

Una forma fácil de construir 3D ISLE video physics labs con análisis integrado

Gabriella Toro Macaya*, Maricarmen González Cano, Nicolás Fernández Astudillo

Resumen

El siguiente trabajo presenta una alternativa accesible a la enseñanza experimental de la física ante la falta de laboratorios en muchos establecimientos. Inspiradas en la Galería de Galileo y los trabajos desarrollados por E. Etkina y D. Brookes (islevideos.net), se diseñaron videos de experimentos físicos con análisis integrado, grabados en alta resolución y elaborados con recursos de bajo costo y tecnología de impresión 3D. El objetivo fue crear materiales didácticos que permitan a docentes y estudiantes analizar fenómenos reales mediante software gratuito como Tracker, Python, FreeCAD, Inkscape, CapCut y apoyo de inteligencia artificial. La metodología incluyó el uso de instrumentos impresos en 3D, grabación de experimentos, análisis cuadro a cuadro y superposición de gráficos animados. Los resultados muestran videos interactivos que integran observación y análisis, útiles para metodologías activas como ISLE, pudiendo ser utilizados como experimentos observacionales o de prueba de hipótesis. Esta propuesta constituye una herramienta innovadora, inclusiva y replicable, que facilita el aprendizaje activo y promueve el desarrollo de habilidades científicas en contextos con recursos limitados.

Palabras clave: Física experimental, impresión 3D, enseñanza de la Física, 3D ISLE-video Physics labs

Abstract

The following work presents an accessible alternative for experimental physics instruction, addressing the lack of laboratories in many institutions. Inspired by La Galería de Galileo and the work of E. Etkina and D. Brookes (islevideos.net), physics experiment videos with integrated analysis were designed, recorded in high resolution, and produced using low-cost resource and 3D printing technology. The objective was to create instructional materials that enable teachers and students to analyze real phenomena using free software such as Tracker, Python, FreeCAD, InkScape, CapCut and artificial intelligence support. The methodology involved the use of 3D-printed instruments, experiment recording, frame-by-frame analysis, and animated graph overlays. The results demonstrate interactive videos that integrate observation and analysis, suitable for active methodologies like ISLE, serving as either observational or testing experiments. This proposal represents an innovative, inclusive, and replicable tool that facilitates active learning and promotes the development of scientific skills in resource-limited contexts.

Keywords: experimental Physics, 3D printing, Physics education, 3D ISLE-video Physics labs

1. Introducción

En la enseñanza de la física, las actividades experimentales son esenciales para el desarrollo del pensamiento científico. Sin embargo, como señala Vera, F., Rivera, R., y Fuentes, R (2013) muy pocos colegios cuentan con la posibilidad de realizar actividades experimentales asociadas a los contenidos mínimos exigidos por el Ministerio de Educación. Ante esta problemática, surge la necesidad de crear recursos alternativos de bajo costo y alto impacto educativo. Nuestra propuesta se inspira en la Galería de Galileo (Vera et al., 2013) y en los trabajos desarrollados por Eugenia Etkina y David Brookes (islevideos.net), actualizando su enfoque mediante el uso de tecnología moderna como la impresión 3D (O'Neil, D., Awwad, D., McPherson, H., y Solayman, S., 2023) y vídeos en alta resolución 4K, acompañados de análisis de datos integrados. Siguiendo la línea de nuestro Laboratorio de Didáctica de la Física (DFIS-UPLA) www.dfisupla.cl, los experimentos son de bajo costo, alta funcionalidad, diseñados y construidos con tecnología de impresión 3D. Utilizando software open source, los vídeos serán gratuitos para los y las profesoras y los y las estudiantes. Además, incorporamos la novedad de que nuestros vídeos pueden ser utilizados de las siguientes formas:

1. Los estudiantes pueden interactuar con los vídeos brutos extrayendo datos y sacando conclusiones de fenómenos físicos.
2. Pueden ser utilizados por el profesorado dentro de secuencias didácticas para el desarrollo de conocimiento disciplinar, habilidades y/o actitudes de sus estudiantes según los objetivos buscados.
3. Los vídeos de alta calidad con gráfico incrustado creados pueden ayudar a los profesores a transformar sus clases tradicionales a unas más interactivas al contar con vídeos de experimentos con gráficas en tiempo real del movimiento de los objetos, permitiéndoles analizar fenómenos reales

A continuación, presentaremos la metodología para la construcción de nuestros 3D Isle VideoPhysics Labs (3D-IVPL)

2. Metodología

El proceso de construcción de los videos se desarrolló en cinco etapas principales:

1. Grabación:

Se utilizaron dispositivos móviles con capacidad de grabación en 2K a 60 fps o 4K a 30 fps, montados en un trípode y acompañados de tres aros de luz LED para garantizar una iluminación homogénea sin sombras. El set incluyó un riel de aproximadamente 1 m con marcadores cada 20

cm, fondo blanco uniforme y un carrito motorizado para registrar movimiento con rapidez constante.

2. Calibración:

Se diseñó una escala métrica digital en Inkscape (Figura 1), tomando como referencia la separación de 20 cm del riel. Esta escala fue exportada como imagen PNG con fondo transparente para ser superpuesta en los videos.

Figura 1
Escala métrica



3. Edición Inicial:

Los videos se recortaron y sincronizaron en CapCut, manteniendo la resolución y velocidad original. Cuando el movimiento era muy rápido, se redujo la velocidad a $\times 0.25$ para mejorar la precisión del análisis. Luego se añadió la escala métrica calibrada.

4. Análisis movimiento: Con el software Tracker, se definió una vara de calibración y un sistema de referencia para rastrear el movimiento cuadro a cuadro (Figura 2), obteniendo listas de tiempo (t) y posición (x).

Figura 2
Análisis en Tracker de un movimiento con rapidez constante



5. Construcción del gráfico:

Los datos se exportaron y procesaron en Python, con apoyo de ChatGPT para generar un código (Figura 3) que produjera un gráfico animado sincronizado con el video, usando Matplotlib y OpenCV, incorporando una estética definida por la fuente Gill Sans MT y fondo verde (chroma key).

4. Discusión

La propuesta demuestra que es posible crear laboratorios virtuales de alta calidad sin grandes costos, utilizando herramientas libres y accesibles. Los **3D-IVPLs** no sólo permiten visualizar fenómenos en tiempo real, sino que también generan oportunidades para la indagación científica, la instrucción por modelización y el razonamiento basado en evidencia. Estos pueden ser utilizados como experimentos de observación o de prueba de hipótesis según lo que el docente estime conveniente para el cumplimiento de sus objetivos particulares. Investigaciones recientes muestran que el uso de una instrucción basada en el uso de videos, integrada con una metodología basada en la indagación y la modelización, ayuda a los estudiantes a adquirir habilidades científicas (Vonk, M, Bohacek, P, Militello, C y Iverson, E, 2017). En síntesis, este trabajo aporta una herramienta concreta, replicable y adaptable, la cual genera oportunidades de desarrollo de habilidades científicas. Así, los **3D-IVPLs** se presentan como material experimental accesible y de alta funcionalidad, siendo una manera de democratizar el acceso a prácticas indagatorias epistemológicamente auténticas.

Referencias

- Beichner, R., y Abbott, D. S. (1999). *Video-Based Labs for Introductory Physics Courses: Analyzing and Graphing Motion on Video*. North Carolina State University.
- Brookes, D., y Etkina, E. (2010). Physical Phenomena in Real Time. *Science*, 330(6004), 605–606. <https://doi.org/10.1126/science.1186992>
- Matthew, V, Peter Bohacek, Cheryl Militello, y Ellen Iverson. Developing model-making and model-breaking skills using direct measurement video-based activities. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 13, 020106 <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020106>
- O’Neil, D., Awwad, D., McPherson, H., y Solayman, S. (2023). Incorporating 3D-Printing Projects into Introductory Physics Labs. *Phys. Teach.*, 61(7), 603–605. <https://doi.org/10.1119/5.0101974>
- Vera, F., Rivera, R., y Fuentes, R. (2013). La Galería de Galileo: Videos de experimentos para la enseñanza de la Física. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 39(Especial), 143–151. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052013000300010>