

# **SENSOR ÓPTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA DEL COLOR EN ESTUDIANTES INVIDENTES**

## **CAMPO TÉCNICO**

La invención está relacionada con dispositivos de ayuda a la comprensión del entorno para personas invidentes y de baja visión, específicamente en el área de la enseñanza.

## **RESUMEN**

La invención es un sensor óptico totalmente funcional, probado y utilizado por estudiantes invidentes de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Popular del Cesar, donde estos haciendo uso de él lograron identificar distintas tonalidades de vinilos y pinturas con las que trabajan en el aula de clases.

El prototipo desarrollado permite identificar las tonalidades correspondientes al modelo RGB, CMY y algunas de sus combinaciones, en vinilos y pinturas a base de agua, tanto líquidas como secas, siendo útil para la enseñanza de la teoría del color. Teoría que define el conjunto de reglas para la identificación y la mezcla de colores y que es esencial en las artes visuales; ya se trate de dibujo, pintura, cine, fotografía, escultura, diseño, impresión entre otros. Esta teoría cuenta con distintos modelos, teorías, y tiene un amplio rango de aplicación. La enseñanza de esta teoría es fundamental en estudiantes de pintura y las artes plásticas independientemente del nivel académico.

## DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

El sensor óptico consta de tres fases, una de detección, de procesamiento de datos y otra de prototipado. A continuación se detallan cada una de ellas.

### Fase de detección:

Compuestas por tres etapas, una de transmisión, de acoplamiento óptico y la receptora.

- **Etapas de transmisión:** todo sensor óptico necesita una fuente de luz, en nuestro caso se utilizó el láser DI650-2-3 (ver figura 1.) con 2mW de potencia, una longitud de onda de 650nm, voltaje de operación de 3 voltios DC y corriente de operación menor o igual 50mA.
- **Etapas de acoplamiento óptico:** se utiliza una fibra óptica bifurcada para guiar los haces de luz generados en la etapa de transmisión. Uno de los extremos ayuda al haz de luz que proviene del láser llegar a la muestra (pintura o vinilo) y el otro extremo es usado para dirigir los haces que interactuaron con la muestra hacia el fotodetector (etapa que se explica a continuación). Este tipo de fibra se puede apreciar en la figura 2.
- **Etapas receptora:** un Fotodetector digital BH1750 contribuye a las mediciones de potencia óptica que provienen de los haces de luz del láser que interactuaron con la muestra, además, un conversor analógico digital que permite el envío de los datos a través del bus I2C. Ver figura 3.

El esquema de la fase de detección se puede observar con más detalle en la figura 4.

### **Fase de procesamiento de datos:**

El sistema electrónico desarrollado consta de siete componentes esenciales.

- Un microcontrolador Atmega328 incluido en módulo Arduino pro mini de 3.3v, 8MHz.
- Un módulo DFPlayerMini que es un conversor digital análogo con capacidad de decodificación MP3 Y WMV, los archivos en estos formatos se cargan en una memoria micro sd.
- Un speaker o bocina Huawei AAC1403060.
- La energía al sistema es suministrada por una batería recargable de Ion-Litio 18650 de 3.8 V, 2600mAh.
- Se usa un módulo step-up de voltaje y carga, que es capaz de transformar los 3.8 voltios de la batería hasta 5 voltios, con el fin de cumplir los requerimientos de voltaje de operación del módulo DFPlayerMini y el fotodetector BH1750. A través del mismo se suministra el voltaje de carga para la batería por una conexión micro USB y haciendo uso de un cargador de cinco voltios convencional. En la figura 5 se puede apreciar el esquema del sistema electrónico conjunto con el sensor óptico, formando así el denominado sistema optoelectrónico.
- Un pulsador para activar y desactivar el apuntador láser.
- Un interruptor ON-OFF.

El esquema de la fase de procesamiento de datos se puede observar en la figura 5.

### **Fase de Prototipado:**

Se integró el sistema en un prototipo pensando en la ergonomía, necesidad del alumno y el máximo desempeño del sistema. Éste brinda al educando total movilidad de sus manos y dedos lo cual es fundamental teniendo en cuenta su

condición. El estudiante puede usar el sensor óptico cuando así lo desee sin afectar su percepción a través del tacto en sus demás labores.

Se hizo el modelo digital en 3D del prototipo teniendo en cuenta los diseños previos del sistema optoelectrónico. Su estructura se desarrolló con el fin de lograr la máxima comodidad para el estudiante invidente y así asegurar la efectividad del sistema.

La estructura consta de un cuerpo interior en el cual se ubican todos los componentes electrónicos, cableado y los acoples para la fibra óptica bifurcada. Ver figura 6.

Las dimensiones se presentan en la figura 7 y la figura 8. La parte inferior se hizo con una leve curvatura teniendo en cuenta que el prototipo se diseñó para usarse en el brazo del estudiante.

Todo el sistema está protegido por una cubierta o tapa que además de brindarle seguridad, adecua el ambiente para evitar interferencias por incidencia de luz externa. La cubierta a su vez complementa el acabado del prototipo. Ver figura 9.

El sistema se ubica en el brazo y la fibra óptica se extiende hasta el dedo índice junto al pulsador que acciona el apuntador láser, brindando así la mayor comodidad al estudiante sin afectar su capacidad de percepción a través del tacto, ni su movilidad. Ver figura 11.

### **Funcionamiento:**

El haz del apuntador láser se proyecta a través de un extremo de la fibra óptica bifurcada llegando hasta la superficie de las muestras (pintura o vinilo), cada tonalidad refleja ciertas variaciones en la intensidad lumínica que percibe el sensor BH1750, intensidades que este transductor las convierte en señales eléctricas las cuales son procesadas por el microcontrolador ATmega328.

Además de procesar los datos provenientes del sensor BH1750, el microcontrolador realiza varias tareas como es la comunicación con el módulo DFPlayerMini, encargado de la reproducción del audio correspondiente según previa asignación de la tonalidad (longitud de onda detectada). Es decir, a cada color analizado se le asignó un archivo o grabación en formato MP3 con el nombre de la tonalidad correspondiente que puede ser escuchada por el usuario en este caso el estudiante por un pequeño parlante o auricular.

El sistema se diseñó para ser recargable, cuenta con una batería de Ion-Litio 18650 de 3.8V, 2600mAh brindando autonomía de uso aproximadamente de seis horas partiendo de la carga completa. Se usa un módulo step-up para elevar los 3.8 voltios suministrados por la batería a 5 voltios para la alimentación de los componentes del sistema y también para la carga de la batería.

## **REIVINDICACIONES**

1. Sensor óptico para la identificación de tonalidades (colores) totalmente funcional, probado y utilizado por estudiantes invidentes de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Popular del Cesar, donde lograron identificar distintas tonalidades de vinilos y pinturas con las que trabajan en el aula de clases.
2. Herramienta que puede ser utilizada para la educación inclusiva independientemente del nivel o grado académico.
3. Sistema de procesamiento de datos modular, de bajo consumo energético y de bajo costo: compuesto por un microcontrolador Atmega 328 montado sobre una placa Arduino pro mini de 3.3 voltios, un conversor digital análogo DfPlayerMini con capacidad de decodificación mp3/wmv.

4. Sistema de suministro de energía recargable: compuesto por una batería de Ion-Litio 18650 de 3.8 V - 2600mAh (brindando autonomía de uso aproximadamente de seis horas partiendo de la carga completa), un módulo step-up de voltaje y carga, puerto de carga micro USB.
5. Diseño compacto y ergonómico: pensado en la necesidad del estudiante y el máximo desempeño del sistema. Éste brinda al alumno invidente total movilidad de sus manos y dedos lo cual es fundamental teniendo en cuenta su condición. El educando puede usar el sensor óptico cuando así lo desee sin afectar su percepción a través del tacto en sus demás labores.
6. Puerto de salida de audio estéreo de 3.5mm para conexión de auriculares (indica el color o tonalidad analizada).
7. Proceso de calibración del sistema ajustable para trabajo en distintas condiciones de luz y materiales.

## FIGURAS



*Fuente: Huanic Optoelectronic, Láser Di650-2-3*

**Figura 1. Apuntador láser DI650-2-3**



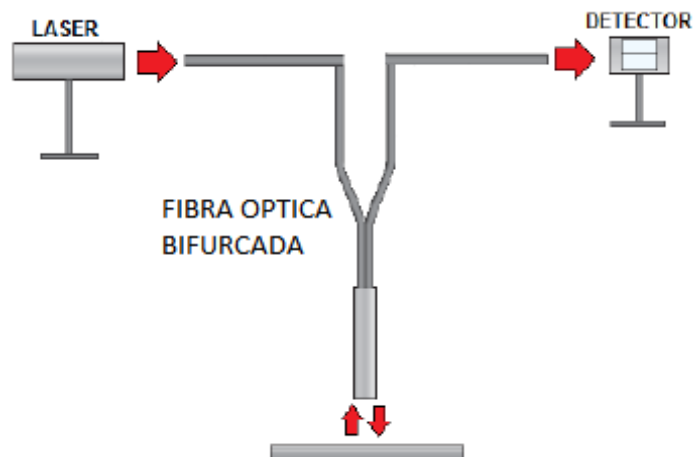
Fuente: <https://www.newport.com/p/777-1>

**Figura 2. Fibra óptica bifurcada**



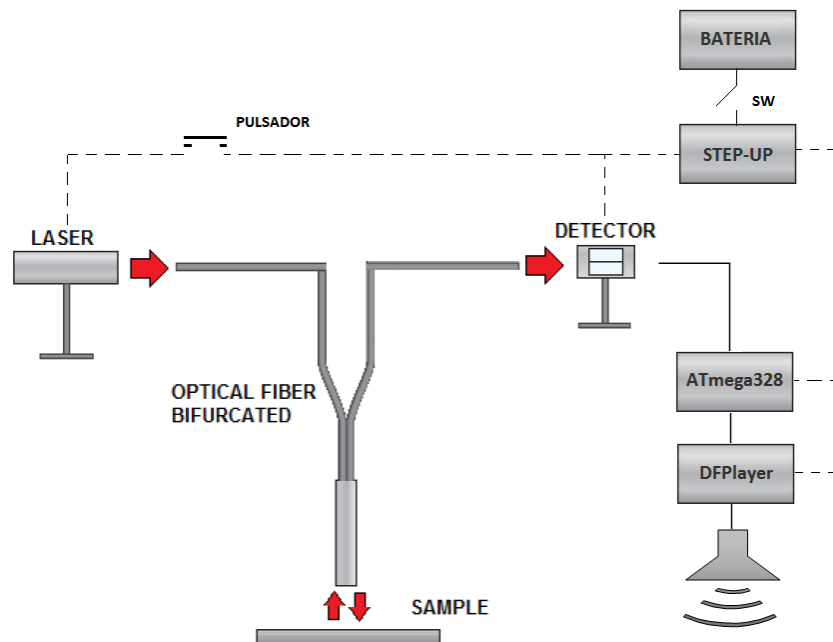
Fuente: Naylamp Mechatronics. Módulo BH1750

**Figura 3. Fotodetector digital BH1750**



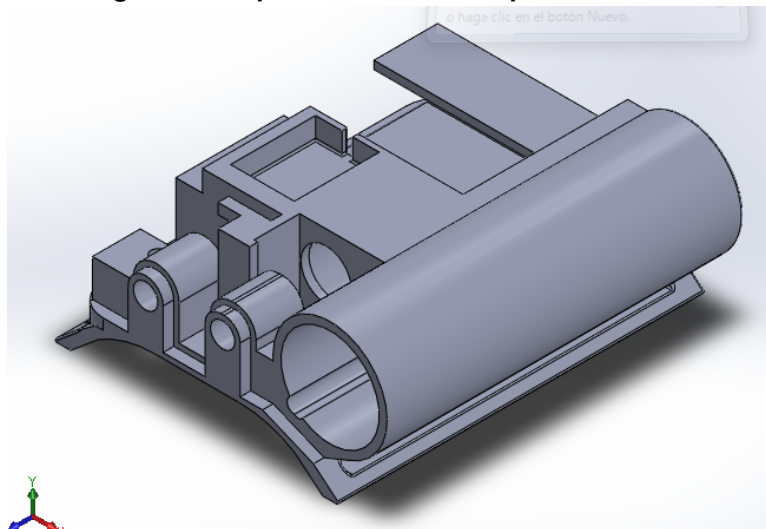
Fuente: Cortesía presentaciones Ing. Leonardo Díaz

**Figura 4. Esquema sensor óptico**



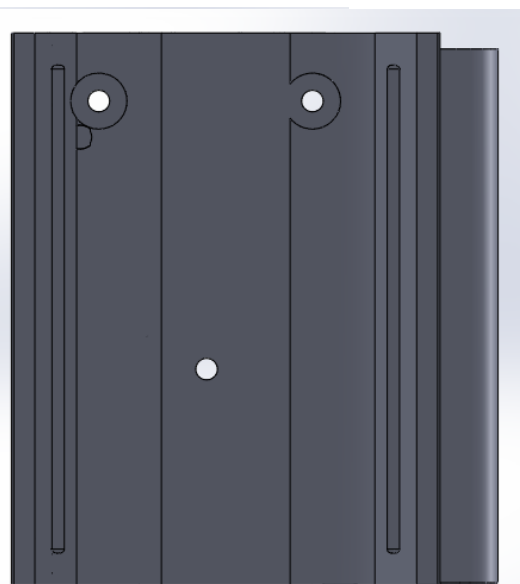
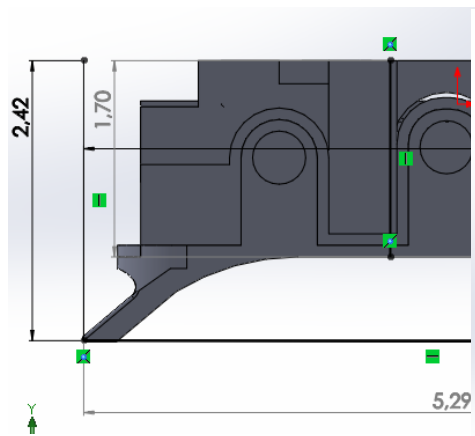
Fuente: Cortesía presentaciones Ing. Leonardo Díaz, modificado por el autor.

**Figura 5. Esquema del sistema optoelectrónico**

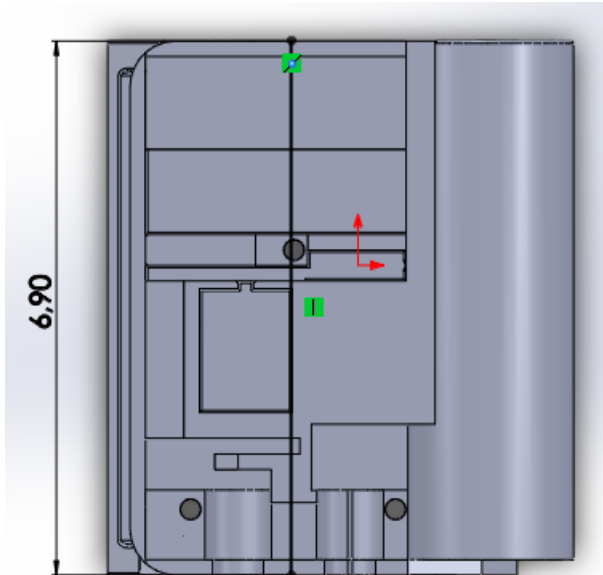


Fuente: El autor

**Figura 6. Panorámica parte interior**



Fuente: El au  
Figura 7. Vista frontal



(a)

(b)

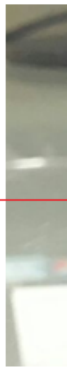
Fuente: El autor

Figura 8. (a) Vista superior. (b) vista inferior

*Fuente: El autor*

**Figura 9. Panorámica Acabado final**

DfPlayerMini



*Fuente: El autor*  
**Figura 10.  
de los  
componentes**



**Ubicación**



*Fuente: El autor*

**Figura 11. Prototipo finalizado puesto en el brazo del estudiante**