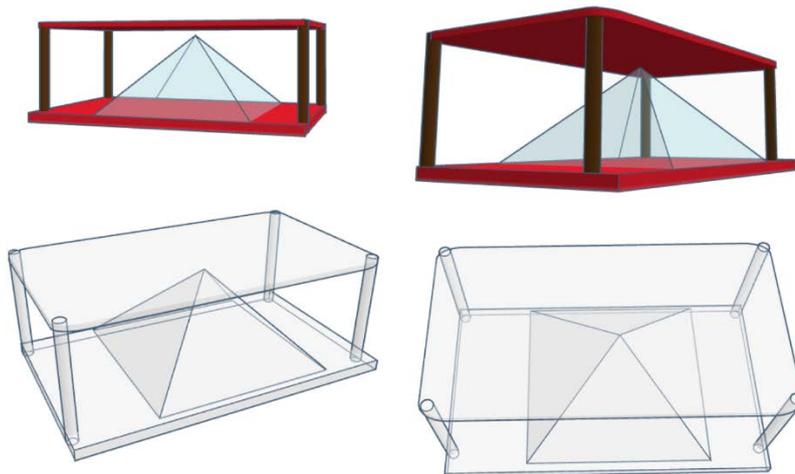




IES ROSALÍA DE CASTRO

OPTIBOX: PROYECTO DE IDEACIÓN, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UNA PIRÁMIDE DE EFECTO HOLOGRÁFICO, CON MATERIAL ALTAMENTE MAQUINABLE Y DE BAJO COSTE, PARA LA CONCIENCIACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL PÚBLICO ADOLESCENTE



AUTORES:

Héctor Castelló López

Ian Cruz Esquivel Lorenzo

2º ESO – E

PROFESOR:

Juan Luis Naveira Bellón

SANTIAGO DE COMPOSTELA, MARZO DE 2022



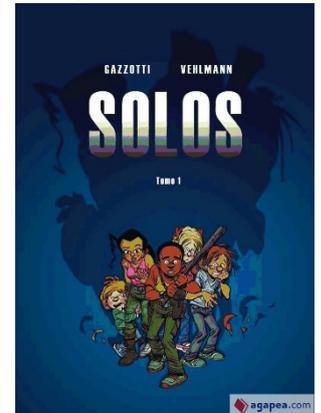
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El colapso climático y medioambiental es una amenaza (tan evidente como ignorada) para la supervivencia de la biodiversidad terrestre. Resulta urgente concienciar de ello al público adolescente, puesto que en él reside la única posibilidad de cambio futuro. Sin embargo, al tratarse de un público muy expuesto al bombardeo de imágenes desde múltiples canales en 2D, se nos ocurrió diseñar un objeto distinto y sorprendente (al que bautizamos como "Optibox"), capaz de convertir esas imágenes bidimensionales en otras que (con una apariencia tridimensional) pareciesen flotar en el interior de una pirámide de cristal.

Nuestro OptiBox reproduce en bucle un [mensaje de auxilio ficcional](#) (1'.50", reproducido en bucle) enviado desde el futuro por unos adolescentes que habitan un planeta devastado, y desde el que reclaman de los adolescentes del presente un cambio radical en su actitud medioambiental. Para

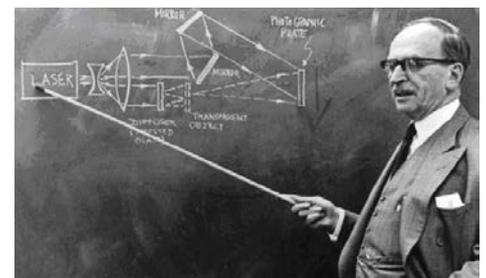


crear el [guion audiovisual](#), nos inspiramos en la novela gráfica "Solos", publicada en 2004 por la revista francesa "Spirou", de la que son autores Fabien Vehlmann (Guionista) y Bruno Gazzotti (Ilustrador), que ha vendido hasta la fecha más de un millón de ejemplares en todo el mundo. Otro de nuestros referentes fundamentales fue el [impactante discurso](#) de la activista climática Greta Thunberg ante los líderes mundiales reunidos en la Cumbre Climática celebrada en Nueva York (coincidiendo con la Asamblea General de las Naciones Unidas) el 23 de septiembre de 2019.



2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La historia de la holografía arranca en 1947 con los experimentos del físico húngaro Dennis Gabor que, aunque inicialmente concebidos para la mejora de la resolución y la definición del microscopio electrónico, acabaron creando una nueva técnica de generación de imágenes. Nuestra pirámide OptiBox se inspira en el efecto óptico de la holografía, aunque no pueda ser considerada estrictamente como tal.



Como se ha dicho ya, el objetivo de OptiBox es hacer percibir imágenes 2D como si fuesen 3D (utilizando superficies reflectantes inclinadas 45%) creando la ilusión óptica de que "flotan" en el interior de la pirámide. Este fenómeno se debe a que la dirección de los rayos del objeto a reflejar (en nuestro caso, las imágenes de una Tablet) se dirigen hacia una superficie semitransparente inclinada, que deja pasar ciertos rayos mientras que refleja otros, y que multiplica el efecto de reflexión óptica en tantas caras como posea la pirámide en cuestión. La Tablet o pantalla-fuente puede situarse en la parte superior o inferior, lo que condiciona asimismo la orientación de la cúspide de la pirámide para facilitar el reflejo. En dicha pantalla se proyectan imágenes cinéticas multiplicadas por tantos sectores como caras reflectantes tenga la pirámide (en nuestro caso 4, al ser una pirámide cuadrangular).

En algunos montajes de este tipo de pirámides, suele adelantarse la velocidad de reproducción del primer vídeo con respecto al siguiente en unos cuantos frames (fotogramas en cine), de modo que, cuando el observador rodea la pirámide (eso sí, siempre en el mismo sentido), percibe cierta continuidad debido a ese retardo de unas imágenes con respecto a otras. Sin embargo, después de una serie de pruebas, desechamos este impactante efecto debido a que, como habíamos decidido proyectar caras, se advertía una falta de sincronía labial entre las palabras escuchadas y su pronunciación en pantalla.

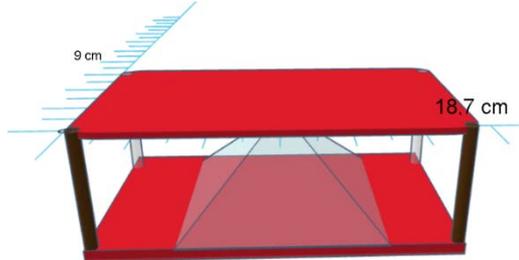
3. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y MÉTODOS

MATERIALES:	HERRAMIENTAS:
<ul style="list-style-type: none">• Cartón-pluma biodegradable (4mm) en color negro-antracita• Cartulina Eco-Canson negra 100gr/resma en color negro-antracita• Cristal ahumado 4mm (cortado a partir de desechos de cristalería)• Cola de silicona APLI de uso escolar (sin metanol: UNE-EN 71)• Cinta aislante PVC autoextinguible, sin plomo, cromo, mercurio o cadmio	<ul style="list-style-type: none">• Grapadora manual de tapicero (14x11,4mm)• Nivel de burbuja tipo "torpedo"• Tijeras (diferentes tipos y niveles de corte)• Cúter de seguridad ambidextro• Reglas, escuadras, compás y flexómetro de 5m



Entre otros posibles materiales para nuestro OptiBox, elegimos el cartón-pluma biodegradable de 4mm por su tenacidad, elasticidad y maquinabilidad, ya que nos garantizaba una total autonomía con respecto a los adultos, al no requerir de su asistencia para la realización de los cortes o para el ensamblaje de las piezas. Del mismo modo, a través de sucesivas pruebas, descubrimos que este material aportaba una enorme ligereza al prototipo sin comprometer su solidez (por su elevada resistencia mecánica), mientras que su revestimiento en color negro-antracita garantizaba la imprescindible opacidad y absorción de todas las longitudes de onda del espectro visual (vacío de color), de cara a evitar cualquier tipo de reflejo incontrolado en la pirámide.

En cuanto al método de ideación, diseño, construcción y pruebas de nuestro Optibox, distinguimos 10 etapas evolutivas:



la imagen-fuente (en nuestro caso, una antigua Tablet Ipad Air reciclada, de aspecto 4:3, y unas dimensiones de 185,7 mm x 241,2 mm) y proyección de esas medidas al soporte de cartón-pluma, corrigiendo las inicialmente estimadas en base al peso de la Tablet (662gr).

4. Diseño milimetrado de la pirámide de cristal y de su soporte en cartón-pluma, optimizando sus dimensiones para aprovechar y reutilizar al máximo el material.



probamos varias estructuras



1. Documentación sobre tecnología holográfica y búsqueda de proyectos similares, y documentación sobre temas climáticos y medioambientales.

2. Ideación, diseños varios (esquemas, bocetos...) y elección de materiales, que (tras pruebas de ensayo y error) combinaran las características de bajo coste, maquinabilidad, ligereza y solidez.

3. Mediciones de la pantalla que alberga



en el caso del cristal ahumado, tuvimos que recurrir a una cristalería para seleccionar el material de desecho (algo sencillo, por el reducido tamaño de las piezas), así como para el corte y ensamblado seguro de los triángulos equiláteros.

5. Para la construcción de los pilares de soporte de la estructura, se aprovechó material de desecho y la propia estructura del cartón-pluma: una lámina de espuma imbricada entre dos caras de cartulina (de modo que, respetando una de las caras) permitía un plegado de 90°) siendo reforzada con cinta aislante de color negro.

6. Para el diseño de los pilares de sujeción del nicho que habría de albergar la Tablet, probamos varias estructuras poligonales (especialmente de base pentagonal, cuadrangular y triangular)

optando finalmente por la triangular, al conciliar una elevada resistencia mecánica con la ligereza, así como el ahorro de espacio, que facilitaba el necesario visionado 360° de la pirámide.

7. La unión de los pilares de sujeción con las plataformas de soporte basal de la estructura y del Ipad Air, se aseguraron mediante grapas de acero inoxidable 14x11.4mm, aplicadas con una grapadora manual de tapicero. La potencia de la grapadora y la longitud de las grapas se adaptó para garantizar la sujeción de las planchas sin maltratar el material.

8. En cuanto al diseño de los dos senos que habrían de albergar respectivamente la pirámide reflectante (emplazada sobre la base de la estructura) y el dispositivo generador de la imagen-fuente (Ipad Air de 662g suspendido sobre los cuatro pilares), se optó por una superposición de láminas de cartón-pluma (de cara a optimizar su resistencia mecánica, potenciada por la distribución del peso de forma uniforme en la totalidad de las superficies planas y horizontales), unidas mediante grapas de acero (14x11.4mm) pintadas de negro para evitar reflejos.

9. Una vez encastrada perfectamente la Tablet en el seno de cartón-pluma ya recortado, nos percatamos de la necesidad de introducir sendos rebajes para poder introducir en ellos los dedos y poder extraerla cómodamente y de forma segura.





10. Por último, añadimos una tapa superior en el mismo material de cartón-pluma, de cara a proteger la parte posterior de la Tablet, facilitar su transporte seguro (en caso necesario) y mejorar la estética general de OptiBox. Para ello, diseñamos una bisagra en cartulina negra, adherida al soporte mediante cola de silicona para uso escolar sin metanol (normativa UNE-EN 71).



En cuanto al vídeo que habría de proyectarse en la pirámide de OptiBox, planteamos una duración de 3 minutos (con una reproducción en bucle) y un diseño de imagen en movimiento cuadruplicada y convergente, producida con los siguientes recursos:

- **Grabación:** mediante teléfono móvil Samsung Galaxy A12 (objetivo 48 MP f/2.0), grabando los planos con iluminación ambiental sobre un fondo chroma construido a partir de cartulina Canson Vert Fluorescente de 250gr/resma.
- **Edición:** mediante software Wondershare Filmora 9.3.0.23 (x64), instalado en un laptop Asus Strix GL753VD-GC043T (ROG – Republic of Gamers) y equipado con una tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GTX 1050 Mobile.

4. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Las primeras experiencias de exhibición de nuestro Optibox ante el alumnado (nuestros principales destinatarios), profesorado y familiares han probado el éxito de nuestro prototipo. En diferentes pases, hemos constatado que OptiBox consigue arrancar esa primera sensación de sorpresa que buscábamos, y que después se ve completada con la locución del dramático mensaje lanzado desde el futuro por ese grupo de adolescentes desesperados.

Además, hemos constatado que la visión múltiple de imágenes en 360° en las diferentes caras de la pirámide, anima a rodear nuestro OptiBox varias veces, disfrutando del efecto óptico y de la narración que se relata. Por otra parte, creemos que la brevedad del vídeo (1'50"), unida a la intensidad de la narración, invita a visionados sucesivos de la pieza audiovisual, tal como habíamos proyectado al concebirla para su reproducción en bucle.

Como conclusión final, aunque quizá OptiBox no sea la herramienta definitiva para alcanzar el reto medioambiental humano, sí confiamos en que, al menos, contribuya a la concienciación de esa población adolescente que está llamada a tomar las grandes decisiones del mañana.

5. REFERENCIAS

- Candaneda, J. M. R., Lumbreras, M. A. M., & Sánchez, N. (2018). Holografía Piramidal con animaciones en 3D. *Revista Iztatl Computación*, 7(13), 48.
- Climent, A. V., Herraiz, J. L., Villena, J. A., Máñez, T. S., Boisset-Castells, E., Conejero, N., ... & Pérez, C. M. (2019). La holografía como herramienta para la divulgación del patrimonio paleontológico. *Zubia*, (31), 275-280.
- Hologramas 3D en tu tablet, iPad o celular - Pirámide Holográfica HD DIY: <https://youtu.be/18iKa7YxGB8>
- How To Make a Hologram for your Phone, Tablet and Bigger Screens! - 4 sided Pyramid: <https://youtu.be/63NQr2IZLoQ>
- How To Make Your Own 3D Hologram Projector - Easy DIY Tutorial: <https://youtu.be/Xhu-XjXa4p4>
- Introduction to Holography - Types of Hologram: <https://youtu.be/yVzk7bbQOA8>
- Johnston, Sean: The history of holography: Multiple visions: <https://youtu.be/WowQllzAxw0>
- Palacios, Carmen (2019): *Pirámide holográfica rápida*. Departamento de Física y Matemática Aplicada. Universidad de Navarra.
- Prihatmoko, Y. (2020, December). Student Perception About 3D Object from Hologram Pyramid for Learning. In *1st International Conference on Information Technology and Education (ICITE 2020)* (pp. 696-699). Atlantis Press.
- Raspberry Pi Hologram pyramid: <https://youtu.be/7pNxikwtCvs>
- Roslan, R. K., & Ahmad, A. (2017). 3D spatial visualisation skills training application for school students using hologram pyramid. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 1(4), 170-174.