

## **Enseñanza de las ondas a estudiantes con discapacidad visual mediante material concreto multisensorial**

Camila Fernanda Bustos Palma, Cristian Domínguez Vera\*

### **Resumen**

El presente trabajo describe una propuesta pedagógica interdisciplinaria elaborada por el Departamento de Física y la carrera de Educación Especial de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, cuyo propósito es responder a la escasez de orientaciones y recursos inclusivos para la enseñanza del contenido de ondas a estudiantes con discapacidad visual. Para ello, se diseña e implementa un material concreto multisensorial —una maqueta tridimensional desmontable— que permite explorar táctil, auditiva y kinestésicamente los elementos espaciales y temporales del modelo ondulatorio, en coherencia con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje. La metodología se enmarca en el paradigma sociocrítico, con un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y exploratorio, articulando la reflexión pedagógica con el trabajo colaborativo entre docentes en formación. La propuesta se aplicará en una escuela especial mediante una clase teórico-práctica evaluada con pre y post test para analizar la comprensión del concepto de onda, sus elementos y su representación. Se proyecta que el uso de este material favorecerá significativamente el aprendizaje conceptual y la participación activa de los estudiantes con discapacidad visual, contribuyendo al desarrollo de prácticas inclusivas y al fortalecimiento del vínculo entre educación científica y educación diferencial.

**Palabras clave:** Educación inclusiva, ceguera, enseñanza de la Física.

## Abstract

This article presents an interdisciplinary pedagogical proposal developed collaboratively by the Department of Physics and the Special Education program at the Metropolitan University of Educational Sciences, aimed at addressing the lack of inclusive didactic resources for teaching wave phenomena to students with visual impairments. The project involves the design and implementation of a multisensory concrete material—a detachable three-dimensional wave model—that enables tactile, auditory, and kinesthetic exploration of the spatial and temporal components of waves, aligned with the principles of Universal Design for Learning. The study adopts a socio-critical paradigm with a qualitative, descriptive, and exploratory approach, emphasizing collaborative reflection between future physics teachers and special educators. The proposal will be applied in a special school through a theoretical-practical lesson supported by pre- and post-tests to evaluate students' conceptual understanding of waves and their physical characteristics. It is expected that the multisensory material will enhance comprehension and promote active participation among students with visual impairments, contributing to more equitable and inclusive science education practices while encouraging further interdisciplinary research between physics education and special education.

**Keywords:** Inclusive education, blindness, Physics education.

## 1. Introducción

La discapacidad visual abarca tanto la ceguera como la pérdida de visión. La pérdida de visión implica una disminución en la capacidad visual que genera dificultades no solucionables por medios habituales, como el uso de lentes. Según la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial (2018), “el término *ceguera* se utiliza específicamente para la pérdida completa o casi completa de la visión” (p. 13). En Chile, el Estudio Nacional de la Discapacidad (III ENDISC 2022) evidenció que el 22,7% de niños, niñas y adolescentes (NNA) con discapacidad presenta pérdida de visión, mientras que un 4,1% tiene ceguera o dificultad para ver incluso usando lentes (Servicio Nacional de la Discapacidad [SENADIS], 2023).

A pesar de los avances metodológicos implementados en los establecimientos que cuentan con Programa de Integración Escolar, la enseñanza de la Física continúa caracterizándose por un uso predominante de recursos de naturaleza visual. Esta dependencia se evidencia en las bases curriculares, donde verbos como “describir”, “comparar” e “identificar” suponen elevadas demandas de procesamiento visual. En esta línea, Malagón y Vasco (2016) destacan que la experiencia visual desempeña un rol central en los procesos de descripción y clasificación de fenómenos, lo que exige una reflexión permanente para desarrollar propuestas didácticas que potencien las capacidades sensoriales de los estudiantes más allá de la visión. No obstante, las escasas orientaciones didácticas para enseñar contenidos de ciencias a estudiantes con discapacidad visual no permiten un acceso a la información en paralelo. En respuesta a esta necesidad, vinculada tanto a la falta de recursos físicos accesibles como a la ausencia de lineamientos pedagógicos específicos, surge este proyecto interdisciplinario. Desarrollado en colaboración entre el Departamento de Física y la carrera de Educación Especial con especialidad en personas ciegas y retos múltiples de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, su propósito es diseñar e implementar una propuesta didáctica inclusiva acompañada de un material concreto-multisensorial. Dicho material está destinado a la enseñanza del OA9 de I Medio, “Ondas”, y será aplicado en una escuela especial que atiende a estudiantes ciegos o con baja visión.

La pregunta central que orienta esta investigación es: *¿Cómo contribuye el uso de material concreto multisensorial a la comprensión del concepto de onda en estudiantes con discapacidad visual?* Se espera que este material, al posibilitar la exploración táctil, auditiva y kinestésica, promueva la comprensión conceptual de las ondas y de sus elementos espaciales, favoreciendo una participación activa en el proceso de aprendizaje.

## 2. Metodología

El presente trabajo se enmarca en el paradigma socio crítico, el cual promueve la transformación de las prácticas educativas a través de la reflexión, la acción y la participación colectiva. Es de tipo cualitativo, centrada en la investigación de estilo bottom up con un diseño descriptivo y

exploratorio. De acuerdo con Taylor y Bogdan (1986), la metodología cualitativa se refiere a la investigación de datos descriptivos: *las propias palabras de las personas habladas o escritas y la conducta observable* (p. 4) permitiendo analizar en profundidad las experiencias de aprendizaje y las percepciones de los participantes, reconociendo su contexto y subjetividad.

El proyecto articula saberes esenciales de la Didáctica de la Física y la Educación Especial. Esta colaboración es fundamental porque las estrategias didácticas específicas deben conjugar el rigor conceptual de la disciplina con el reconocimiento, la atención de las capacidades sensoriales de los estudiantes y adecuaciones curriculares. “Un estudiante con discapacidad visual necesita ciertos apoyos en los recursos didácticos que se utilizan. Tener materiales concretos, con relieve, que permite la utilización del tacto ... puede ayudar a clarificar el estudio de un tema de física” (Rivas & Domínguez, 2023).

Esto se enmarca en los principios de la inclusión educativa, como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), cuyo principio es romper la dicotomía entre estudiantes "con discapacidad" y "sin discapacidad". La siguiente tabla (ver tabla 1) detalla la adecuación aplicada, en línea con los principios del DUA, para garantizar el acceso al conocimiento de ondas.

**Tabla 1**

*Adecuaciones con principios del DUA. Elaboración propia*

<b>Elemento de la Onda a enseñar</b>	<b>Medio de Representación (DUA: Proveer múltiples formas)</b>	<b>Adaptación y Estrategia Didáctica</b>
Concepto de Onda (Energía/Materia)	Kinestésico/Auditivo/Verbal	Uso de un resorte metálico para la demostración kinestésica de la propagación de energía sin transporte de materia y se emplea el lenguaje científico (definiciones en Braille/macrotipo).
Elementos Espaciales (Amplitud, Longitud, Cresta, Valle)	Táctil/Concreto 3D/Medición	Uso del material desmontable (maqueta) para la exploración táctil y medición de distancia. Se usan hojas con ondas hechas en silicona para diferenciar formas y ciclos.
Dimensión Temporal (Vibración/Frecuencia)	Auditivo/Kinestésico	Interacción física con el montaje y la forma de la onda asociándola a un sonido y experiencias diarias (temblores, sonidos) para anclar el concepto.

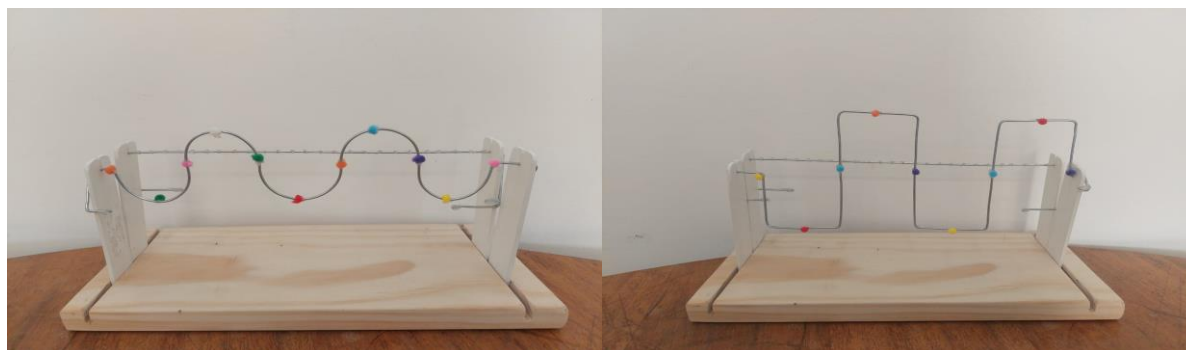
El grupo objetivo para la aplicación de la propuesta didáctica estará conformado por estudiantes con ceguera y baja visión de una escuela especial, la implementación contempla 2 etapas La primera etapa busca analizar el entorno y contexto de los alumnos y aplicación del pre test, la 2° etapa es la implementación de la clase inclusiva teórico-práctica con el material multisensorial diseñado, utilizado para explicar los aspectos del modelo ondulatorio, según el OA9 de I Medio,

son los elementos espaciales (eje de equilibrio, crestas, valles, amplitud y longitud de onda) y la dimensión temporal (propagación, frecuencia), realizando una actividad donde identifiquen el valor de la longitud de onda de cada una de ellas y un post test al terminar la intervención.

Esta metodología busca evaluar la pertinencia y eficacia del material diseñado. En cuanto al material concreto-multisensorial diseñado (ver Figura 1), consta de una maqueta desmontable tridimensional de una onda, el cual tiene las siguientes partes: Una base rectangular de madera, sobre la cual se insertan barras verticales móviles, distintos alambres desmontables que une las barras verticales, simulando la propagación de distintos tipos de ondas y el eje de equilibrio está representado por un alambre largo marcado cada 1 cm. Este permite identificar táctilmente la posición de reposo del medio.

### Figura 1

*Diseño de material concreto-multisensorial de una onda.*



## 3. Resultados

Este proyecto busca un enfoque inclusivo, interdisciplinario y accesible. Promueve la colaboración entre futuros profesores de Física y educadores diferenciales, articulando saberes científicos y pedagógicos para construir experiencias de aprendizaje equitativas.

Se espera que la creación e implementación de este material concreto-multisensorial, favorezca significativamente la comprensión conceptual de lo que es una onda y sus elementos espaciales, por parte de los estudiantes con discapacidad visual. Lo observado por Rivas y Domínguez (2023), actualmente se pueden hacer objetos tridimensionales a partir de una impresora 3D, desarrollando objetos teniendo en cuenta el relieve como principal indicador de límites, formas y otras características del objeto de estudio, pudiendo ser utilizados tanto por los estudiantes con discapacidad visual como por todo el grupo áulico y junto a recursos auditivos, los estudiantes podrán ser parte de una experiencia de aprendizaje multisensorial, promoviendo a su vez una participación activa y así reducir las barreras de acceso al conocimiento.

#### 4. Discusión y proyecciones

Al ser un trabajo en desarrollo, aún no existen hallazgos empíricos; sin embargo, el diseño e implementación de la propuesta didáctica permiten proyectar aportes y reconocer limitaciones. La aplicación se realizará en un curso de octavo básico, nivel en que el contenido de ondas no se aborda según las Bases Curriculares, lo que representa un desafío, pero también una oportunidad para adaptar el material multisensorial a distintos niveles educativos.

Finalmente, se proyecta que este estudio impulse nuevas investigaciones interdisciplinarias entre física y educación diferencial, fortaleciendo el compromiso con una educación científica más inclusiva y equitativa.

#### Referencias

- Organización Mundial de la Salud & Banco Mundial. (2018). *Encuesta Modelo de Discapacidad Versión Corta (EMDc): Guía de implementación*. Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial. <https://www.who.int/es/publications/m/item/model-disability-survey-implementation-guide>
- Rivas, Carlos y Domínguez, María Alejandra. (2023). Recursos didácticos para la enseñanza de la física a estudiantes con discapacidad visual en la educación superior. *Revista de enseñanza de la física*, 35 (2), 93-102. Publicación electrónica 19 de diciembre de 2023. <https://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v35.n2.43696>
- Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS). (2023). *Tercer Estudio Nacional de la Discapacidad (III ENDISC 2022)*. Ministerio de Desarrollo Social y Familia, Gobierno de Chile. [https://www.senadis.gob.cl/paginas/353/651/tercer\\_estudio\\_nacional\\_de\\_la\\_discapacidad\\_\(iii\\_endisc\\_2022\)](https://www.senadis.gob.cl/paginas/353/651/tercer_estudio_nacional_de_la_discapacidad_(iii_endisc_2022))
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. Buenos Aires.