

SPECTRA: dispositivo STEM para la enseñanza experimental del concepto de frecuencias con luz y sonido

Javiera Blasco^{1*} Paula Rivera^{2*} Nelson Sepúlveda¹

Resumen

A partir de un curso de mención en Educación en Tecnología de un programa de Formación Inicial Docente en Ciencias Naturales, se construyó e implementó un prototipo funcional para trabajar el concepto ondulatorio de frecuencias. Para ello se diseñó el dispositivo Spectra basado en la placa Arduino UNO, el cual se implementó en un preuniversitario popular para trabajar los fenómenos ondulatorios de luz y sonido, además se presentó como motivación de aula en una intervención para los cursos de séptimo y octavo básico. En ambas intervenciones las y los estudiantes valoraron positivamente el prototipo, generando preguntas que permitieron ampliar el contenido a trabajar. Para concluir, Spectra es una oportunidad de presentar una actividad de motivación en el aula de manera práctica para el contenido de ondas.

Palabras clave: Luz y sonido, frecuencias, Arduino UNO

1 Departamento de Química, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile

2 Departamento de Física, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile

javiera.blasco2018@umce.cl, paula.rivera2021@umce.cl, nelson.sepulveda@umce.cl

1. Introducción

El diseño del dispositivo Spectra se inspira parcialmente en el fenómeno de la sinestesia auditivo-visual, una condición neurológica que se caracteriza por la sensación secundaria o asociada que se produce en una parte del cuerpo a consecuencia de un estímulo aplicado en otra parte de él (RAE,2024). Spectra establece una relación entre las frecuencias de ondas sonoras y de ondas del espectro visible, con la finalidad de incorporarlas a contextos educativos. Este enfoque interdisciplinario tiene raíces en los estudios de Francis Galton (1880) sobre sinestesia en el siglo XIX, que menciona por primera vez, en la revista Nature, la relación entre el estímulo sensorial auditivo con el sentido visual.

El concepto de sinestesia ha sido modernizado por Neil Harbisson (2012), quien desarrolló el concepto de sonocromatismo y creó un dispositivo electrónico que traduce gran parte de las ondas del espectro electromagnético en frecuencias sonoras, permitiendo escuchar colores e inclusive componer música según las frecuencias de la luz presentes en las pinturas que observa. Spectra busca simplificar esta experiencia multisensorial en una experiencia práctica dentro del aula. Cada color del espectro tiene una frecuencia característica, al igual que las notas musicales en una escala, esta relación interdisciplinaria se refuerza mediante la sincronización de frecuencias sonoras con los colores emitidos por el LED RGB, promoviendo una comprensión integrada de fenómenos ondulatorios.

Para esto se utilizó un circuito electrónico basado en la popular placa microcontroladora Arduino UNO, prototipo diseñado y construido para facilitar la enseñanza de los conceptos de luz y sonido, incluidos en el programa de primero medio para la asignatura de física. Considerando que el MINEDUC tiene como propósito para los estudiantes de este nivel, conocer las principales características de las ondas y las distintas maneras que estas tienen de manifestarse en el entorno (2024), se presenta el dispositivo Spectra como una posibilidad de experiencia práctica para estudiantes de primero medio. Su funcionamiento consiste en la generación de luz y sonido, que junto a una pantalla OLED permite visualizar gráficamente las ondas sonoras.

Este proyecto multisensorial busca diversificar la metodología de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de prototipos con uso de tecnologías de bajo costo, promoviendo una mayor implicación del alumnado en su aprendizaje significativo por medio de TIC.

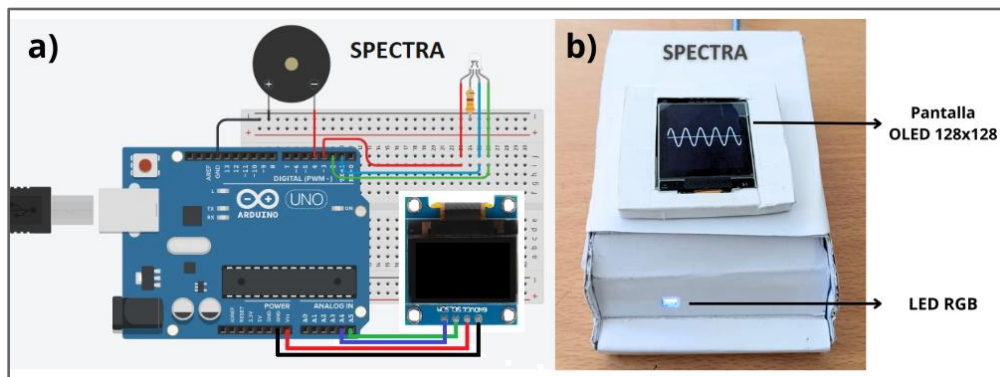
2. Metodología

El dispositivo Spectra está compuesto por una placa Arduino UNO, un led RGB, un buzzer y una pantalla OLED de 1,5' como muestra la Figura 1. Los sonidos emitidos por el buzzer corresponden a las frecuencias pertenecientes a las notas musicales correspondientes a la cuarta octava. Este fue

puesto al interior de una caja para proteger los componentes electrónicos de Spectra y la alimentación del circuito se realizó por medio de una batería externa.

Figura 1

a) Circuito SPECTRA con microcontrolador Arduino UNO, módulo buzzer, led RGB y pantalla OLED 128x128 px,
b) prototipo SPECTRA en funcionamiento



La metodología a emplear en el aula se basa en el aprendizaje experimental y/o aprendizaje práctico, donde los estudiantes interactúan directamente con el dispositivo para observar y analizar fenómenos de luz y sonido. En esta dinámica, los alumnos pueden experimentar, mediante la manipulación directa, con los componentes de Spectra, tales como la generación de luz, de notas musicales y la visualización de las ondas de estas últimas en la pantalla. El docente guía a los estudiantes a formular hipótesis sobre el comportamiento de la luz y el sonido, como muestra la Figura 2, enfocándose especialmente en los conceptos de frecuencia y longitud de onda. Luego comprueba los cambios de frecuencia al observar las ondas reflejadas en la pantalla. Por otro lado, la implementación de LEDs en el circuito permite asociar la frecuencia de los colores del espectro visible a frecuencias de ondas en notas musicales. Permitiendo a los estudiantes visualizar e internalizar los parámetros de frecuencia y longitud de onda, al verlos aplicados en tiempo real y analizar sus efectos visual y auditivamente.

Figura 2

a) Implementación de SPECTRA en preuniversitario, b) Implementación de SPECTRA en 7mo y 8vo básico



3. Resultados

Si bien el dispositivo Spectra aún no es aplicado en aulas, se han realizado pruebas preliminares del prototipo de Spectra, con pre y post test que miden el rendimiento de los estudiantes respecto al contenido de ondas. Tras comparar los resultados del pre-test y post-test del prototipo inicial, se observa que el 50% mejoraron su rendimiento. Disminuyendo la cantidad de respuestas omitidas.

Además, con la finalidad de reconocer el posible impacto de Spectra en contextos educativos, se realizó un estudio cualitativo a la totalidad de estudiantes, en qué se preguntó durante el post-test “¿qué le pareció la actividad?”. En la cual 9 de 14 estudiantes escribieron “muy entretenido”, el 50% de los estudiantes hacen alusión a que la clase se entendió mucho mejor y 5 de los 14 estudiantes consideran que fue una “buena” y “didáctica actividad”.

4. Discusión

La implementación de Spectra en el aula evidencia una mejora en las respuestas de los estudiantes, entendiendo que existe una mayor comprensión de conceptos complejos, como que las ondas de diferentes naturalezas pueden ser representadas en términos comunes como frecuencia y longitud de onda. Al ofrecer una interacción directa con el dispositivo, se observa que los estudiantes no solo participan activamente en la clase, sino que, al poder visualizar y manipular los fenómenos de luz y sonido en tiempo real, se generan más preguntas e interrogantes, tomando la iniciativa de profundizar en el contenido. La posibilidad de asociar colores del espectro visible con notas musicales a través de los LEDs resulta especialmente beneficiosa para la comprensión de la física y la distinción de las notas musicales, ya que permite a los estudiantes relacionar los cambios de frecuencia en las ondas sonoras con variaciones de frecuencia en el espectro de luz, promoviendo una comprensión interdisciplinaria y multisensorial. Este enfoque concuerda con lo señalado por Villegas y Benegas (2020), quienes afirman que el aprendizaje activo facilita un conocimiento conceptual más sólido en comparación con metodologías tradicionales centradas en el docente (p. 346)

Sin embargo, la implementación de este tipo de prototipos presenta desafíos. Es importante destacar que el éxito de la metodología depende en gran medida de la familiarización del docente con la tecnología y de su habilidad para guiar adecuadamente las actividades experimentales, promoviendo que los estudiantes formulen hipótesis y reflexiones sobre sus observaciones. Tal y como mencionan Arteaga (2024) el objetivo principal de los docentes debe ser comprender las herramientas de la tecnología educativa, para utilizarlas de manera que potencie la construcción activa del conocimiento por parte de los estudiantes mediante la interacción directa, en este caso, con los fenómenos de luz y sonido. También se observó que, en algunos casos, los estudiantes pueden experimentar dificultades al interpretar los datos de las ondas en la pantalla o relacionar cambios en la frecuencia con los colores emitidos, por lo que es crucial complementar la actividad con explicaciones teóricas claras, ya que los conocimientos previos de los estudiantes son fundamentales para la implementación de Spectra.

Si bien Spectra tiene como finalidad ser una herramienta de motivación de aula que entregue una mayor comprensión de los contenidos en comparación con métodos tradicionales. Se destaca la importancia de que los docentes estén familiarizados con las TIC en la educación para una enseñanza más efectiva y coherente.

Referencias

- Arteaga, Y., Guaña, J., Begnini, L., Cabrera, M., Sánchez y F., Moya, Y. (2024). *Integración de la tecnología con la educación*. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação. 54, 182-193.
- Galton, F. (1880). *Visualised Numerals*. Revista Nature. Volumen 21, 252-256.
<https://doi.org/10.1038/021252a0>
- Harbisson, N. (2012). *I listen to color*. [Video]. TED.
https://www.ted.com/talks/neil_harbisson_i_listen_to_color
- Ministerio de Educación (2024). *Unidad 1: Física: Ondas y sonido*. Currículo Nacional de Ciencias Naturales, Educación General, 1° Medio.
- Villegas, M. y Benegas, J. (2020). *Aprendizaje conceptual en un curso de física general basado en estrategias de aprendizaje activo*. Revista De Enseñanza De La Física, 32, 345-354.