

MEMORIA TÉCNICA DE ACTUACIONES

Premios SIMO EDUCACIÓN 2025

Categoría: Mejor Experiencia STEAM

Título: *Coldplay Barcelona: concierto sostenible y tecnológico con ESP32 y robótica educativa*

Centro: Institut Pompeu Fabra (Martorell)

Docente responsable: Francisco Pérez García

Correo electrónico de contacto: fperez5@xtec.cat

1. Justificación

Esta experiencia educativa transforma el aula en un laboratorio de creatividad tecnológica, donde el alumnado de 4.º de ESO fusiona programación, electrónica y arte digital para crear visualizadores musicales y dispositivos interactivos inspirados en la música y valores de Coldplay. El proyecto se desarrolla en seis semanas y conecta el aprendizaje curricular con una experiencia artística, técnica y emocional.

Con un enfoque claramente interdisciplinar, se integran competencias digitales, artísticas, lingüísticas (inglés) y de sostenibilidad. Los estudiantes diseñan visualizadores SVG que reaccionan al volumen y frecuencia de la música, programan dispositivos físicos como pulseras LED sincronizadas, y presentan sus productos en sitios web propios publicados en GitHub. La propuesta promueve una narrativa gamificada: los alumnos actúan como "ingenieros visuales" en una gira ficticia de Coldplay, con la motivación añadida de haber recibido reconocimiento de Debs Wild, manager de la banda.

El resultado es una experiencia educativa innovadora, con impacto real, que fomenta la competencia tecnológica, la expresión artística y la comunicación digital global. Representa un modelo replicable, sostenible y alineado con los ODS educativos.

2. Objetivos

- Fomentar competencias STEAM a través de una experiencia real e interdisciplinar.
 - Diseñar y programar dispositivos musicales interactivos.
 - Crear visualizadores SVG que respondan a parámetros acústicos en tiempo real.
 - Mejorar la competencia comunicativa en inglés mediante vídeos explicativos.
 - Difundir el trabajo a través de GitHub y medios digitales.
 - Conectar el aprendizaje con valores de sostenibilidad y cultura global.
-

3. Acciones, procedimientos y recursos utilizados

El alumnado se organiza en roles: desarrollo visual, programación, diseño interactivo y comunicación. Cada estudiante elige una canción de Coldplay, analiza su estructura y diseña un visualizador SVG personalizado que reacciona a volumen, frecuencia y letra. Se utiliza JavaScript y bibliotecas como Tone.js y p5.js para análisis en tiempo real.

Además, se prototipan dispositivos físicos (pulseras LED con ESP32-C3 y tiras RGB) que forman parte de una coreografía lumínica colectiva grabada con dron. Cada alumno desarrolla un sitio web personal con su trabajo y vídeo explicativo en inglés, publicado en GitHub.

Herramientas y materiales:

- ESP32C3, sensores de sonido, tiras LED RGB
- JavaScript, Tone.js, p5.js, D3.js
- OBS Studio, DaVinci Resolve, dron
- GitHub Pages, Canva

Metodología: ABP, aprendizaje cooperativo, evaluación por rúbricas, coevaluación, diarios de aprendizaje, portafolio digital.

4. Difusión de la experiencia

- **Sitio web colectivo del proyecto:** <https://coldplaybarcelona.github.io>
 - **Sitios personales de los alumnos:** enlazados desde la plataforma común.
 - **Vídeos en inglés:** explicativos del proceso, publicados en línea.
 - **Vídeo final:** grabación aérea con dron de la performance colectiva.
 - **Presentación pública:** evento de clausura con comunidad educativa y familias.
-

5. Temporalización

- **Semana 1:** Investigación sobre Coldplay y tecnologías de audio interactivo.
 - **Semana 2:** Planteamiento del reto y selección de canciones.
 - **Semanas 3-4:** Programación de visualizadores SVG y prototipado físico.
 - **Semana 5:** Diseño de interfaces, grabación de vídeos, preparación de pulseras LED.
 - **Semana 6:** Ensayo y grabación final, publicación online.
-

6. Implicación de la comunidad educativa

- Participación directa del alumnado en todas las fases.
 - Implicación del profesorado de tecnología, inglés, música y educación plástica.
 - Colaboración con familias en grabación final y difusión.
 - Apoyo institucional del centro para recursos, espacio y comunicación externa.
-

7. Transferibilidad

Este modelo puede aplicarse en múltiples contextos: tanto en otros niveles educativos como en ámbitos de formación profesional. El uso de herramientas accesibles y software libre permite su réplica. El enfoque por retos, el trabajo interdisciplinar y el uso de lenguajes artísticos y técnicos lo hacen adaptable y escalable.

8. Información sobre el centro educativo

El Institut Pompeu Fabra es un instituto de educación secundaria situado en Martorell (Barcelona), con una amplia trayectoria en innovación metodológica y proyectos transversales. Con un alumnado diverso, impulsa la digitalización, el trabajo por competencias, la inclusión y el desarrollo sostenible. Forma parte de redes STEAM y participa en iniciativas europeas y territoriales que fortalecen el vínculo entre escuela, entorno y tecnología.

Anexos: Ver la página web <https://coldplaybarcelona.github.io> con videos, fotografías, enlaces a vídeos, visualizadores SVG, webs del alumnado, autorización de dirección.

Formato: Arial 11, interlineado sencillo, máximo 10 páginas (PDF).

9. Recursos creados para el profesorado y alumnado

9.1 Herramienta de análisis audio-imagen creada por el profesor:

Se ha desarrollado una herramienta web interactiva que permite visualizar en tiempo real la relación entre el audio (volumen y frecuencia) y el color, ajustando valores de matiz, saturación y luminosidad mediante controles deslizantes. Esta herramienta sirve como recurso de referencia y demostración para que los alumnos comprendan la relación entre las propiedades del sonido y las representaciones visuales en HSL, pudiendo adaptarla para crear sus propios visualizadores SVG o interfaces interactivas.

En esta experiencia se utilizan conceptos matemáticos clave como la Transformada Rápida de Fourier (FFT), que permite convertir una señal de audio del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia usando la fórmula de la transformada discreta de Fourier (DFT):

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{(-i \cdot 2 \cdot \pi \cdot k \cdot n / N)}$$

donde X_k es la amplitud de la frecuencia k , x_n son las muestras de la señal en el tiempo, N es el número de muestras y i es la unidad imaginaria. A partir del análisis espectral se obtiene la frecuencia media, un valor que resume la distribución de energías de las frecuencias presentes. Por otro lado, el volumen se calcula como la media de las amplitudes de la señal, proporcionando una estimación de la intensidad sonora. Ambos parámetros —frecuencia media y volumen— se usan para calcular valores en el modelo de color HSL (Hue, Saturation, Lightness), donde el matiz (Hue) se obtiene como $H = (\text{Frecuencia media} / \text{Frecuencia máxima}) \cdot 360$, y la saturación (Saturation) como $S = (\text{Volumen} / \text{Volumen máximo}) \cdot 100$, mientras que la luminosidad (Lightness) se mantiene en un valor fijo para simplificar la representación. Estos cálculos permiten traducir la información sonora a un color, estableciendo una relación matemática directa entre el audio y la imagen.

Se incluye el enlace a la herramienta como ejemplo accesible en línea y el código fuente disponible en el repositorio del proyecto para su estudio y modificación:

- **Demo online:** <https://coldplaybarcelona.github.io/musiccolor/>
- **Repositorio de código:**
<https://github.com/coldplaybarcelona/coldplaybarcelona.github.io/tree/main/musiccolor>

Interactive Audio Analysis with Adjustable Color Mapping

Upload an audio file or activate the microphone to visualize audio features and customize the color mapping based on audio characteristics.

Seleccionar archivo

Ningún archivo seleccionado

Activar Micrófono

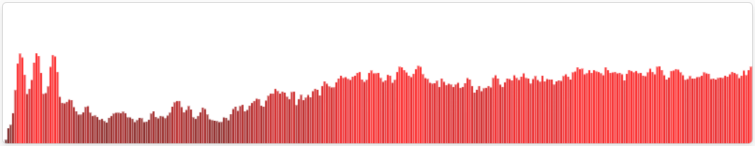
FFT Size (Higher = More Detail): 2048

Waveform (Volume vs. Time)



Time (s)

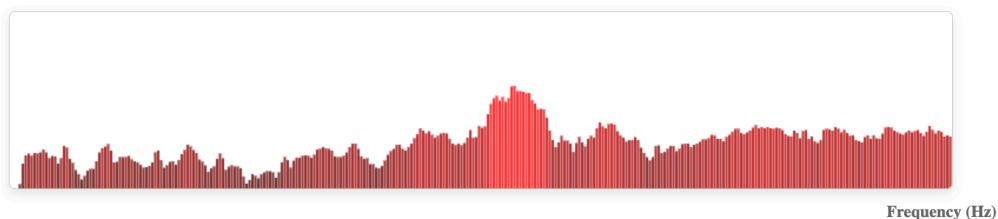
Frequency Analysis (FFT)



Frequency (Hz)

Average Frequency: 94.37 Hz
Real-Time Volume: 48.48

Frequency Analysis (FFT)



Average Frequency: 68.09 Hz

Real-Time Volume: 27.73

Custom Color Mapping

Hue Multiplier: 1

Saturation Multiplier: 1

Lightness Value (Fixed): 50%



HSL Color Value: HSL(68.1, 27.7%, 50%)

How to Use

Understanding FFT and HSL Conversion


9.2 Generador de formas p5.js



Esta herramienta educativa de código abierto permite al alumnado crear formas vectoriales interactivas utilizando p5.js, una biblioteca de JavaScript para gráficos y visualización creativa. A través de una interfaz sencilla, los usuarios pueden cargar una imagen de referencia, marcar puntos sobre ella y generar automáticamente el código p5.js necesario para recrear la forma dibujada en sus propios proyectos. Además, ofrece controles para elegir el tipo de curva (vertex, curveVertex o bezierVertex), personalizar el color y tamaño de los puntos, deshacer acciones y borrar todo el trazado, fomentando el aprendizaje activo de conceptos como geometría, coordenadas cartesianas, curvas Bézier y programación orientada a objetos en un entorno creativo. Su carácter abierto permite a estudiantes y docentes modificar y ampliar el código para adaptarlo a necesidades educativas específicas, favoreciendo la adquisición de competencias STEAM mediante la práctica directa con herramientas digitales y la creación artística programada.

Está disponible online y como recurso educativo abierto en la web anterior.

Generate shapes using p5.js

Seleccionar archivo coldplayled.png



Vertex  

```
beginShape();  
vertex(58.001953125, 29.30859375);  
vertex(38.001953125, 37.30859375);  
vertex(25.001953125, 56.30859375);  
vertex(28.001953125, 78.30859375);  
vertex(39.001953125, 96.30859375);  
vertex(56.001953125, 102.30859375);  
vertex(63.001953125, 101.30859375);  
vertex(47.001953125, 88.30859375);  
vertex(39.001953125, 60.30859375);  
vertex(44.001953125, 46.30859375);  
endShape(CLOSE);
```

A partir de esta herramienta los alumnos han creado una web propia github.io, incluyendo por ejemplo detección de los 7 sentimientos básicos según la forma de la cara mediante su cara detectada con la webcam y la biblioteca de machine learning más elemental ml5.js y cambiando la obra de arte dependiendo del sentimiento como se puede ver en algunos apartados de webs de alumno:

- <https://ecastro4.github.io/cara/artperlacara/>
- <https://gerardleon21.github.io/artperlacara/>
- <https://annaadpp.github.io/artperlacara/>
- <https://pdieiguez4.github.io/cara/Artperlacara/>
- <https://mszabo4.github.io/caraNueva/>
- <https://noamacarrona.github.io/artperlacara>
- <https://mcadenas4.github.io/art/>
- <https://dreche4.github.io/artperlacara/>
- <https://esoriano4pompeu.github.io/art%20per%20la%20cara/>
- <https://ldomingu4.github.io/artperlacara/>
- <https://adumes4.github.io/artperlacara/>
- <https://rgarrido4.github.io/artperlacara/>
- <https://yjiang4pompeu.github.io/artperlacara/>
- <https://rleon4.github.io/artperlacara/>
- <https://cvazquez04.github.io/artperlacara/>

También han generado muchos otros dibujos disponibles en la web del proyecto.

En este proyecto, alumnado de distintos niveles educativos ha trabajado de forma interdisciplinar en un reto real: hacer que los conciertos de Coldplay, y por extensión cualquier gran evento musical, sean más sostenibles, innovadores y aplicables en otras situaciones similares. Como parte del proceso, los estudiantes realizaron una exhaustiva búsqueda bibliográfica científica en inglés, mejorando así sus competencias

lingüísticas y su alfabetización científica. Posteriormente, elaboraron presentaciones en formato *Pecha Kucha*, narradas en inglés con sus propias voces, donde expusieron sus propuestas de forma clara y creativa <https://coldplaybarcelona.github.io/videosa/>

Innovación tecnológica: generación de energía piezoeléctrica

El alumnado investigó soluciones basadas en la recolección de energía del movimiento de los asistentes al concierto mediante dispositivos piezoeléctricos situados en zonas de paso o baile. Con cada paso, el público genera pequeñas cargas que se acumulan en supercondensadores de 1F 5.5V. Estas soluciones utilizan microcontroladores tipo ESP32C3 Xiao, código en Arduino y diseño de piezas impresas en 3D para encapsular los dispositivos de forma segura y eficiente. Como materiales piezoeléctricos se estudiaron modelos como PRMT37 en modo 31 y modo 33 con Bi_2Te_3 dopado con Se o Sb, permitiendo optimizar la conversión de energía mecánica en eléctrica.

Propuestas interactivas: esferas y wearables recolectores

Se diseñaron esferas de 1 metro de diámetro que vuelan sobre el público durante los conciertos: al ser golpeadas o movidas, cargan y almacenan energía piezoeléctrica para iluminarse de manera autónoma. De igual forma, se propusieron pulseras, chalecos inteligentes y zapatos piezoeléctricos que los asistentes podrían llevar para generar y almacenar energía mientras disfrutaban del espectáculo. Los guantes y gorros también incorporarían recolectores energéticos, fomentando la interacción del público como fuente activa de energía renovable.

Aprovechamiento de residuos y energía alternativa

De manera disruptiva, el alumnado ideó sistemas para recoger y procesar orina y heces en baños habilitados para el concierto, usando pequeñas plantas de biogás o células de combustible microbiana que conviertan los desechos en electricidad. Esta energía podría usarse para iluminar zonas comunes o recargar dispositivos pequeños, convirtiendo residuos en un recurso y contribuyendo así a la economía circular.

Códigos para visualizar la música

Los alumnos hicieron todo tipo de propuestas para generar símbolos relacionados con Coldplay que cambian de forma dependiendo del volumen y la frecuencia dominante, haciendo dependiendo de la letra de la canción las formas a cada tiempo concreto variasen y cada una de ellas sea reactiva al sonido (volumen y frecuencia). Ver videos en <https://coldplaybarcelona.github.io/videosb/> y funcionamiento en muchos apartados de la web.

Medidas globales de sostenibilidad

Se incorporaron propuestas para reducir la huella de carbono del evento, como priorizar materiales reciclados en escenarios, optimizar el transporte colectivo para asistentes, utilizar generadores con biocombustibles, fomentar el uso de envases compostables, y plantear campañas de concienciación sobre sostenibilidad antes y durante el concierto.

Impacto y replicabilidad

La experiencia ha permitido al alumnado adquirir competencias clave en investigación científica, trabajo en equipo, comunicación en inglés y uso de tecnologías emergentes. Las soluciones son replicables en cualquier evento multitudinario (festivales, eventos deportivos, conferencias) y sirven como modelo para inspirar políticas y proyectos educativos centrados en la sostenibilidad y la innovación.