Gabriela Solarte Giraldo[11]
Luis Alejandro Ceballos Burgos[12]
Iván Heriberto Méndez Salazar[13]
Rosa Helena Eraso Angulo[14]
Eunice Yarce Pinzón[15]
Alejandra Zuleta Medina[16]

Cítese como: Ávila Potosí, Á. M., Burgos Mallama, T. A., Mallama Campaña, E. G., Solarte Giraldo, K. G., Ceballos Burgos, L. A., Méndez Salazar, I. H., Eraso Angulo, R. H., Yarce Pinzón, E. y Zuleta Medina, A. (2025). Diseño de un aplicativo móvil como apoyo terapéutico en patologías osteomusculares de miembro superior. En A. V. Arcos Rodríguez y R. H. Eraso Ángulo (comps.). *Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar* (pp. 29-45). Editorial Unimar. https://doi.org/10.31948/editorialunimar.248.c401

[7] Artículo resultado de la investigación titulada: *Aplicativo móvil para la rehabilitación en las actividades de la vida diaria para patologías osteomusculares de miembro superior APP-RE*, desarrollada desde el 15 de marzo de 2022 hasta el 30 de octubre de 2023, en la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.

[8] Fisioterapeuta, Universidad Mariana.

[9] Fisioterapeuta, Universidad Mariana.

[10] Terapeuta Ocupacional, Universidad Mariana.

[11] Terapeuta Ocupacional, Universidad Mariana.

[12] Ingeniero de Sistemas, Universidad Mariana.

[13] Ingeniero de Sistemas, Universidad Mariana.

[14] Magíster en Epidemiología. Fisioterapeuta. Profesora programa de Fisioterapia. Integrante Grupo de Investigación CINESIA, Universidad Mariana.

[15] Magíster en Pedagogía. Terapeuta Ocupacional. Profesora programa de Terapia Ocupacional. Integrante Grupo de Investigación BIOH, Universidad Mariana.

[16] Doctora en Educación. Magíster en Educación. Ingeniera de Sistemas. Profesora del INEM, San Juan de Pasto.

Introducción

Una de las principales causas de la pérdida funcional y la discapacidad son los desórdenes músculo esqueléticos (DME) que afectan gravemente la calidad de vida (Blanco et al., 2018), generando gran demanda al sistema de salud, con un gran impacto socioeconómico (Tolosa-Guzmán, 2015). Análisis recientes de datos aseguran que aproximadamente 1710 millones de personas del mundo tienen trastornos osteomusculares que han afectado todo rango de edades (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021). Al ver esta cifra, se identifica la importancia de nuevas formas para poder tratar estas afecciones.

De acuerdo con los reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2021), las enfermedades más reportadas en el sector laboral en el periodo 2018-2019 fueron el síndrome de túnel carpiano, síndrome de manguito rotador, bursitis del hombro, tendinitis de flexo extensores de muñeca, tenosinovitis de Quervain, tendinitis de bíceps, epicondilitis medial y lateral, que generan limitación de la funcionalidad global de la persona, dado que el miembro superior es fundamental para desarrollar las actividades de la vida diaria, generando restricción y disminución de la calidad de vida (Castillo-Ante et al., 2020).

Como factor de riesgo de las lesiones osteomusculares está la realización de movimientos repetitivos, los malos hábitos posturales, el desacondicionamiento físico, el desgaste articular, entre otros (Garzón et al., 2023), que están presentes en las actividades diarias que realiza la persona, independiente de la ocupación que esté ejerciendo. Además, dado que, para poder realizar la mayoría de las tareas en el día a día, se hace uso de los miembros superiores, esto representa una mayor prevalencia en el padecimiento de enfermedades musculoesqueléticas a este nivel del cuerpo, limitando la movilidad y la destreza y, disminución en la participación laboral y social (OMS, 2021).

Actualmente, existen sistemas tecnológicos que apoyan el sistema de salud para la atención de pacientes (Muñoz, 2021) como, por ejemplo, la realidad virtual (RV) para la rehabilitación motora, que ayuda a mejorar el movimiento, la fuerza y la resistencia, en personas con lesiones osteomusculares (De los Reyes-Guzmán et al., 2022). El uso de estos videojuegos es una nueva forma de intervención que ha traído grandes resultados en la rehabilitación de pacientes con disfunciones físicas como, la utilización del Nintendo Wii en las terapias de rehabilitación (Liria, 2023).

Es importante destacar que, si bien los nuevos avances tecnológicos en el ámbito de la salud contribuyen en la calidad de vida (Muñoz, 2021), es necesario tener en cuenta que no hay alta influencia de herramientas y de

aplicaciones tecnológicas en el área de fisioterapia y terapia ocupacional que permitan complementar la atención y rehabilitación con nuevas alternativas, que sean dinámicas, efectivas y funcionales, por lo que se debe considerar el impacto positivo de la tecnología, debido a que contribuye a desarrollar ideas innovadoras con técnicas que aportan en la condición de salud de las personas.

La presente investigación aporta para la creación de prototipos innovadores que facilitan el quehacer desde la terapia física y la terapia ocupacional, que complementan los planes de intervención, además de permitir que el paciente realice el trabajo en casa, direccionado con parámetros claros según las necesidades.

El aplicativo desarrollado dará un resultado benéfico en la población que no puede acudir a terapias tempranamente; es decir, que facilitará y complementará el proceso de rehabilitación. El acceso a estas nuevas herramientas proyecta factores positivos a los procesos de investigación de los programas de Fisioterapia, Terapia ocupacional e Ingeniería de sistemas, respondiendo a la necesidad de generar productos de investigación e innovación que abran las posibilidades de generar productos de nuevo conocimiento que aporten de forma positiva a las disciplinas de salud y tecnología a nivel regional y nacional.

Las profesiones en salud encargadas de los procesos de rehabilitación y la tecnología deben estar alineadas, ya que es una ventaja para el área de la salud, que los avances tecnológicos permitan desarrollar nuevos métodos y estrategias, con el fin de darle a la comunidad, un ambiente rehabilitador, para poder romper diferentes tipos de barreras como el acceso a la salud, la distancia, el personal con el cual muchas veces no se cuenta y, además, la parte financiera ya que, de cualquier manera es más accesible y cómoda para la población, buscando mejorar la calidad de vida mediante la recuperación de la funcionalidad con estos medios tecnológicos que, en el presente caso, constituye el aplicativo móvil basado en un protocolo de rehabilitación desde la Fisioterapia y la Terapia ocupacional en las actividades de la vida diaria, el cual contribuirá al proceso de intervención, además de favorecer al personal de salud, a quienes les permite explorar de forma distinta, segura, con calidad y eficacia, el proceso de rehabilitación.

Materiales y métodos

Se enmarcó en una investigación de corte cuantitativo, de tipo descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Este proceso se pudo llevar a cabo por medio del uso de ayudas como herramientas estadísticas y matemáticas, cada una enfocada en un propósito para resolver de manera cuantitativa el

problema que presenta una investigación. Inicialmente, se realizó una revisión documental de artículos hallados en bases de datos como Science Direct, Pubmed, Medline y Pedro, que cumplieron los criterios de inclusión respecto a ser publicaciones de los últimos cinco años (2019 - 2023) y que estén en idiomas español, inglés y portugués, excluyendo aquellos que no mencionan la intervención usada para las alteraciones musculoesqueléticas de miembro superior, cuyo resultado fue la base para generar el contenido del aplicativo.

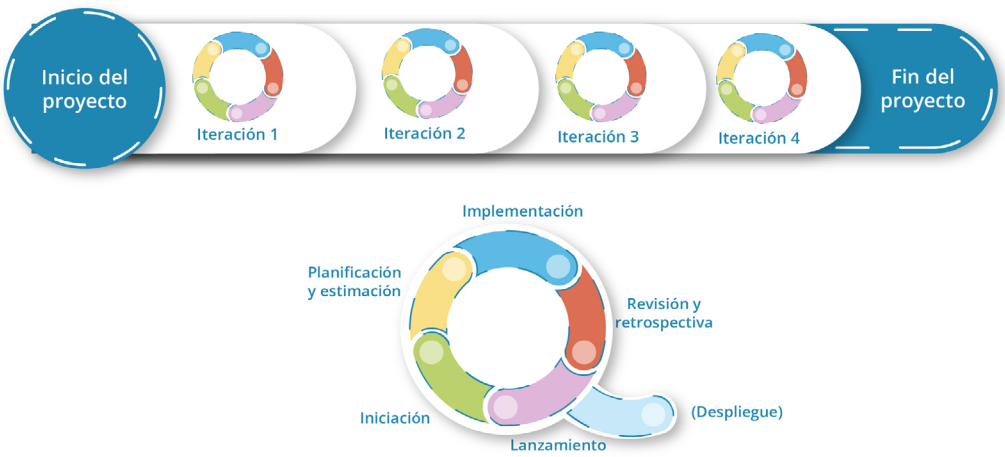
Metodología de desarrollo tecnológico. Para la investigación es primordial tener en cuenta una metodología que permita definir de forma precisa todo el conjunto de requerimientos que son necesarios para el desarrollo de un aplicativo móvil, como a continuación se describe.

Scrum: es una metodología que consiste en satisfacer las necesidades del cliente mediante la comunicación efectiva y el trabajo en equipo con la evaluación y seguimiento del producto que se pretende desarrollar a la medida de los requerimientos del servicio, que constituye un informe y la versión operativa del software (Figura 1), constituida en cinco fases:

- Iniciación (definición de prioridades)
- Planificación y estimación (Lista de tareas)
- Implementación (desarrollo, ajuste y seguimiento de tareas)
- Revisión y retrospectiva (revisión de avances)
- Lanzamiento (entrega de avances).

Figura 1

Metodología Scrum para el desarrollo de software

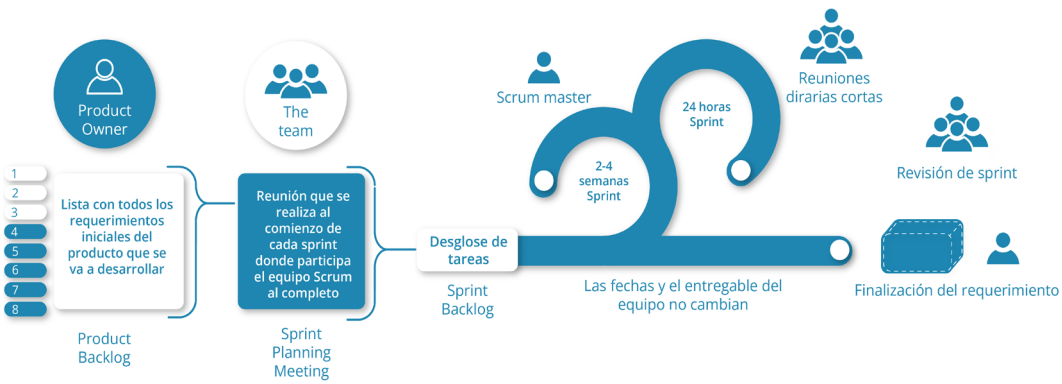


Nota. Bernal (s.f.).

El proceso del desarrollo tecnológico permite la entrega oportuna y, la efectividad de la planeación, como se indica en la Figura 2.

Figura 2

Distribución de roles y tiempo en la metodología Scrum



Nota. Dixit y Bhushan (2019).

Resultados

Construcción de protocolo de rehabilitación para lesiones osteomusculares en función de las actividades de la vida diaria a partir de la evidencia especializada

Fisioterapia. Se realizó la búsqueda de información en las siguientes bases de datos: Pubmed, Medline, Google académico, Cochrane, Pedro y Cielo, para lo cual se atendió los siguientes términos Decs, Mesh: rehabilitación, miembro superior, patologías osteomusculares, pinzamiento del manguito rotador, epicondilitis medial y lateral, tenosinovitis de Quervain, túnel del carpo, fisioterapia y tecnología. De los artículos se tuvo en cuenta la fecha de publicación de los últimos cinco años, segunda lengua, gratuidad y tipo de investigación: revisiones sistemáticas y ensayo controlado aleatorizado.

Tabla 1

Resultados revisión sistemática de Fisioterapia

Ecuaciones de búsqueda	Resultado	Filtro	Total
Rehabilitation AND upper extremity	11.055	410	50
Rehabilitation AND tennis elbow elbow tendinopathy	332	11	
Rehabilitation AND rotator cuff	615	21	
Rehabilitation AND carpal tunnel	94	3	
Physiotherapy AND Rehabilitation	168.622	5.152	
Rehabilitation AND Technology	5.566	163	
Physiotherapy AND Upper extremity	6.370	199	
Upper extremity AND Technology	3.953	64	
Technology AND Physiotherapy	2.122	70	
Upper extremity AND tennis elbow AND elbow tendinopathy	308	20	
Upper extremity AND Rotator cuff	1.124	18	
Upper extremity AND Carpal tunnel	26	0	
Upper extremity AND Quervain disease	81	1	
Tennis elbow, elbow tendinopathy AND Physiotherapy	331	15	
Tennis elbow, elbow tendinopathy AND Technology	6	0	
Rotator cuff AND Technology	58	0	
Rotator cuff AND Physiotherapy	419	19	

De acuerdo con la Tabla 1, se realizó la propuesta del protocolo, a partir de 50 artículos de investigación tipo revisiones sistemáticas y ensayos controlados aleatorizados, cuya información se recolectó en una base datos en Excel, para resaltar las características de la intervención.

Características del protocolo de Fisioterapia

Patologías: pinzamiento de manguito rotador, epicondilitis, tendinitis de Quervain y túnel del carpo.

Fases:

Fase 1: se caracteriza por tener una sintomatología o procesos de inflamación recientes, la cual es dada en un tiempo de uno a seis días, hasta tres semanas. En esta fase se encuentra actividades de manejo de dolor, movilización articular, ejercicios de fortalecimiento y flexibilidad.

Fase 2: se considera una fase crónica, cuando la sintomatología ha perdurado por un tiempo mayor a tres semanas. En esta condición el paciente puede sentir dolor; la inflamación puede ser menor, pero el dolor puede aumentar y afectar la limitación funcional. En esta fase se encontrará los mismos componentes de la fase anterior, manejo de dolor, flexibilidad, movilidad articular y fortalecimiento de mayor exigencia.

Componentes de cada fase: manejo de dolor, movilidad de cada articulación, fortalecimiento muscular y flexibilidad.

Terapia ocupacional. Se lleva a cabo la elaboración de un protocolo de intervención, orientado al tratamiento de las patologías consignadas en este documento. Este protocolo se divide en tres fases: Aguda, Crónica y de Mantenimiento, las cuales permiten distribuir a los usuarios según su gravedad. De igual manera, en cada fase se ubica una serie de acciones que se clasifican en: Actividades preparatorias, para la ocupación de: bañarse, vestirse, comer, alimentarse, hacer la higiene personal y, arreglarse.

Por otro lado, cabe resaltar que para cada fase se ha elaborado una serie de recomendaciones, con el fin de que la actividad se lleve a cabo de manera correcta y completa, para obtener resultados satisfactorios para los usuarios y para los profesionales que desarrollan el aplicativo. Además, se consignó una serie de aditamentos como puntos facilitadores dentro de las tareas a desempeñar, con el objetivo de cubrir el mayor número de necesidades que puedan presentar los usuarios al momento de efectuar las actividades de la vida diaria. Igualmente, se atendió los patrones funcionales empleados para realizar cada acción, por lo que se provee una etapa de calentamiento, en donde se pide que realicen una serie de movimientos antes de cada actividad.

Tabla 2

Resultados revisión sistemática de Terapia Ocupacional

Ecuaciones de búsqueda	Resultado	Filtro	Total
Rehabilitación AND Terapia Ocupacional	15.400	760	
Actividades de la vida diaria AND Terapia Ocupacional	6.720	5.970	
Miembro superior AND lesiones	6.430	2.130	
Tendinitis de Quervain AND Intervención	5.475	133	
Manguito rotador AND Intervención	11.354	171	
Terapia Ocupacional AND manguito rotador	1.600	618	
Aplicativo móvil AND Terapia Ocupacional	15.700	3.160	
Rehabilitación AND Actividades de la vida diaria	22.700	1.840	18
Rehabilitación AND Kinect	2.200	949	
Lesiones musculoesqueléticas AND Actividades de la vida diaria	21.000	1.100	
Rehabilitación actividades de la vida diaria AND Miembro superior	1.520	722	
Rehabilitación de terapia ocupacional AND aplicativo móvil	4.970	2.720	
Ambiente virtual AND Rehabilitación	17.900	4.500	

Como evidencia la Tabla 2, se hizo una búsqueda en publicaciones especializadas para sustentar el desarrollo del protocolo, a partir de 18 artículos de interés, de los cuales hubo revisiones sistemáticas y artículos novedosos pertinentes a terapia ocupacional. Se recolectó la información en una base de datos de Excel, en aras de destacar características y aspectos de intervención a nivel ocupacional que generen aprendizajes significativos para dicho protocolo.

Características del protocolo de Terapia Ocupacional

Patologías: pinzamiento de manguito rotador, epicondilitis, tendinitis de Quervain y túnel del carpo.

Fases:

Fase aguda: se ubican las actividades orientadas a mejorar los arcos de movilidad y, a reducir el dolor.

Fase crónica: las actividades propuestas requieren un mayor esfuerzo y compromiso a nivel de miembro superior.

Fase de mantenimiento: la exigencia de esta fase es mayor, dado que las personas en este punto se consideran funcionales y el objetivo va encaminado a conservar la capacidad de desempeño que han adquirido con el tiempo y, a demostrar que no existe deficiencia o limitaciones. Acciones encaminadas a promover las actividades de la vida diaria: Bañarse/ducharse, Realizar la higiene del baño y del aseo, Vestirse, Comer y Tragar, Alimentarse, Hacer la higiene personal y el aseo.

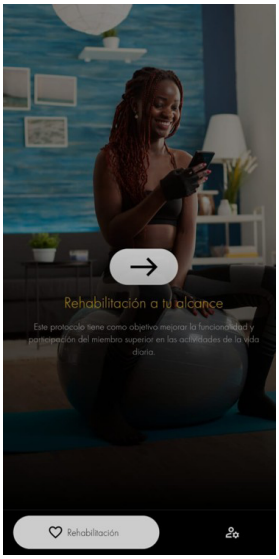
Desarrollo de un aplicativo móvil para el uso del protocolo de rehabilitación

Para el desarrollo de un aplicativo fue necesario diseñar el protocolo de rehabilitación y las diferentes etapas que son requeridas según el cuadro diagnóstico de las alteraciones musculoesqueléticas de miembro superior que fueron seleccionadas inicialmente con base en lo encontrado en la búsqueda de información basada en la evidencia científica.

El desarrollo del aplicativo móvil tiene una organización gráfica en la que la pantalla de inicio indica la información inicial del proceso de rehabilitación y, se enfoca en tres patologías que afectan el hombro, el codo y la muñeca. Ingresando a una de ellas se encuentra el trabajo terapéutico desde Fisioterapia y Terapia ocupacional por fases, descritas en el protocolo. Cada fase se describe a través de videos realizados por los investigadores, con el fin de ilustrar las actividades y generar una mejor retroalimentación con los pacientes que usen el aplicativo (Figuras 5, 6, 7, 8, 9).

Figura 3

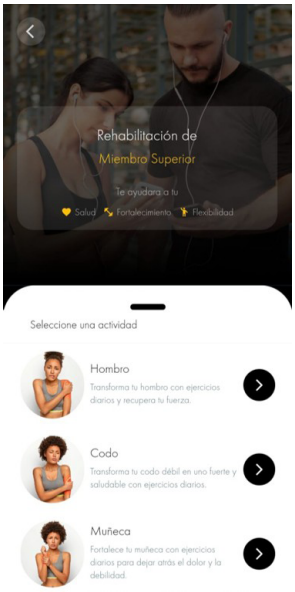
Interfaz de inicio



Nota. Tomado del aplicativo móvil para el uso del protocolo de rehabilitación proveniente de esta investigación.

Figura 4

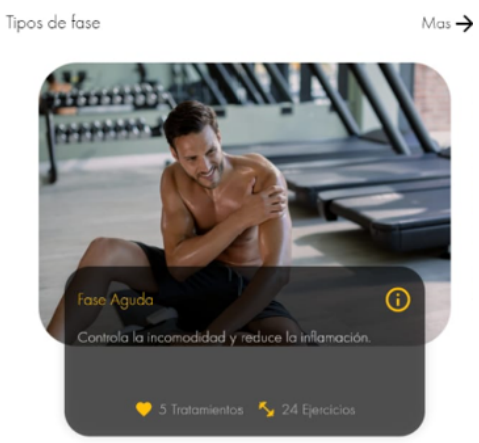
Interfaz selección de actividad según localización



Nota. Tomado del aplicativo móvil para el uso del protocolo de rehabilitación proveniente de esta investigación.

Figura 5

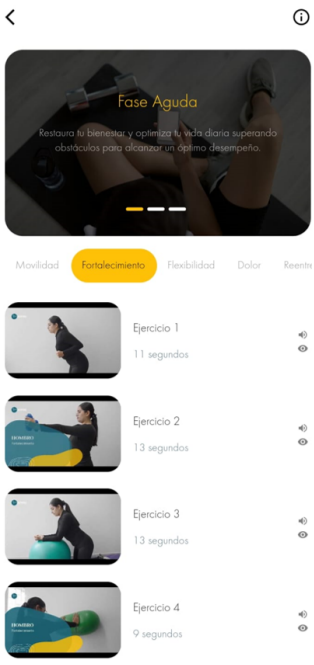
Interfaz de ejercicios según la fase



Nota. Tomado del aplicativo móvil para el uso del protocolo de rehabilitación proveniente de esta investigación.

Figura 6

Interfaz de actividad de vestirse según fase seleccionada



Nota. Tomado del aplicativo móvil para el uso del protocolo de rehabilitación proveniente de esta investigación.

Discusión

El presente estudio se enfocó en patologías osteomusculares de miembro superior, ya que son las más prevalentes y tienen un alto grado de discapacidad; por lo tanto, surgió la necesidad de realizar un protocolo de rehabilitación en un aplicativo móvil para hombro, codo y muñeca, que impacten positivamente en la funcionalidad del paciente. Los componentes a considerar según la evidencia científica fueron: el manejo de dolor, la movilidad articular, el fortalecimiento muscular y la flexibilidad, los cuales también fueron integrales desde Terapia ocupacional y Fisioterapia, ya que aportarían en la mejora de la patología de base.

Se busca que el aplicativo funcione y cumpla el objetivo, que es alcanzar el rango de movimiento, el fortalecimiento y, el manejo del dolor. Leão et al. (2019) compararon la eficacia de un programa de rehabilitación personalizado frente a un programa de fortalecimiento estándar para pacientes con dolor de hombro, cuya población tratada presentó una reducción inmediata de los niveles de dolor, un mayor rango de movimiento y niveles de actividad muscular alterados en respuesta a la movilización sostenida del hombro. Tal cambio temporal podría brindar una oportunidad terapéutica para fortalecer los músculos con menos dolor y, al mismo tiempo, mantener un mejor control de los músculos.

La flexibilidad es un componente que se debe tratar porque, según Jusdado-García y Cuesta-Barriuso (2021), la intervención de fisioterapia a través de la movilización de tejidos blandos asistida por instrumentos y estiramientos, brinda diferencias y efectos positivos en el rango de movimiento.

Para hacer uso de todos estos componentes se tomó en cuenta la tecnología, que permite la accesibilidad al protocolo y facilita el complemento de la rehabilitación, como sostienen Yeo et al. (2021), quienes pusieron a prueba la eficacia de la telerrehabilitación interactiva basada en realidad aumentada en pacientes con capsulitis adhesiva, con quienes obtuvieron que el efecto de la misma favorece el rango de movimiento pasivo; como consecuencia, el resultado fue el cambio en el rango de movimiento de la articulación afectada del hombro.

Por otra parte, Zaldívar-Castellanos et al. (2021) estudiaron la rehabilitación física en las pacientes mediante la elaboración de la aplicación móvil EFICMA, que asegure el restablecimiento de la funcionalidad del miembro afectado. Con la información obtenida se enfatiza la importancia de brindar un proceso de rehabilitación de la patologías de la extremidad superior mediante una aplicación móvil, lo cual es importante porque contribuye a la rehabilitación de las personas y aporta a los procesos de rehabilitación en casa, además de

ser un factor positivo para fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales, debido a que ofrece alternativas de solución para los problemas de salud y ayuda a cubrir las necesidades que requieren los pacientes que presentan patologías osteomusculares de miembro superior.

Durante los últimos años, la telemedicina se ha posicionado como un punto relevante en los sistemas de salud, por brindar la posibilidad de ampliar la cobertura para el cuidado de la salud de las personas y comunidades, sin llegar a sustituir la atención presencial de los pacientes (Oliveira y Souza, 2021). Entendiendo esto, se ha visto cómo, a partir de la ayuda de dispositivos tecnológicos ha ocurrido una mejora en la prestación del servicio de salud. Seminario et al. (2023) manifiestan que la telemedicina ha permitido solucionar las diferencias en la prestación de los servicios de salud, principalmente en áreas de difícil acceso; es decir, ha favorecido la accesibilidad para los pacientes, lo cual se traduce en una mejora del sistema de salud; por ello, durante todo este proceso investigativo se ha buscado en el desarrollo del aplicativo móvil que, en un futuro se pueda proporcionar al usuario una forma de atención diferente que le permita un mayor acceso y una continuidad en el tratamiento terapéutico.

Además de ello, es primordial resaltar que la accesibilidad en general es uno de los grandes retos para los profesionales de la salud. Concha-Mora et al. (2020) mencionan que, vencer las barreras de accesibilidad representa mejorar la inversión, definiendo que, al hablar de accesibilidad, también se hace alusión a infraestructura, lo cual genera costos y un mayor plan de manejo, por lo que la telemedicina se posiciona como una estrategia innovadora y de gran ayuda para que el servicio sea mejor y de calidad.

Se considera esencial la existencia de diferentes estrategias de intervención para la rehabilitación de patologías a nivel del miembro superior. Desde terapia ocupacional se pretende promover y fortalecer las actividades de la vida diaria, haciendo énfasis en ocupaciones como: bañarse, vestirse, comer, alimentarse, realizar la higiene y el arreglo personal, entendiendo que dichas tareas que las personas realizan habitualmente son necesarias para satisfacer sus necesidades básicas y llevar una vida independiente y funcional. Estas actividades son fundamentales para el bienestar y la calidad de vida de las personas, especialmente en aquellas que tienen limitaciones.

Así, para poder dar cumplimiento a lo establecido, se efectúa en el aplicativo, la fase de reentrenamiento, donde se desarrolló actividades con el objetivo de mejorar el funcionamiento y el desempeño ocupacional. Los aplicativos móviles, como facilitadores directos durante los procesos de rehabilitación de las personas, se convierten en herramientas necesarias que complementan la intervención terapéutica (Cajilema et al., 2021), focalizados en promover las

limitaciones durante el desempeño ocupacional de los usuarios y, generando satisfacción a nivel ocupacional.

Finalmente, se resalta el papel que desempeña la interdisciplinariedad en este tipo de investigaciones. Romero y Herrán (2022) manifiestan que la intervención de diferentes disciplinas permite innovar, complementar y maximizar las expectativas, a más de traer grandes ventajas como la reducción de costos y una mejor participación por parte de los pacientes, punto que es importante destacar, puesto que la unión del ámbito terapéutico con la tecnología genera una mejor motivación en el usuario, haciendo que este se implique con mayor responsabilidad en la terapia.

Conclusiones

En la actualidad, la inteligencia tecnológica tiene cada vez un mayor rango de usabilidad a nivel mundial; por esto, se propone la creación de un aplicativo móvil desde cero, el cual contiene un protocolo para la rehabilitación en las actividades de la vida diaria para pacientes con patologías osteomusculares a nivel de miembro superior, destacando así, la mejoría durante las sesiones realizadas por parte de los profesionales de la salud. El aplicativo tiene como objetivo, ser el principal complemento para las intervenciones de tratamiento y rehabilitación; esto es, que durante los procesos de intervención terapéutica no se generará un reemplazo de los profesionales, sino más bien, que será una herramienta de apoyo significativo para los pacientes, a quienes se incentiva una mejor participación y facilitación al proceso de tratamiento.

La tecnología ha facilitado la atención médica; por eso, durante la práctica clínica ha sido considerada vital para el crecimiento científico y profesional, buscando brindar mejor atención, mayor accesibilidad y un complemento necesario para la intervención, seguimiento y control del proceso de rehabilitación de los pacientes.

Es importante mencionar que, dentro de la investigación realizada, el trabajo interdisciplinar tomó un papel fundamental en la realización del aplicativo, ya que la conjunción de ramas de la salud como Terapia Ocupacional y Fisioterapia, junto con Ingeniería de Sistemas, destaca la creación de un apoyo directo para el bienestar de las personas, donde se busca generar satisfacción y mejor accesibilidad durante el tratamiento de rehabilitación de personas que sufren de patologías a nivel de miembro superior.

Referencias

Bernal, J. (s.f.). Desarrollo de aplicaciones: Scrum, gestión ágil de proyectos. *ALM Estrategias del futuro*. https://www.blmovil.com/scrum-gestion-agil-de-proyectos-i/

Blanco, A. T., Santafé, G. C. y Castellanos, L. J. (2018). *Determinación de los desórdenes musculoesqueléticos de los trabajadores del área operativa de la empresa surtinorte S.A.S de la ciudad de San José de Cúcuta* [Tesis de pregrado, Universidad de Santander]. https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/41cec418-a3ee-4d0d-a4c0-7c47a7d6efc6

Cajilema, V. J., Ipiales, J., Celorio, K., Mena, P. y Navas, M. (2021). Aplicación de módulos y aplicativos multimediales inteligentes para la rehabilitación fisioterapéutica de adultos mayores con problemas de artrosis, artritis y tendinitis. *Informática y Sistemas, Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones, 5*(2), 59-86. https://doi.org/10.33936/isrtic.v5i2.3948

Castillo-Ante, L. Ordoñez-Hernández, C. y Calvo-Soto, A. (2020). Carga física, estrés y morbilidad sentida osteomuscular en trabajadores administrativos del sector público. *Universidad y Salud, 22*(1), 17-23. https://doi.org/10.22267/rus.202201.170

Concha-Mora, L. A., Gutiérrez-Juárez, K., Rojas-Prettel, S. A. (2020). Telemedicina y su importancia en los sistemas de salud a nivel mundial, durante la pandemia por COVID-19. *Boletín Sobre COVID-19, 1*(9), 6-11.

De los Reyes-Guzmán, A., Fernández, L., Álvarez-Rodríguez, M., Lozano-Berrio, V., Domingo-García, A. M. y Ceruelo-Abajo, S. (2022). Realidad virtual de bajo coste. Una nueva aplicación para rehabilitación motora de los miembros superiores en patología neurológica: Estudio piloto. *Rehabilitación, 56*(3), 173-181. https://doi.org/10.1016/j.rh.2021.07.001

Dixit, R. & Bhushan, B. (2019). Scrum: An agile software development process and metrics. *Journal on Today's Ideas-Tomorrow's Technologies, 7*(1), 73-87. https://doi.org/10.15415/jotitt.2019.71005

Garzón, D. C., López, L. I., Giraldo, C. M. y Yepes, A. (2023). *Miembro superior: Exposición, diagnóstico y prevención de desórdenes musculoesqueléticos en los ambientes laborales*. Universidad El Bosque.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Eduction.

Jusdado-García, M. & Cuesta-Barriuso, R. (2021). Soft tissue mobilization and stretching for shoulder in cross-fitters: A randomized pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(2), 575. https://doi.org/10.3390/ijerph18020575

Leão, I., Carreira, R. F., Viana, A., Alburquerque-Sendin, F., Rezende, P. y Salvini, T. F. (2019). Effectiveness of early rehabilitation on range of motion, muscle strength and arm function after breast cancer surgery: a systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation, 33*(12), 1876-1886. https://doi.org/10.1177/0269215519873026

Liria, J. C. (2023). Realidad virtual semi-inmersiva en la rehabilitación de la extremidad superior en pacientes que han sufrido ictus. Revisión sistemática. *Revista Terapia Ocupacional Galicia, 20*(1), 90-98. https://www.revistatog.es/ojs/index.php/tog/article/view/209

Muñoz, I. (2021). *Salud móvil: una estrategia para fortalecer los servicios básicos de prevención y diagnóstico en la cadena de valor del sistema de salud colombiano* [Tesis de maestría, Universidad EAN]. https://repository.universidadean.edu.co/items/9e608610-f056-465d-89ab-f85b0dd80a56

Oliveira, A. y Souza, J. G. (2021). Ética y bioética en la telemedicina en la atención primaria de salud. *Revista Bioética, 29(*4), 844-854. https://doi.org/10.1590/1983-80422021294518

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Trastornos musculoesqueléticos. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletalconditions

Romero, J. A. y Herrán, J. M. (2022). *Alianzas estratégicas interdisciplinarias para desarrollar herramientas tecnológicas que apoyen el manejo terapéutico en el departamento de Boyacá* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. https://repository.usta.edu.co/handle/11634/47657

Seminario, J. L., Rodríguez, J. J., Quezada, C. M. y Bobadilla, J. L. (2023). La telemedicina eficaz en servicios sanitarios. *Religación, 8*(37), e2301085. https://doi.org/10.46652/rgn.v8i37.1085

Tolosa-Guzmán, I. A. (2015). Riesgos biomecánicos asociados al desorden músculo esquelético en pacientes del régimen contributivo que consultan a un centro ambulatorio en Madrid, Cundinamarca, Colombia. *Revista Ciencias de la Salud, 13*(01), 25-38. https://doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.02

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2021). Programa de vigilancia epidemiológico de desórdenes musculoesqueléticos. https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/SIPLAG/PROGRAMA-VIGILANCIA-EPIDEMIOLOGICO-DESORDENES-MUSCULO-ESQUELETICOS.pdf

Yeo, S. M., Lim, J. Y., Do, J. G., Lim, J. Y., In Lee, J., & Hwang, J. H. (2021). Effectiveness of interactive augmented reality-based telerehabilitation in patients with adhesive capsulitis: protocol for a multicenter randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders, 22*, 1-9. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04261-1

Zaldívar-Castellanos, L. A., La Rosa-Arias, M. y Gordo-Gómez, Y. M. (2021). Aplicación móvil para la rehabilitación física en pacientes operadas de cáncer de mama. *Revista científica especializada en Ciencias de la Cultura Física y del Deporte, 18*(49), 35-55.

Capítulo 3. Juego multisensorial para el aprendizaje de adición y sustracción matemática en niños con baja visión[17]

Karen Julieth Ortega Melo[18]
Jesica Alejandra Pérez Zambrano[19]
Edwin Camilo Pinza Cuarán[20]
Luis Alberto Zambrano Montero[21]

Cítese como: Ortega Melo, K. J., Pérez Zambrano, J. A., Pinza Cuarán, E. C. y Zambrano Montero, L. A. (2025). Juego multisensorial para el aprendizaje de adición y sustracción matemática en niños con baja visión. En A. V. Arcos Rodríguez y R. H. Eraso Ángulo (comps.). *Innovación tecnológica en la rehabilitación humana: un enfoque interdisciplinar* (pp.46-68). Editorial Unimar. https://doi.org/10.31948/editorialunimar.248.c402



Introducción

La baja visión en los niños causa, en ciertas ocasiones, que no alcancen las mismas competencias que aquellos que no la presentan, afectando en cierto modo, la adquisición de habilidades para un aprendizaje significativo; sin embargo, algunas dificultades aparentes y algunas dificultades reales de estos niños pueden estar relacionadas con la propia deficiencia, y otras no. Entre las dificultades aparentes de aprendizaje relacionadas con la deficiencia visual está la no utilización de los recursos ópticos recomendados (uso de gafas, lupa, lapicero marcador, modificaciones o utilización de materiales didácticos), disminuyendo así sus condiciones de aprendizaje en matemáticas.

[17] Capítulo resultado de la investigación titulada: *Juego multisensorial para el aprendizaje de adición y sustracción matemática en niños con baja visión de 4 a 8 años de la Institución Educativa Municipal Luis Delfín Insuasty Rodríguez INEM*, desarrollada desde el 15 de agosto de 2019 hasta el 30 de octubre de 2020 en la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.

[18] Terapeuta Ocupacional. Hospital San Rafael, San Juan de Pasto, Nariño.

[19] Terapeuta Ocupacional. Fundación Diversidad, Medellín, Antioquia.

[20] Terapeuta Ocupacional. Intracond IPS, San Juan de Pasto, Nariño.

[21] Magíster en Desarrollo Infantil. Especialista en Neuropsicología. Terapeuta Ocupacional. Profesor de Terapia Ocupacional, Universidad Mariana.

De igual manera, la falta de conocimiento del uso adecuado o, la ausencia de los recursos apropiados para mejorar la visión, se refleja en las actividades escolares, a través de problemas para identificación simbólica y numérica, manipulación de objetos pequeños, conceptos numéricos, entre otros. Por otro lado, entre las dificultades aparentes de aprendizaje no relacionadas con la deficiencia visual, se puede mencionar las fallas de los niños en el uso de mecanismos utilizados para procesos de enseñanza-aprendizaje de operaciones matemáticas, causando falencias para tener raciocinio lógico y responder correctamente a situaciones – problema, evidenciando algunas dificultades en las cuentas de sustracción y adición (Masini et al., 2006). Se resalta que el desempeño que reflejan los niños escolarizados con baja visión se ha desarrollado a través de las experiencias sensoriales a las que se hallan expuestos en su entorno, permitiéndoles aumentar el sentido del tacto, el auditivo y su resto visual, para ejecutar actividades diarias de forma independiente. Por este motivo, se requiere una evaluación de habilidades multisensoriales presentes en los niños, relacionadas con el aprendizaje, para tener en cuenta en los procesos de intervención según las necesidades y habilidades encontradas.

Al respecto y, haciendo énfasis en la población estudio, se diseñó un juego enfocado en el aprendizaje matemático de adición y sustracción, a través del uso de estímulos sensoriales, específicamente auditivos, visuales, táctiles y un componente de movimiento, que faciliten el aprendizaje de forma eficaz y llamativa para la población mencionada, siendo un método de aprendizaje innovador por su funcionamiento mediante niveles de dificultad inmersas en el método de aprendizaje que utiliza el juego. En el nivel número uno, se ubica el reconocimiento numérico a través de la silueta en relieve de los mismos; en el nivel dos esta la organización de secuencia numérica, representación de cantidad a través de unión de fichas y reconocimiento táctil y expresión de cantidad a través del sonido; en el nivel tres se ubica la identificación de signos de adición y sustracción, a través de la percepción de formas y, por último, en el cuarto nivel se localiza el inicio de operaciones matemáticas de adición y sustracción de una sola cifra.

Esto se ejecuta mediante fichas didácticas que contienen diversas características, como: esquematización de los números del 0 al 9 en relieve, ubicados en el extremo izquierdo; debajo de estos se incorpora el sonido mediante un dispositivo que funciona por presión manual que expresa la cantidad numérica y, en el lado derecho de las mismas, un punto que representa la cantidad numérica para una mejor interpretación al tacto; además, cuenta con diferentes contrastes de colores llamativos (amarillo, verde, rojo y azul) relacionados a su vez con colores opacos, facilitando así, la visibilidad y forma del esquema numérico. También, contiene una lámina que proporciona el alineamiento y posicionamiento de las fichas, contando

con un material adherente para evitar que estas se desordenen o se caigan. Para su diseño se atendió algunas recomendaciones específicas que deben tener los juguetes para esta población los cuales, según Gómez (2006), deben estar hechos con material sólido y compacto, diseño sencillo, con colores, texturas y sonidos llamativos y, de fácil manejo, permitiendo aprender con mayor facilidad.

Con lo mencionado, se realizó un proceso de estimulación a través de las destrezas sensoriales y perceptuales, específicamente el tacto, mediante los relieves utilizados, percepción visual residual por medio de los colores nombrados, audición a través del sonido incorporado y un componente de movimiento que ayude a regular su sensación motriz, mediante el diseño de una tabla plegable con velcro, para la ubicación de cada una de las fichas. Posterior a esto, las destrezas cognitivas, como la memoria auditiva, que favorece la adquisición del aprendizaje mediante el sonido para la identificación de cantidad numérica, reconocimiento de números, diferenciación de los números y cálculo básico (suma y resta), convirtiéndolo en una estrategia interesante por todas las características mencionadas.

Esto favorece a la población diversa, pero, en específico, a los niños con baja visión, dado que permite incorporar e involucrar conocimientos que fomentan los procesos de aprendizaje en el área de matemáticas. También beneficia a los padres de familia, docentes e instituciones, para llevar a cabo procesos que promueven nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje de esta área concreta. Así mismo, ayuda a cumplir objetivos que, para los profesionales de Terapia Ocupacional, según la Ley 949 de 2005, intervienen en promoción de la salud, prevención y rehabilitación de la discapacidad, para suplir ciertas necesidades e intereses ocupacionales que caracterizan a la población con baja visión.

Con lo anterior se pretende estimular la habilidad visual, táctil, auditiva y, el componente de movimiento que se puede desarrollar con un programa secuenciado de exigencias como lo es la estimulación, suministrados en el contexto en el que el niño se desenvuelve, que es jugar. En este sentido, basados en el Marco de Trabajo para la Práctica de Terapia Ocupacional (AOTA, 2020), con este juguete se puede establecer un proceso de evaluación e intervención en el área educativa, buscando mejores resultados en el aprendizaje matemático de adición y sustracción mediante los estímulos sensoriales que brinda este método, basado especialmente en una de las áreas de ocupación principales de la infancia como es el juego, obteniendo resultados interesantes para la población mencionada y para los profesionales de Terapia Ocupacional, como apoyo a estrategias de intervención utilizadas para esta población.

La investigación tuvo como fin, indagar las habilidades para el aprendizaje, que permitan determinar el nivel de conocimiento en adición y sustracción, además de identificar el procesamiento sensorial de mayor dominio para la adquisición de aprendizaje y, finalmente, construir un juego multisensorial que involucre estímulos visuales, táctiles, auditivos y un componente de movimiento para favorecer el aprendizaje de adición y sustracción.

Materiales y métodos

La investigación se enmarcó en un estudio cuantitativo, de enfoque empírico analítico y de tipo descriptivo, desarrollado en una población de tres grupos de una institución educativa municipal de la ciudad de Pasto, con 75 niños, de los cuales se escogió 30 niños escolarizados con baja visión. La muestra utilizada en la investigación fue de 30 estudiantes con edades comprendidas entre los 4 y 8 años, pertenecientes al sexo masculino y femenino que se encontraban cursando desde el grado primero hasta tercero de primaria. Para este proceso, los instrumentos utilizados fueron el test de Perfil Sensorial-2 (PS-2) y la lista de chequeo para indagar las habilidades de aprendizaje en matemáticas, dirigido a docentes y padres de familia o cuidadores.

El test de PS-2 evalúa los patrones de procesamiento sensorial de niños en su vida cotidiana, basándose en la idea de que las diferencias en el procesamiento sensorial pueden facilitar o dificultar la integración en actividades diarias. Utiliza cuestionarios respondidos por padres, cuidadores y profesores para medir el sistema sensorial del niño, su conducta, patrones sensoriales y factores escolares. Está destinado a niños de 3 a 14 años y once meses, y se fundamenta en la neurociencia, el desarrollo y la conducta humana, aunque no se cita estudios específicos. El test, basado en el modelo de Winnie Dunn (s.f.) es, principalmente, para terapeutas ocupacionales, y no busca un diagnóstico psicológico, sino aplicaciones en psicología educativa, terapia ocupacional o psicología infanto-juvenil. El test identifica cuatro patrones de procesamiento sensorial:

- Búsqueda: alto umbral neurológico con regulación activa
- Evitación: bajo umbral neurológico con regulación activa
- Sensibilidad: bajo umbral neurológico con regulación pasiva
- Registro: alto umbral neurológico con regulación pasiva.

Además, evalúa secciones sensoriales (auditiva, visual, táctil, de movimiento, corporal y oral) y conductuales (conductual, socioemocional y atencional), con versiones abreviadas y escolares que agrupan estas puntuaciones. Las puntuaciones se basan en una escala de 1 a 5 y se interpretan en función de

una distribución normal, clasificando el perfil sensorial en comparación con otros niños.

Para completar el proceso de investigación, se consideró la lista de chequeo para indagar las habilidades de aprendizaje en matemáticas, para docentes y padres de familia o cuidadores, que permite indagar las habilidades de los educandos para el aprendizaje en la asignatura de matemáticas, específicamente en operaciones matemáticas básicas de adición y sustracción, teniendo en cuenta los hitos del desarrollo y los componentes para aprender dentro de las edades mencionadas. Además, también permite identificar las dificultades de aprendizaje presentes en esta asignatura en la población. Cabe resaltar que esta lista de chequeo es dirigida a padres de familia y/o docentes, dado que son los principales actores en el proceso de aprendizaje de los educandos. El método de calificación es cuantitativo y se concibe de la siguiente manera:

N: (Nunca) Puntuación = 1

CN: (Casi nunca) Puntuación = 2

AV: (A veces) Puntuación = 3

CS: (Casi siempre) Puntuación = 4

S: (Siempre) Puntuación = 5

Resultados

Según lo que se evidencia la Tabla 1 en cuanto a la aplicación de la lista de chequeo para indagar las habilidades de aprendizaje en matemáticas, realizada a los 30 niños con sus respectivos docentes en la institución educativa municipal ubicada en la ciudad de Pasto, se logró observar y analizar los siguientes resultados: con respecto a la pregunta uno: ¿Reconoce y cuenta los números del 1 al 20?, el porcentaje más representativo equivale a un 70 %, lo cual indica que la mayoría de los niños escolarizados no presenta dificultades a la hora de contar números en menor escala. Sin embargo, el 20 % de ellos evidencia dificultades por momentos, para realizar el conteo de números en menor escala.

Para la pregunta dos, que hace referencia al uso de artículos u otros materiales para contar los números, como: fichas, materiales didácticos, abanicos, juguetes, entre otros, se encontró que el 36,7 % de los niños utiliza casi siempre este tipo de ayudas. Pero este porcentaje es similar a la categoría 'Siempre', que representa el 33,3 %; por lo tanto, se puede afirmar que el uso de materiales didácticos para el aprendizaje de las matemáticas es usado por la mayoría de los niños y docentes. Con respecto a la pregunta tres: ¿se arrodilla sobre la silla o inclina el tronco en la mesa al hacer uso de artículos

didácticos para contar?, la respuesta más representativa es 'A veces', la cual representa el 60 %, aunque también es relevante la categoría 'Casi siempre', la cual equivale al 30 % de los niños.

La pregunta cuatro hace referencia a saber si el niño discrimina y manipula los objetos utilizados para aprender operaciones básicas de la matemática. El 56,7 % sostiene que esta acción se realiza a veces, mientras que el 33,3 % afirma que casi siempre se repite la acción. Continuando con la descripción de los resultados, se encuentra la pregunta cinco: ¿Escribe los números y hace las operaciones matemáticas en su cuaderno?, el 40 % expresa que a veces, mientras que el 30 % de los niños utiliza el cuaderno siempre, para realizar las operaciones matemáticas. A continuación, se analiza una de las preguntas clave del cuestionario, que tiene que ver con la percepción por parte del docente sobre la dificultad que tienen los niños para realizar operaciones matemáticas.

La pregunta seis hace referencia a si a los niños se les dificulta realizar operaciones matemáticas. Según los resultados, se evidencia que el 33,3 % tiene dificultades por momentos. Existe un 16,6 % a quienes se les dificulta casi siempre. A esta pregunta hay que añadirle, la pregunta siete, que se relaciona con la capacidad que tienen los niños para realizar dichas operaciones, de manera independiente. Los resultados en su mayoría reflejan que el 30 % de ellos casi nunca realiza las operaciones matemáticas independientemente; es decir, en la mayoría de los casos necesitan la ayuda del docente o un apoyo al momento de resolverlas.

En cuanto a la pregunta ocho que se refiere al uso de los dedos por parte de los niños para realizar sumas o restas, se obtuvo que el 26,7 % los utiliza a veces, pero también se evidencia otros datos relevantes en esta pregunta, ya que existe un 23,3 % que los utiliza casi siempre, y otro 23,3 % que casi nunca los utiliza.

La pregunta nueve califica la capacidad de los niños para sumar y restar números de dos cifras. El resultado de esta pregunta arrojó que el 26,7 % efectúa estas operaciones casi siempre. Con respecto al interrogante número diez, referente al reconocimiento de los signos de suma y resta, se obtuvo que el 26,7 % de los niños, solo los reconoce a veces, mientras que el 23,3 %, casi siempre. Por otro lado, en la pregunta once: ¿Sabe diferenciar los signos de suma y resta en las operaciones matemáticas?, se determina que la mayoría de los niños, representados en un 36,7 % sí sabe la diferencia. Por último, la pregunta doce: ¿Se interesa por aprender matemáticas?, los resultados obtenidos reflejan que los niños solo se interesan a veces, representado en el 36,7 % de los casos. Sin embargo, existe un 20 % de niños que siempre están interesados en aprender matemáticas.

Tabla 1

Habilidades de aprendizaje matemático en adición y sustracción

Preguntas	*N 1		CN 2		AV 3		CS 4		S 5	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Reconoce y cuenta los números del 1 al 20	0	-	1	3.3	2	6.7	6	20	21	70
Usa artículos para contar los números	0	-	3	10	6	20	11	36.7	10	33.3
Se arrodilla en la silla o inclina el tronco en la mesa al usar artículos didácticos para contar	0	-	1	3.3	18	60	9	30	2	6.7
Discrimina y manipula los objetos utilizados para aprender adición y sustracción	0	-	0	-	17	56.7	10	33.3	3	10
Escribe los números y hace las operaciones matemáticas en su cuaderno	0	-	1	3.3	12	40	8	26.7	9	30
Se le dificulta realizar operaciones matemáticas	2	6.7	9	30	10	33.3	5	16.6	4	13.3
Realiza operaciones matemáticas	1	3.3	9	30	9	30	7	23.3	4	13.3
Hace uso de sus dedos para sumar o restar	1	3.3	7	23.3	8	26.7	7	23.3	7	23.3
Realiza sumas y restas de dos cifras	1	3.3	8	26.7	8	26.7	8	26.7	5	16.6
Reconoce fácilmente los signos de suma y resta	5	16.6	5	16.6	8	26.7	7	23.3	5	16.6
Diferencia signos de suma y resta	2	6.7	1	3.3	10	33.3	6	20	11	36.7
Se interesa por aprender matemáticas	1	3.3	3	10	11	36.7	9	30	6	20

Nota. *N (nunca); CN (Casi Nunca); AV (A Veces); CS (Casi Siempre); S (Siempre)

El análisis según la Tabla 2, presenta un comparativo de habilidades en operaciones matemáticas como la suma y la resta, relacionado con el rango de edades. Cabe resaltar que, dentro de los 30 niños seleccionados, 26 se encontraban en el rango de 6 a 7 años, dos en el rango de 4 a 5 años, y dos tenían 8 años. Partiendo de esa aclaración, la tabla muestra en la primera habilidad referente al reconocimiento de números del 1 al 20, un mayor porcentaje de niños del rango de 6 a 7 años, quienes 'Casi siempre' lo pueden hacer. Este porcentaje es del 63,3 %, igual que como sucede con los niños de 4 a 5 años y de 8 años.

La segunda habilidad tiene que ver con el uso de materiales didácticos para el conteo de números. Se evidencia que los niños entre 6 y 7 años utilizan este recurso casi siempre, con un 33,3 %. Igual sucede con los niños de 4 a 5 años, mientras que, en el caso de los niños de 8 años, suelen utilizar este recurso a veces. La tercera habilidad evidencia si los niños se arrodillan en la silla o inclinan el tronco para hacer uso del material didáctico para contar. En este campo, el 50 % de los niños entre 6 y 7 años realiza estas acciones a veces, al igual que los niños de 8 años, mientras que los niños de 4 a 5 años lo hacen casi siempre.

La cuarta habilidad se refiere a la manipulación de objetos para aprender sumas y restas. Se observa entonces que, el 46,6 % de los niños entre 6 y 7 años lo realiza a veces. Igual sucede con los niños entre 4 y 5 años. Sobre el uso de la escritura en el cuaderno para realizar operaciones matemáticas, se evidencia que los niños entre 6 y 7 años lo hacen siempre, representando el 30 %. Los niños de 8 años suelen utilizar cuaderno a veces. La sexta habilidad presenta resultados acerca de la existencia de dificultades para efectuar operaciones matemáticas. El 30 % de los niños entre 6 y 7 años casi nunca tiene dificultades.

La séptima habilidad tiene que ver con la realización de operaciones matemáticas de forma independiente por parte de los niños. Se aprecia que los niños entre 4 y 5 años casi siempre realizan operaciones de forma independiente, mientras que aquellos entre 6 y 7años, con 26,5 %, casi nunca lo hacen. En cuanto a usar los dedos para sumar y restar, se observa dos casos concretos: primero, el 23,3 % de los niños entre 6 y7 años casi nunca lo hace. Y con el mismo porcentaje, en el mismo rango de edad, se encuentran aquellos que lo hacen siempre.

Tabla 2

Habilidades para adición y sustracción matemática vs Edad

Habilidades*N		4-5 años					6-7 años					8 años				
		CN	AV	CS	S	N	CN	AV	CS	S	N	CN	AV	CS	S	
1. Reconoce (1 al 20)	Fr	-	-	-	2	-	-	1	2	4	19	-	-	-	2	-
	%	-	-	-	6.7	-	-	3.3	6.7	13.3	63.3	-	-	-	6.7	-
2. Usa materiales para contar números	Fr	-	-	-	1	1	-	2	5	10	9	-	1	1	-	-
	%	-	-	-	3.3	3.3	-	6.7	16.7	33.3	30	-	3.3	3.3	-	-
3. Se arrodilla para contar	Fr	-	-	1	1	-	-	1	15	8	2	-	-	2	-	-
	%	-	-	3.3	3.3	-	-	3.3	50	26.7	6.7	-	-	6.7	-	-
4. Discrimina y manipula objetos para aprender +/-	Fr	-	-	2	-	-	-	-	14	9	3	-	-	1	1	-
	%	-	-	6.7	-	-	-	-	46.7	30	10	-	-	3.3	3.3	-
5.Escribe y hace operaciones +/-	Fr	-	-	1	1	-	-	1	9	7	9	-	-	2	-	-
	%	-	-	3.3	3.3	-	-	3.3	30	23.3	30	-	-	6.6	-	-
6. Tiene dificultad para realizar operaciones matemáticas	Fr	-	-	2	-	-	2	9	7	4	4	-	-	1	1	-
	%	-	-	6.7	-	-	6.7	30	23.3	13.3	13.3	-	-	3.3	3.3	-
7. Realiza operaciones matemáticas	Fr	-	-	0	2	-	1	8	8	5	4	-	1	1	-	-
	%	-	-	-	6.7	-	3.3	26.7	26.7	16.7	13.3	-	3.3	3.3	-	-
8. Usa los dedos para sumar y restar	Fr	-	-	1	1	-	1	7	6	5	7	-	-	1	1	-
	%	-	-	3.3	3.3	-	3.3	23.3	20	16.7	23.3	-	-	3.3	3.3	-
9. Realiza +/- de dos cifras	Fr	-	-	-	2	-	1	7	8	6	4	-	1	-	-	1
	%	-	-	-	6.7	-	3.3	23.3	26.7	20	13.3	-	3.3	-	-	3.3
10. Reconoce fácilmente los signos +/-	Fr	-	1	1	-	-	5	3	6	7	5	-	1	1	-	-
	%	-	3.3	3.3	-	-	16.7	10	20	23.3	16.7	-	3.3	3.3	-	-
11. Diferencia los signos +/-	Fr	-	-	2	-	-	2	1	6	6	11	-	-	2	-	-
	%	-	-	6.7	-	-	6.7	3.3	20	20	36.7	-	-	6.7	-	-
Se interesa por aprender matemáticas	Fr	-	-	2	-	-	1	3	9	9	4	-	-	-	-	2
	%	-	-	6.7	-	-	3.3	10	30	30	13.3	-	-	-	-	6.7

Nota. *N (nunca); CN (Casi Nunca); AV (A Veces); CS (Casi Siempre); S (Siempre)

Según los resultados respecto a las habilidades para la realización de operaciones matemáticas relacionadas con el grado escolar de los niños, en primer lugar, tenemos la habilidad sobre el reconocimiento de números del 1 al 20. Se evidencia que en los tres grados de análisis existe un porcentaje mayor que siempre reconoce dicha habilidad. La segunda habilidad tiene que ver con el uso de materiales didácticos para contar números. El grado primero siempre lo hace, mientras que en el grado segundo lo hacen casi siempre. La habilidad tres presenta la acción de arrodillarse sobre la silla o inclinarse sobre el pupitre a la hora de utilizar material didáctico; esta acción se da a veces en los tres grados.

La cuarta habilidad está relacionada con la manipulación de objetos para aprender operaciones de suma y resta, la cual se da casi siempre en el grado dos, representada en un 26,6 %, mientras que en el grado uno lo hacen a veces, equivalente al 23,1 %. La habilidad sobre el uso del cuaderno para realizar operaciones matemáticas evidencia que en el grado uno lo hacen a veces, mientras que en el grado segundo lo hacen casi siempre, con el 36,6 %. Con relación a la presencia de dificultades para realizar operaciones matemáticas, se observa que este problema casi nunca sucede, mientras que en el grado segundo se presenta a veces. La séptima habilidad tiene que ver con dificultades para efectuar operaciones matemáticas de forma independiente. El resultado indica que, en el grado primero realizan casi siempre operaciones matemáticas de manera independiente y, en el grado segundo, casi nunca. Sobre la habilidad del uso de los dedos para sumar o restar, esta habilidad se presenta con más frecuencia en el grado segundo y, en cambio, se observa a veces en el grado primero.

La novena habilidad es la capacidad para realizar sumas y restas de dos cifras, la cual es más recurrente en el grado segundo, con el 16,6 %, es decir, casi siempre. Acerca de la habilidad para reconocer fácilmente los signos de suma y resta, se observa que esta habilidad está más presente en el grado segundo, pues en el grado primero solo el 3,33 % reconoce los signos matemáticos de manera fácil. Con respecto a la capacidad de diferenciar los signos de suma y resta en las operaciones matemáticas, esta habilidad se da con más fortaleza en el grado dos, con el 16,6 %, mientras que en el grado primero se presenta a veces.

Tabla 3

Habilidades para adición y sustracción matemática vs. grado escolar

Habilidades N		Grado 1					Grado 2					Grado 3				
		CN	AV	CS	S	N	CN	AV	CS	S	N	CN	AV	CS	S	
1. Reconoce (1 al 20)	**Fr**	-	-	-	3	5	-	1	2	3	14	-	-	-	-	2
	%	-	-	-	10	16.7	-	3.3	6.7	10	46.6	-	-	-	-	6.7
2. Usa materiales didácticos para contar números)	**Fr**	-	-	1	3	4	-	2	4	8	6	-	1	1	-	-
	%	-	-	3.3	10	13.3	-	6.7	13.3	26.7	20	-	3.3	3.3	-	-
3. Se arrodilla para contar	Fr	-	-	5	3	-	-	1	11	6	2	-	-	2	-	-
	%	-	-	16.7	10	-	-	3.3	36.7	20	6.7	-	-	6.7	-	-
4. Discrimina y manipula objetos para aprender +/-	**Fr**	-	-	7	1	-	-	-	9	8	3	-	-	1	1	-
	%	-	-	23.3	3.3	-	-	-	30	26.7	10	-	-	3.3	3.3	-
5. Escribe y hace operaciones +/- cuaderno	**Fr**	-	-	4	3	1	-	1	6	11	8	-	-	2	-	-
	%	-	-	13.3	10	3.3	-	3.3	20	36.7	26.7	-	-	6.7	-	-
6. Presenta dificultad para realizar operaciones matemáticas	**Fr**	-	3	2	2	1	2	6	7	2	3	-	-	1	1	-
	%	-	10	6.7	6.7	3.3	6.7	20	23.3	6.7	10	-	-	3.3	3.3	-
7. Realiza operaciones matemáticas	**Fr**	1	2	2	3	-	-	6	6	4	4	-	1	1	-	-
	%	3.3	6.7	6.7	10	-	-	20	20	13.3	13.3	-	3.3	3.3	-	-
8. Usa los dedos para sumar y restar	**Fr**	-	1	5	2	-	1	6	2	4	7	-	-	1	1	-
	%	-	3.3	16.7	6.7	-	3.3	20	6.7	13.3	23.3	-	-	3.3	3.3	-
9. Realiza +/- de dos cifras	**Fr**	-	2	3	3	-	1	5	5	5	4	-	1	-	-	1
	%	-	6.7	10	10	-	3.3	16.7	16.7	16.7	13.3	-	3.3	-	-	3.3
10. Reconoce fácilmente los signos +/-	**Fr**	1	3	2	2	-	4	1	5	5	5	-	1	1	-	-
	%	3.3	10	6.7	6.7	-	13.3	3.3	16.7	16.7	16.7	-	3.3	3.3	-	-
11. Diferencia los signos +/- en las operaciones	Fr	1	-	3	1	3	1	1	5	5	8	-	-	2	-	-
	%	3.3	-	10	3.3	10	3.3	3.3	16.7	16.7	26.7	-	-	6.7	-	-
12. Se interesa por aprender matemáticas	Fr	-	1	4	2	1	1	2	7	7	3	-	-	-	-	2
	%	-	3.3	13.3	6.7	3.3	3.3	6.7	23.3	23.3	10	-	-	-	-	6.7

Nota. *N (nunca); CN (Casi Nunca); AV (A Veces); CS (Casi Siempre); S (Siempre)

Análisis de la evaluación del perfil ocupacional en los sistemas sensoriales visuales, auditivos, táctil y de movimiento

De acuerdo con lo observado, en el perfil auditivo se evidencia que el 63 % de los niños pertenece a la categoría 'Como los demás', mientras que en la categoría 'Menos que los demás' se encuentra un 30 % del total de la población analizada. Se logró evidenciar en el procesamiento auditivo, 19 de los niños evaluados reaccionan a los sonidos 'como los demás', identificando que es una entrada sensorial de tipo normal que puede ser estimulada y mejorada.

También se observa que el 66 % de los niños están clasificados en la categoría 'Más que los demás', el 23,4 % se ubica en la categoría 'Como los demás'. Se tiene entonces que, de los 30 niños evaluados con el perfil sensorial, dentro del procesamiento visual, 20 de ellos, reaccionan más a los estímulos visuales que los demás, debido a que presentan hiperrespuesta, lo que quiere decir que no toleran estímulos visuales fuertes.

Respecto al componente táctil, el 60 % de los niños se ubica en la categoría 'Más que los demás'; el 26 % en 'Como los demás' y, un 14 % en 'Menos que los demás'. Dentro del procesamiento táctil, se pudo observar que 18 de los 30 niños reaccionan más a los estímulos táctiles que los demás, debido a una hiporrespuesta en la entrada sensorial, lo que quiere decir que requieren de mayor estimulación de este canal.

Por lo que respecta al componente 'Movimiento', se observa que el 63 % de los niños está clasificado como 'Más que los demás'; el 33,3 % en 'Como los demás'. El complemento de esta identificación evidencia que tan solo el 4 % está ubicado como 'Mucho menos que los demás'. Con respecto a los resultados arrojados por el perfil 'Sensorial' en este procesamiento, 19 niños reaccionaron al movimiento más que el demás, presentando un hiporrespuesta, lo que significa que buscan mayor sensación de movimiento a través de los ajustes posturales y, requieren de actividades que regulen su sensación motriz.

Tabla 4

Calificación de componentes de procesamiento sensorial

Procesamiento sensorial	Como los demás		Menos que los demás		Mucho más que los demás	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Auditivo	19	63	9	30	2	7
Visual	20	66	7	23.4	3	10

Procesamiento sensorial	Como los demás		Menos que los demás		Mucho más que los demás	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Táctil	18	60	8	26	4	14
Movimiento	19	63	10	33	1	4

Se logró evidenciar que el 46,53 % de los niños se ubica en el cuadrante de buscador, con una calificación correspondiente a 'Más que los demás', lo que evidencia que están interesados en buscar más experiencias sensoriales que los demás. El 11,88 % se sitúa en el cuadrante evitativo, con una calificación correspondiente a 'Menos que los demás', lo que da a entender que son los menos interesados en buscar experiencias sensoriales que los demás. El 24,75 % se ubica en el cuadrante sensitivo con una calificación correspondiente a 'Como los demás', reaccionando de forma más rápida e intensa que los demás niños. El 16,83 % se halla en el cuadrante Espectador con una calificación correspondiente a 'Menos que los demás', lo que implica que son pasivos al momento de buscar experiencias sensoriales respecto a los demás.

Tabla 5

Ubicación en los cuadrantes según perfil sensorial

Calificación		Puntuación	Cuadrantes
Más que los demás	Fr	47	Buscador
	%	46.53	
Menos que los demás	Fr	12	Evitativo
	%	11.88	
Como los demás	Fr	25	Sensitivo
	%	24.75	
Menos que los demás	Fr	17	Espectador
	%	16.83	

Construcción del juego multisensorial que involucra estímulos visuales, táctiles, auditivos y un componente de movimiento para favorecer el aprendizaje de adición y sustracción

Según los resultados obtenidos, se observa y analiza que los materiales didácticos para el aprendizaje de las matemáticas son usados por la mayoría de los niños y docentes. Un segundo resultado indica que solo a veces los educandos escriben los números y hacen las operaciones matemáticas en

su cuaderno. Por otra parte, haciendo relación con un resultado relevante encontrado en el PS2, se apreció que los niños se ubican en el cuadrante de buscador, con una calificación correspondiente a 'Más que los demás', lo que quiere decir que están interesados en buscar más experiencias sensoriales respecto a los demás.

Los tres resultados anteriores necesariamente indican la necesidad de construir un juego multisensorial para facilitar el aprendizaje de adición y sustracción, que puede ser utilizado como material didáctico de enseñanza – aprendizaje dentro del aula. Las características específicas del juego promueven el aprendizaje sensorial a través de los estímulos inmersos, como son el táctil, auditivo, visual y un componente de movimiento. El juego fue denominado 'Sumando y restando con mis sentidos', que consta de una caja de madera que contiene 20 fichas. En cada una de estas se encuentran plasmados los números del cero al nueve; nueve de ellas tienen sonido, menos el número cero; este aspecto permite la combinación para la creación de números mayores, como se observa en el Anexo 1.

Por otro lado, la lista de chequeo indica que la gran mayoría de niños no presenta dificultades a la hora de contar números en menor escala, pero una minoría sí, por momentos. En otro de los ítems se observó que los niños a veces realizan la discriminación y manipulación de los objetos utilizados para aprender adición y sustracción dentro del aula; por estas razones, se diseñó una secuencia numérica (0 - 9), con el fin de facilitar la identificación, el conteo y el encaje numérico básico (Anexo 2).

Respecto a otro ítem de la lista de chequeo, se evidenció que la mayoría de los niños se arrodilla sobre la silla o inclina su tronco en la mesa al hacer uso de artículos didácticos para contar, dificultando de cierta manera la manipulación de los objetos utilizados para aprender esta asignatura. Con base en el resultado anterior, se debe abordar el resultado del procesamiento de movimiento, inmerso en el perfil sensorial, donde se observó que los niños reaccionan al movimiento más que los demás, presentando una hiporrespuesta que provoca afectación en sus efectos académicos o, que hace que en sus actividades choquen fácilmente con los objetos causados por los ajustes posturales y compensaciones de movimiento realizados en el pupitre, provocando la caída de los mismos, concluyendo que son niños que requieren de actividades que regulen su sensación motriz, brindando una solución oportuna a esta dificultad.

Inmersa en el diseño del juego, existe una tabla plegable, diseñada en madera, que contiene una superficie de velcro que facilita el posicionamiento de las fichas evitando que estas se caigan; esto permite la regulación, el imput sensorial y la respuesta a los estímulos relacionados con el movimiento, cuyo fin es modular y organizar la actividad motriz, como se observa en el Anexo 3.

En otro de los ítems se encontró que solo a veces los niños reconocen y diferencian los signos utilizados para las operaciones matemáticas. Para ello, el juego contiene dos figuras que simbolizan los tres signos representados en la suma (+), resta (-) y el resultado con un igual (=). Su característica fisica es en un alto relieve que favorece el reconocimiento gnósico de figura forma, además de un adhesivo en su parte posterior, que permite la fijación de los objetos en la tabla, como se observa en el Anexo 4.

Del mismo modo, se encontró en otro ítem que, a veces a los niños se les dificulta realizar operaciones de adición y sustracción de una y dos cifras, teniendo en cuenta que ciertas dificultades se relacionaban con las reglas básicas de orden numérico para resolverlas. De otro modo, se apreció que, en la mayoría de los casos, los niños casi nunca realizaban las operaciones matemáticas de forma independiente, requiriendo ayudas del docente, la utilización de apoyo didáctico al momento de resolverlas y, en ocasiones, del uso de los dedos para hacer el respectivo conteo de números. Por tal motivo, se diseñó una tabla plegable, un separador y fichas con un adhesivo en la parte inferior, que les permiten ubicar organizadamente los números y signos, respetando las reglas básicas de orden numérico, como se muestra en el Anexo 5.

En la aplicación del perfil sensorial se encontró que, en el procesamiento auditivo, la mayoría de los niños evaluados reacciona a los sonidos como los demás, deduciendo que es una entrada sensorial de tipo normal que puede ser estimulada y mejorada. Por tal razón, el interior de las fichas contiene un emisor de sonido conectado a un interruptor externo que, al ser presionado, emite ondas sonoras que estimulan el canal auditivo, representando la cantidad numérica en el juego. Este está conectado a dos polos, uno positivo y uno negativo, que envian la información al motor de sonido (*brushless*); este a su vez, está conectado a una pila (4A) que brinda la energía para que el dispositivo funcione (Anexo 6).

En el procesamiento visual se logró evidenciar que la mayoría de los niños reacciona más a los estímulos visuales que los demás, debido a que presentan hiperrespuesta; de este modo se determina que no toleran estímulos visuales fuertes. Basados en esto, las fichas que componen el juego cuentan con diferentes contrastes de colores llamativos como amarillo, verde, rojo y azul, estrategia que facilita la visibilidad, ubicación y forma del esquema numérico. Las fichas numéricas poseen las siguientes dimensiones: 6 cm de largo por 4 cm de ancho y 1,5 cm de alto; en la vista superior se halla un agujero de 5mm, lo que estimula la coordinacion oculo-manual para lograr un adecuado posicionamiento de las mismas, como se observa en el Anexo 7

En cuanto al procesamiento táctil, se pudo observar que la mayoría de los niños responde más a los estímulos táctiles que los demás, debido a una hiporrespuesta en la entrada sensorial; esto hace alusión al requerimiento de mayor estimulo de este canal; por lo tanto, en cada ficha está ubicado el número que permite la estimulación sensorioperceptual táctil de figura y forma numérica con su respectiva silueta de encajado; finalmente, en el extremo derecho están localizados unos puntos con profundidad que generan sensación, facilitan el conteo y representan la cantidad numérica en cada ficha (Anexo 8).

Por último, se notó que prevalece la población de niños con edades entre los 6 y 7 años, que pertenecen al grado segundo; por esto, dentro del juego se coloca un instructivo de funcionamiento que sirve como guia de aplicación del juego multisensorial para que los actores educativos denominados padres, docentes o cuidadores, puedan llevar a cabo la metodología en cada uno de los cinco niveles inmersos en el juego. La estrategia tiene como objetivo, promover y establecer el aprendizaje de la adición y sustracción de manera didáctica en la población con baja visión, como se observa en el Anexo 9.

Discusión

Entre las dificultades aparentes relacionadas con la deficiencia visual se encuentra la no utilización de los recursos ópticos recomendados, como el uso de gafas, lo cual disminuye sus condiciones de aprendizaje, específicamente en el área de matemáticas. De igual manera se ven reflejadas ciertas dificultades que aparecen en sus actividades escolares, como la identificación simbólica y numérica, manipulación de objetos pequeños, conceptos numéricos, entre otros (Duque et al., 2021).

En este orden de ideas, en el presente estudio se logró indagar por las habilidades de aprendizaje matemático en adición y sustracción dirigido a docentes. Se evidenció que prevalecen 20 niños con un tipo de dificultad visual, que cursan el grado segundo, cuyo porcentaje fue de 66,67 %. Estos resultados guardan una relación con los datos obtenidos en el estudio de Machado et al. (2022), donde se evidenció un alto índice de los escolares con problemas visuales, habiéndose realizado un tamizaje a 53 niños y niñas de los cuales se detectó 16 estudiantes con esta condición, distribuidos entre grados; el 56,3 % pertenece al grado segundo. De igual manera, esta información concuerda con el estudio de Ulloa y Ulloa (2019), donde hubo una alta frecuencia de estudiantes con problemas visuales, destacando la necesidad de implementar programas de detección temprana y de proporcionar recursos adecuados para apoyar su aprendizaje.

También se logró evidenciar que prevalecen los niños en los rangos de edades de 6 y 7 años con un total de 26, que corresponde a un porcentaje de 86,67 %. Ante estos resultados se atendió los estudios de Díaz (2023) y Arévalo-Rodríguez (2022), exponiendo que en los primeros siete años se encuentra el periodo más importante en el proceso de Integración Sensorial (IS), considerando dos factores fundamentales: la capacidad que presenta el cerebro para registrar sensaciones y, la capacidad aumentada con la que se cuenta para reorganizar la información obtenida; por lo tanto, este es el período en el que las funciones sensorio-motoras se consolidan y se convierten en la base para capacidades intelectuales avanzadas; por esto surge la idea de brindar una solución oportuna a las necesidades educativas de la población con una dificultad de tipo visual, en aras de facilitar el aprendizaje de matemáticas a través de la IS.

Con relación al presente estudio, se puede decir que casi siempre, el 36,7 % de los niños hace uso de artículos u otros materiales para contar los números, como: fichas, materiales didácticos, abanicos, juguetes, entre otros, deduciendo que se requiere un apoyo didáctico para que las actividades escolares se desarrollen de manera óptima y tengan un mejor desempeño, lo cual concuerda con Gutiérrez (2022), quien afirma que todos los educadores encuestados utilizan láminas ilustradas, fichas y cuentos, como recursos didácticos para ayudar a los niños con dificultades visuales; además, emplean legos en un 82,2 %, rompecabezas en un 65,8 % y juegos lógicos en un 4,2 %.

En este punto, es esencial tomar en cuenta el estudio de Ricce y Ricce (2021), quienes brindan una perspectiva de lo que son los juegos didácticos, de forma que puedan ser utilizados como una herramienta más en el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo una mejora en el rendimiento académico del estudiante.

Por su parte, De la Torre et al. (2019) refieren un hecho importante: los niños con baja visión adoptan la posición en su pupitre, buscando ajustar su postura en este, ya que al no tener una entrada visual optima, sienten sensación de inseguridad; además, realizan manipulación de sus objetos a distancias muy cortas, como respuesta a la dificultad visual que presentan, lo cual provoca una postura corporal incorrecta que afecta en cierto modo la adquisición del aprendizaje. Dicho procesamiento psicomotor fue observado dentro de los resultados en el presente estudio, puesto que el 60 % de los niños responde que a veces se arrodilla sobre la silla o inclina el tronco en la mesa al hacer uso de artículos didácticos para contar, deduciendo que, al adquirir este patrón motor, podría estar comprometiendo su desempeño en las actividades académicas escolares.

Álvarez y Hernández (2022) señalan que una de las principales dificultades que tienen los estudiantes en dicha área se relacionan con las dificultades espaciales, que se dan desde los conocimientos básicos de las matemáticas como lo es el contar, pues si para los estudiantes sin ningún tipo de limitación visual adquirir el concepto de número y cantidad resulta complejo, para los que sí la tienen, puede llegar a ser un poco más demorado y complejo. Respecto a esta afirmación, dentro de nuestros resultados se obtuvo que el 20 % de los niños presenta por momentos, dificultad para realizar el conteo de números en menor escala; el 56,7 % afirmó que a veces discrimina y manipula los objetos utilizados para aprender operaciones básicas de la matemática y, el 33,3 % casi siempre tiene dificultades para efectuar operaciones de este mismo tipo.

Ibarra (2020) identificó la problemática que tiene esta población en el área de matemática, como la imposibilidad para hacer tareas que requieran de una visión detallada para la identificación abstracta y simbólica numérica, al igual que de signos de adición y sustracción, dificultad para realizar tareas finas, manipulación de objetos pequeños utilizados en clase para realizar conteo y agrupación numérica, tareas visuales con inexactitudes, requiriendo adecuación de tiempo, modificaciones y algunas ayudas, información y experiencias menos variadas con dificultades para explorar su entorno (percepción de distancias, reconocimiento de formas y tamaños).

Los efectos mencionados dentro del desempeño que tienen los niños en las tareas específicas para llegar a las operaciones matemáticas muestran indicadores que coinciden con algunas de estas características en cuanto a la capacidad que tiene casi siempre el 26,7 % de los niños para sumar y restar números de dos cifras. Con respecto al reconocimiento de los signos de suma y resta, se obtuvo que solo a veces el 26,7 % de los niños los reconoce.

Rivera et al. (2021) resaltan que, para brindar un apoyo pertinente, los docentes deben contar con nuevas estrategias, elementos, recursos que les permitan integrar, incluir y reconocer las necesidades educativas especiales que tienen los estudiantes con limitación visual, pues solo así lograrán que estos alcancen o desarrollen los logros propuestos en esta asignatura. Ante esta afirmación, el estudio demuestra que en la pregunta: ¿El niño se interesa por aprender matemáticas?, los resultados obtenidos en el indicador a veces, representan un 36,7 %, lo que da a entender que solo en ocasiones los niños se interesan por aprender esta asignatura, concluyendo que en la mayoría de los casos necesitan la ayuda del docente, apoyo didáctico o uso de elementos de su interés para resolver operaciones matemáticas, facilitando así el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Montenegro (2021) sostiene que la estimulación adecuada del sentido del tacto se convierte en un canal de información fundamental como apoyo para el resto de la vista. Del mismo modo, Arévalo-Rodríguez (2022) explica que el reconocimiento táctil es necesario para registrar las características de los objetos, como tamaño, forma, textura y peso, lo que facilita el aprendizaje sensorial. Condor (2024) indica que la exploración manual ayuda a los niños a aprender, retener información y recordar lo que van descubriendo y, mejorando las habilidades matemáticas y las capacidades de razonamiento. Estas afirmaciones mantienen una relación con los datos obtenidos en la aplicación del test de Perfil Sensorial-2 (PS-2) donde se evidenció que el 60 % de los niños se ubica en la categoría 'Más que los demás', que representa un total de 18 de 30 educandos evaluados, lo que significa que reaccionan más a los estímulos táctiles que los demás, dado que evidencian una hiporrespuesta en la entrada sensorial, efecto que demuestra que, para completar actividades específicas, se necesita mayor estimulación de este canal sensitivo, lo que se convirtió en la guía principal para el diseño y construcción del juego multisensorial, porque se evidenció que el procesamiento sensorial de mayor dominio para la población objeto de estudio se le podría facilitar el aprendizaje matemático, si las tareas determinadas para dicho procesamiento las ejecutan mediante la utilización del canal táctil.

El segundo aspecto del test fue el componente auditivo. Roselló et al. (2022) lograron identificar que una excesiva estimulación auditiva de sonidos sin significado puede provocar, a la larga, una actitud repetitiva, respuestas ecolalias e, inhibir el uso de la entrada auditiva como medio de aprendizaje. Por ello, se ha de tener presente la diferenciación entre la estimulación sonora y la facilitación de informaciones auditivas, que puedan ser traducidas en experiencias de aprendizaje. Respecto a esta información obtenida, dentro de nuestra investigación se encontró que el 63 % pertenece a la categoría designada 'Como los demás', deduciendo que 19 de los niños evaluados reaccionan a los sonidos como los demás, identificando que es una entrada sensorial de tipo normal que puede ser estimulada y mejorada, considerando que se debe prevenir la sobreestimulación del canal auditivo para lograr el objetivo y, así, buscar que a los niños se les brinden herramientas y alternativas sólidas para que el aprendizaje se provoque de manera adecuada.

Respecto al componente de movimiento, se resalta el trabajo de Álvarez y Hernández (2022), quienes señalan que el movimiento permite al cuerpo relacionarse con el espacio, las personas y los objetos, facilitando la integración sensorio motriz esencial para el desarrollo perceptivo, donde el niño con baja visión comienza a definir sus posibilidades y limitaciones con relación al espacio, tomando conciencia del mundo que le rodea, evitando así la realización de compensaciones motoras que pueden afectar el proceso de aprendizaje y manipulación de los objetos. Ante esta información, en el

presente estudio los resultados en este componente demostraron que el 63 % de la población está clasificado en la categoría 'Más que los demás', deduciendo que los niños reaccionan al movimiento con presencia de una hiperrespuesta corporal, concluyendo que requieren de actividades que regulen su sensación motriz.

Referente al último procesamiento relacionado con la visión, se tomó a Martín (2023) quien expone que la estimulación visual tiene como objetivo, mejorar el funcionamiento visual de los niños con baja visión. Por tal razón, si se va a estimular este canal, se debe establecer las tareas visuales, seleccionando los materiales más idóneos para realizarlas, con el fin de prevenir respuestas evitativas o de intolerancia a la entrada de los estímulos. En el proceso de educación se debe aprovechar el resto visual para potenciar el aprendizaje de los niños. En el actual estudio se determinó que el 66 % se encuentra en la categoría llamada 'Más que los demás', estableciendo que los niños reaccionan más a los estímulos visuales que los demás, dado que presentan una hiporrespuesta, lo que implica que no toleran estímulos visuales fuertes, como: luces intermitentes, intensas y colores fluorescentes, por lo cual se debe utilizar materiales o estrategias aptas que prevengan las respuestas evitativas ante estímulos hacia este canal.

Para terminar con los resultados obtenidos del PS2, se encontró un estudio de Vives et al. (2022), en el que mencionan la existencia de un rango de modulación sensorial que incluye a los buscadores de sensaciones; esto implica la capacidad de regulación y organización de las respuestas a un estímulo sensorial según grado, intensidad y naturaleza, logrando que el niño mantenga un desempeño y adaptación al contexto adecuado. Este proceso es fundamental para el aprendizaje, la percepción y la acción del niño. En cuanto a dicha determinación, en los resultados obtenidos en la presente investigación se evidenció que los niños son buscadores y están localizados en la categoría 'Más que los demás', con un porcentaje total de 46,53 %, infiriendo que están interesados en buscar más experiencias sensoriales que los demás. Por ello, se deduce que la población estudio busca una estimulación más intensa y de mayor duración; entonces, se requiere ofrecerle la posibilidad de explorar diferentes espacios u objetos, sin restringir el contacto con el mundo que le rodea.

Finalmente, Ozaeta y Caycedo (2020) dan a conocer que, de los profesionales para niños con discapacidad visual, el 5 % utiliza juguetes de diseño sencillo y de fácil manipulación al tacto y, el 44 % juguetes que tengan incorporados efectos sonoros y que involucren texturas en sus partes. Bajo este argumento y tras realizar un análisis minucioso del comportamiento de las variables relacionadas con las características del juego, los juguetes y los resultados obtenidos de los dos instrumentos, se logró asociar diversos aportes y

resultados válidos. Esto permitió cumplir cabalmente con la construcción y diseño del juego multisensorial denominado 'Sumando y restando con mis sentidos', cuyo propósito es facilitar el aprendizaje de las operaciones de adición y sustracción a través de los sentidos (táctil, auditivo, visual) y un componente de movimiento. Está dirigido a escolares con baja visión y pretende favorecer el uso de esta estrategia didáctica en las aulas, para mejorar el desempeño ocupacional en el área de educación.

Conclusiones

Este estudio permitió, a partir del uso de instrumentos pertinentes de análisis y evaluación, identificar factores que comprometen y dificultan la adquisición de habilidades para el aprendizaje en el área de matemáticas, específicamente en operaciones de adición y sustracción en niños con baja visión, aportando a la construcción y el diseño del juego como una estrategia didáctica para el conocimiento de esta asignatura. De igual manera, se pudo evidenciar las debilidades y fortalezas en el procesamiento de los sentidos que fueron objeto de estudio, como: táctil, auditivo, visual y de movimiento, lo que aportó una base para conocer cuáles de estos canales sensoriales sería pertinente estimular para facilitar el aprendizaje matemático de operaciones de adición y sustracción.

Toda esta información es relevante para el quehacer del terapeuta ocupacional, por cuanto permite efectuar un análisis integral relacionado con el procesamiento sensorial y el tipo de patrón en el que se encuentran los niños, para enfocar métodos de intervención, considerando las entradas sensoriales con mayor dominio que promuevan el desempeño y la independencia ocupacional de los escolares en el área de educación.

Referencias

Álvarez, J. S. y Hernández M. Á. (2022). Enseñanza de las matemáticas en Educación primaria desde el trabajo por rincones. *Aula de Encuentro, 24*(1), 124-147. https://doi.org/10.17561/ae.v24n1.5800

American Occupational Therapy Association (AOTA). (2020). Occupational therapy practice framework: Domain and process (4th ed.). *American Journal of Occupational Therapy, 74*(Suppl. 2), 7412410010. https://doi.org/10.5014/ajot.2020.74S2001

Arévalo-Rodríguez, J. A. (2022). La integración sensorial y la importancia del abordaje de la terapia ocupacional de niños con TEA. *Domino de las Ciencias, 8*(2), 588-599. https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2664

Condor, G. S. (2024). *Taller de expresión plástica en el desarrollo cognitivo en niños del nivel inicial de la Institución Educativa N° 1129 Choclococha, Huancavelica–2023* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/7389

De la Torre, D., Figueroa, Y. C., Huarcaya, K. J. y Peralta, S. (2019). Tipos de ceguera y alteraciones posturales en estudiantes con discapacidad visual. *Casus, 4*(2), 162-169. https://doi.org/10.35626/casus.3.2019.215

Díaz, C. A. (2023). *Atención y procesamiento sensorial en alumnos de primer grado de primaria de un colegio privado de Lima, 2022* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/107051

Dunn, W. (s.f.). Manual del Perfil Sensorial–2. https://ergoprojects. com/tienda/prod/24836/manual-del-perfil-sensorial-2.html

Duque, V., Chaverra, L., Cury, J., Portela, M. C. y Suárez-Escudero, J. C. (2021). Deficiencia visual y neurológica posterior a la disfunción del sistema de derivación ventrículoperitoneal: reporte de caso. *Biomédica, 41*(1), 17-28. https://doi.org/10.7705/biomedica.5657

Gómez, A. L. (2006). Características de los juegos y juguetes utilizados por terapia ocupacional en niños con discapacidad. *Umbral Científico*, (9), 10-19.

Gutiérrez, J. E. (2022). Modelo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con materiales didácticos manipulables. *Revista Boletín Redipe, 11*(3), 182-194.

Ibarra, E. (2020). *Implementación de un asistente basado en inteligencia artificial para ambientes de aprendizaje de niños con discapacidad visual.* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Ley 949 de 2005. (2005, 17 de marzo). Congreso de la República de Colombia. https://www.redjurista.com/Documents/ley_949_de_2005_congreso_de_la_republica.aspx#/

Machado, M. J., Ballesteros, J. G. y Espinoza, M. A. (2022). *Estrategia metodológica enfocada en la enseñanza de las artes musicales a estudiantes con baja visión y ceguera. Caso aplicativo: Unidad Educativa Especializada Dr. Luis Benavides, Riobamba* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8693

Martín, A. (2023). *Propuesta de estimulación sensorial para un alumno de Educación Infantil en un centro de Educación Especial* [Tesis de Pregrado, Universidad de Valladolid]. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/62197

Masini, E., Giacomini, L., Rosa, D, Carvalho, T. y Guimarães, V. (2006). Atención del niño con discapacidad visual y problemas de aprendizaje. *International Journal of Developmental and Educational Psychology, 3*(1), 333-341.

Montenegro, D. (2021). *Gestión de un programa de estimulación multisensorial para desarrollar la capacidad comunicativa de los niñas y niños de la IE N° 206 de Sialupe Huamantanga. Mochumí 2016* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9166

Ozaeta, A. V. y Caycedo, X. (2020). El juego en el desempeño ocupacional de los niños con déficit intelectual moderado. *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE, 3*(6), 2-24.

Ricce, C. M. y Ricce, C. R. (2021). Juegos didácticos en el aprendizaje de matemática. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 5*(18), 391-404. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.182

Rivera, G. I., Mármol, M. C. y Conde, E. (2021). Modelo de gestión de servicios educativos para la atención de niños con necesidades educativas especiales. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales (RCCS), 10*(3), 72-90.

Roselló Leyva, A., Hernández Baguer, R., González Cabrera, Y., Leal Hernández, B y Roig Catillo, R. (2022). Caracterización de la baja visión en el Centro de Recursos y Apoyo "Abel Santamaría Cuadrado". *Revista Cubana De Oftalmología, 35*(2), e1144. https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1144

Ulloa, S. P. y Ulloa, L. M. (2019). Educación inclusiva y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de niños de baja visión. Importancia del material didáctico. *Revista San Gregorio, 1*(29), 34-41. https://doi.org/10.36097/rsan.v0i29.648

Vives-Vilarroig, J., Ruiz-Bernardo, P., & García-Gómez, A. (2022). Sensory integration and its importance in learning for children with autism spectrum disorder. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional, 30*, e2988. https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoAR22662988

Anexos

Anexo 1

Caja multisensorial



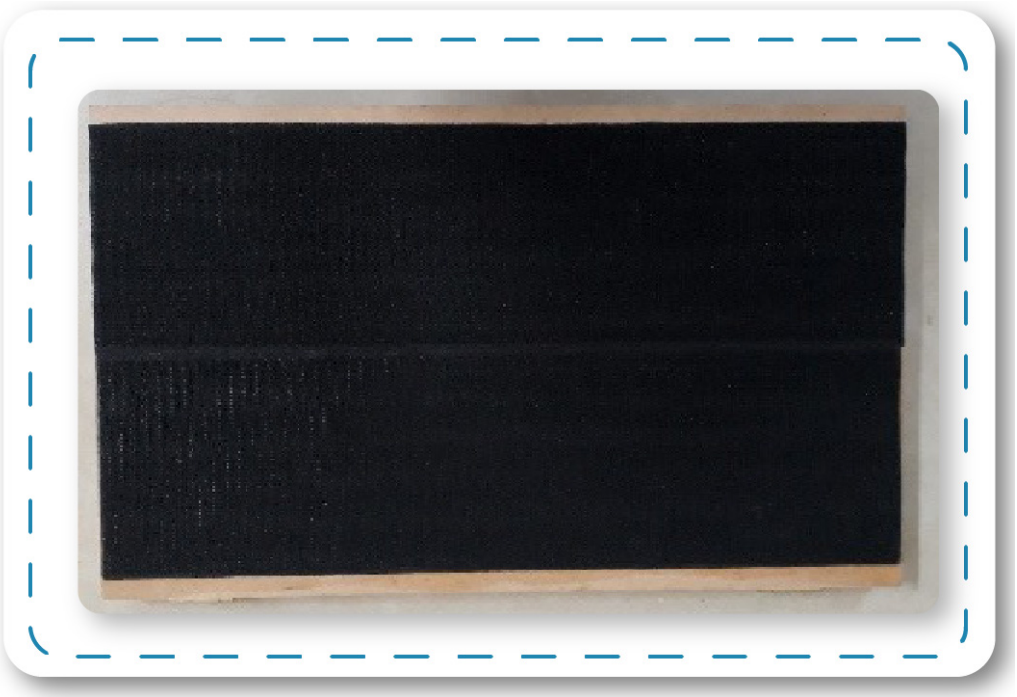
Anexo 2

Secuencia numérica



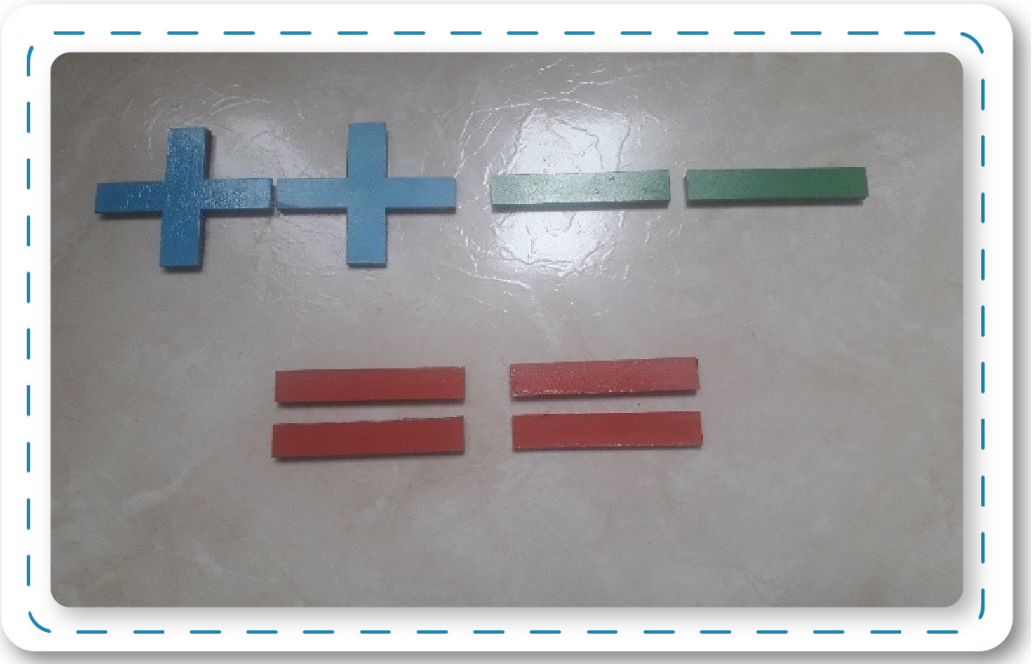
Anexo 3

Tabla plegable



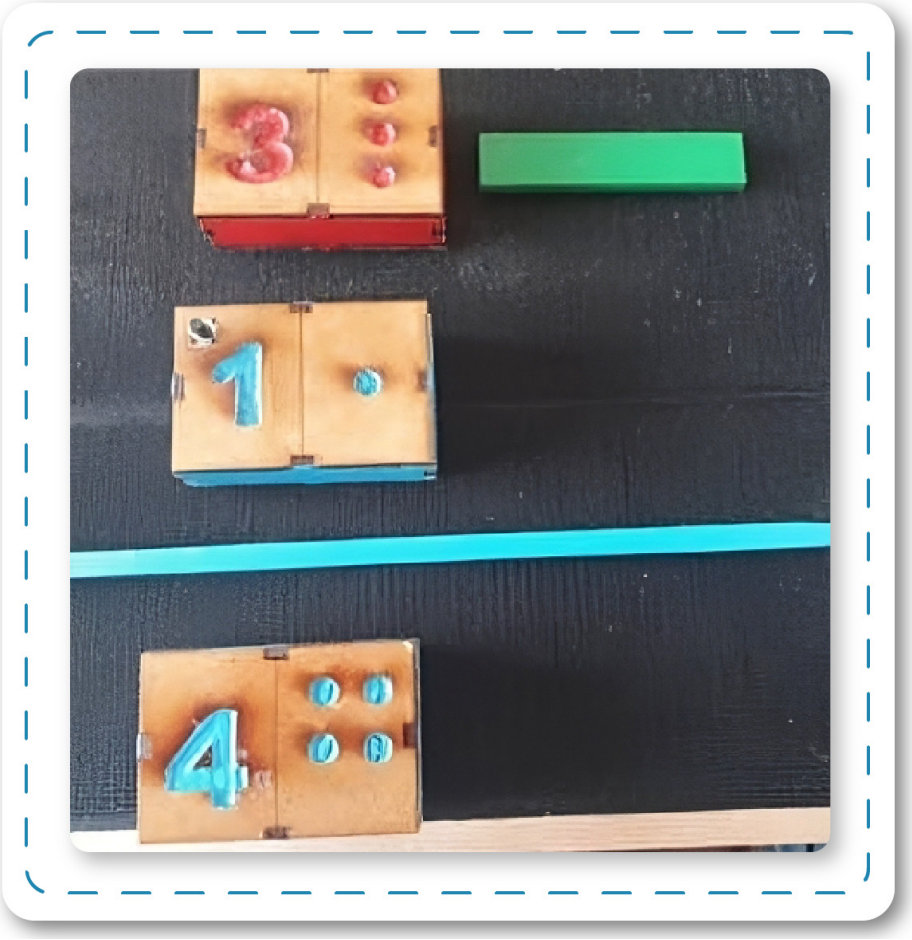
Anexo 4

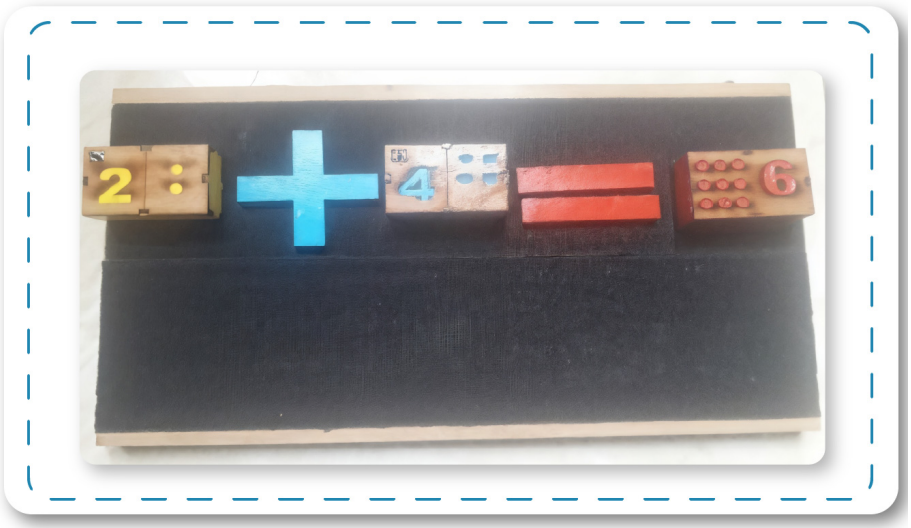
Signos suma, resta e igual



Anexo 5

Posicionamiento de fichas para iniciar operaciones de adición y sustracción





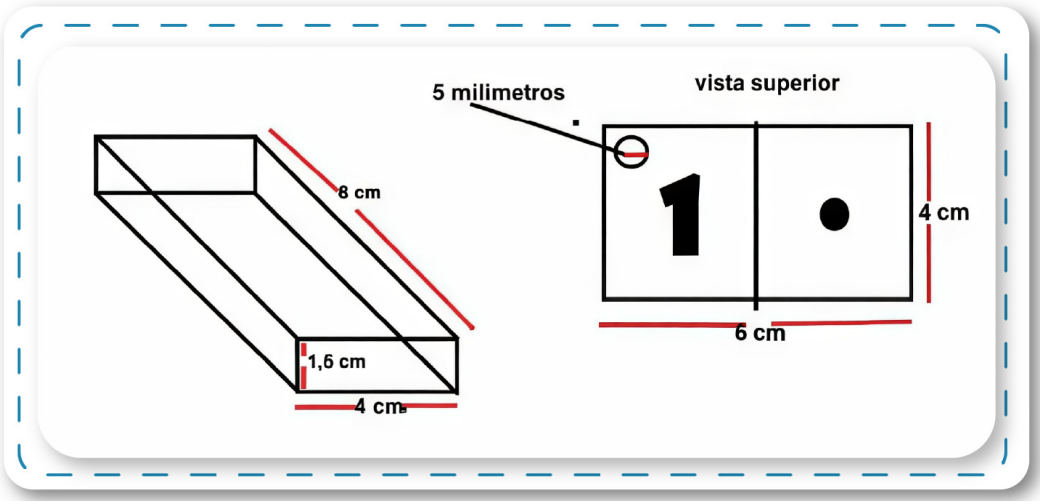
Anexo 6

Conexión del dispositivo



Anexo 7

Modelo de fichas





Anexo 8

Ficha



Anexo 9

Instructivo







Universidad Mariana
Res. MEN 1362 del 3 de febrero de 1983

Editorial Unimar

Universidad Mariana
Calle 18 No. 34-104 San Juan de Pasto
https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar