

Experimentación práctica y comunicación audiovisual: potenciando competencias en Física

J. López-García, M. Domat, E. González-Plaza y J. Orejas

Departamento de Física, Universidad de Oviedo

Correspondencia: lopezjavier@uniovi.es

Resumen

Los fenómenos físicos que se estudian en las asignaturas de “Mecánica y Termodinámica” de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón y en “Física General I” del grado en Química pertenecen a la mecánica clásica newtoniana, por lo que no necesitan de grandes instalaciones ni complejos equipos de medida para poder ser visualizados y experimentar con ellos.

Dada su accesibilidad, se propone a los alumnos de dichos grados realizar vídeos explicativos de experimentos sencillos como son el vuelco inminente y la determinación de la constante elástica del muelle con objetos cotidianos, siguiendo un guion de ejemplo. Con esta actividad se propone que los alumnos realicen un video con estos experimentos y los cálculos asociados con objetos cotidianos, y envíen al profesor incluyendo una explicación del proceso

Para incentivar la participación del alumnado, se valorará positivamente dentro del apartado de la guía docente “participación activa” de las asignaturas mencionadas.

Los objetivos de este proyecto son; por un lado, acercar la física más fundamental explicada por y para adolescentes, y, por otro lado, la aplicación de las lecciones recibidas por los discentes para desarrollar un pensamiento crítico en diversos problemas de la mecánica clásica, además de fomentar la presentación pública del trabajo desarrollado.

Palabras clave: Mecánica y Termodinámica, Solido rígido, Constante elástica, Expresión gráfica, video.

Practical Experimentation and Audiovisual Communication: Enhancing Competencies in Physics

Abstract

The physical phenomena studied in the courses "Mechanics and Thermodynamics" at the Polytechnic School of Engineering in Gijón and "General Physics I" in the Chemistry degree belong to classical Newtonian mechanics. Therefore, they do not require large facilities or complex measuring equipment to be visualized and experimented with. Given their accessibility, students of these degrees are proposed to create explanatory videos of simple experiments such as imminent tipping and the obtention of the elastic constant of a spring using everyday objects, following an example script.

With this activity, students are encouraged to perform these experiments and associate calculations with everyday objects, record them on video, and send them to the professor, including an explanation of the process. To encourage student participation, this will be positively evaluated under the "active participation" section of the courses' mentioned syllabus.

The objective of this teaching innovation project is twofold; on one hand, it aims to bring fundamental physics closer, explained by and for teenagers, and on the other hand, the application of the lessons learned by the students will develop critical thinking in various problems of classical mechanics, as well as promote the public presentation of the work developed.

Keywords: Mechanics and Thermodynamics, Rigid Body, Elastic Constant, Graphical Representation; video.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto trata de implementar una forma novedosa de comunicar los resultados de un experimento, típicamente realizado a través de informes escritos, pósteres o presentaciones orales en horario lectivo. En concreto, y donde reside el carácter innovador, se propone a los discentes la elaboración de vídeos explicativos que muestren los experimentos, cubran todos los aspectos en la toma de datos, detallen los modelos teóricos utilizados y presenten los resultados. Se trata, en efecto, de una aplicación directa del método científico a través de los conceptos tratados en las actividades de la asignatura correspondiente de una manera novedosa y en un formato, el vídeo, muy utilizado hoy en día, sobre todo en el caso del sector de población al que pertenece el alumnado. No en vano, el 56% de los jóvenes de entre 18 y 24 años emplea en torno a 1 hora en Instagram, donde una gran cantidad de material es en formato vídeo; a esta red social hay que añadir TikTok, donde se comparten vídeos cortos de diferente índole y de gran éxito entre la población joven. En este sentido, el alumnado se enfrenta a una nueva forma de demostrar sus conocimientos en un formato conocido, lo cual puede fomentar su motivación.

OBJETIVOS

El presente proyecto se basa en proponer una actividad novedosa al alumnado para que demuestre su conocimiento de la materia tratada en la asignatura a través de un vídeo explicativo. En este sentido, el proyecto trata de fomentar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje activos y que cambia la metodología didáctica, dando un mayor grado de libertad al alumnado para elaborar la respuesta. Trata, asimismo, de impulsar métodos de enseñanza híbrida, al utilizar el vídeo como elemento central de la actividad. Esto implica el desarrollo de capacidades para la creación de material digital. En general, los alumnos están familiarizados con este tipo de material, pero en un ambiente de ocio muy diferente del lectivo. Con esta actividad se trata de formarles en la creación de contenido, pero en un ambiente más formal, dirigido a la divulgación científica-tecnológica que incidirá en la mejora de sus capacidades profesionales.

METODOLOGÍA

Plan de Trabajo

Los docentes involucrados imparten una asignatura de Física en el primer curso de diferentes grados que cubre un temario similar incluyendo la interpretación de los fenómenos físicos bajo estudio, e impartida con suficiente anterioridad a la propuesta de la actividad. Más en concreto, el plan de trabajo se desarrolla en varios pasos:

- a) Elección de los ejemplos de fenómenos físicos cotidianos a estudiar: el profesorado involucrado pone en común propuestas de fenómenos físicos adaptadas a los diferentes temarios de las asignaturas, incluyendo aspectos que puedan ser relevantes para el diferente enfoque que cada grado requiere.
- b) Ensayo de los experimentos. Los profesores realizan los experimentos elegidos para estimar posibles resultados y estudiar su viabilidad.
- c) Definición de la evaluación. Se estableció una rúbrica para la calificación objetiva, basada en baremos comparables entre los distintos grupos involucrados.
- d) Propuesta de actividad. La actividad se presenta en las respectivas clases expositivas de cada grupo, a cargo del profesorado correspondiente, con el fin de aportar los detalles que deben incluir en el material audiovisual a entregar.
- e) Evaluación en base a la rúbrica propuesta del material entregado por los alumnos a cargo del profesor o profesora correspondiente.
- f) Una vez entregados los resultados y habiendo realizado el examen ordinario para la evaluación de la asignatura, el profesorado publica una encuesta de valoración de la actividad a los alumnos

Descripción del trabajo

Se propuso al alumnado entregar una tarea basada en la explicación mediante un vídeo de los resultados de dos experimentos que pueden ser realizados en casa y se ofreció a los alumnos la posibilidad de realizar los trabajos en grupos de hasta 3 personas, sin obligatoriedad, debido a posibles incompatibilidades horarias. En este sentido, se estudió la incidencia del número de alumnos implicados con las calificaciones obtenidas. Además de la correspondiente explicación del ejercicio en parte de una sesión de clases expositivas, se les facilitó un guion detallando el experimento, con estructura similar a los guiones de prácticas. La entrega se realizó a través del Campus Virtual, mediante una tarea donde el alumnado cargó el vídeo realizado para la visualización del profesorado.

La actividad se basó en realizar medidas reales de experimentos simples y controlados, aplicando un correcto marco teórico, expuesto y detallado en las sesiones de la asignatura para predecir el resultado experimental o aportar información sobre los materiales utilizados. Más en concreto:

- a) Para el experimento de la constante elástica del muelle de un bolígrafo se buscaba que el alumnado midiese experimentalmente la altura que alcanza un bolígrafo si apretamos su mecanismo y lo liberamos súbitamente. Con esta medida y sabiendo la compresión del muelle y la masa del bolígrafo, se requiere que los alumnos estimen la velocidad máxima del bolígrafo en el movimiento y la constante elástica del muelle aplicando un simple balance de energía mecánica.
- b) Para el vuelco inminente se guio a los alumnos para la construcción de un sistema que permita estimar qué peso máximo se puede colgar de un objeto antes de que éste vuelque. Aplicando dinámica de rotaciones, se requiere comparar la masa predicha por la teoría con la masa medida experimentalmente y mostrada en el vídeo.

La rúbrica de evaluación se definió como sigue, en base a un valor máximo de 10 puntos:

- a) Contenido y realización (4 puntos): se valoró el marco teórico utilizado para las predicciones, así como la aplicación de un método correcto en la toma de medidas experimentales. Se puntuó con: 4 puntos si el marco teórico está bien expuesto, y si se observa que las medidas experimentales están bien realizadas; 3 puntos si existe algún fallo de poca importancia en la exposición teórica o en la realización del experimento que no afecte en gran medida al resultado final; 2 puntos si el marco teórico es adecuado, pero las medidas experimentales no se corresponden con el mismo; 1 punto, si el marco teórico no es adecuado; y 0 puntos si no se muestra marco teórico alguno.
- b) Claridad de la explicación (2 puntos): en este aspecto se valora la capacidad de comunicación de ideas sobre física. Se otorgaron 2 puntos si la explicación es clara y detallada; 1 punto si la explicación no permite entender todos los pasos seguidos; 0 puntos si no hay explicación alguna.
- c) Formato (2 puntos): se valoró el cuidado al realizar el vídeo: 2 puntos si el video se centra adecuadamente en el trabajo, sin mostrar aspectos irrelevantes; 1 punto si hay algún fallo que no se ha podido resolver mediante la posterior edición; 0 puntos si el video está descuidado.
- d) Uso del lenguaje (1 punto): se valoró el uso formal del lenguaje. Se otorgaron 1 punto si se utiliza un lenguaje formal adecuado; 0.5 puntos si se observa el uso de palabras poco formales, pero en ningún caso malsonantes; 0 puntos si hay alguna palabra malsonante.
- e) Originalidad (1 punto): se evaluó la creatividad del trabajo, incluyendo alguna idea propia.

Como se indica en el plan de trabajo, al finalizar la actividad y una vez realizado el examen final, correspondiente a la evaluación ordinaria de la asignatura, se realizó una pequeña encuesta para que los alumnos pudieran evaluar la actividad basándose en diferentes aspectos, a través del Campus Virtual y su herramienta disponible a tal efecto. En concreto, se incluyeron las siguientes preguntas, todas ellas a evaluar de 1 a 5:

1. En este proyecto se pretende potenciar la capacidad de desarrollar y analizar el resultado de experimentos sencillos de objetos cotidianos, ¿cuál es tu grado de satisfacción con los conocimientos adquiridos?

2. ¿Crees que la preparación de informes y la realización de vídeos son útiles para acceder al mundo laboral?
3. ¿Consideras que la realización de vídeos explicativos es más beneficioso que la preparación de informes escritos?
4. ¿Consideras que tu calificación final puede verse perjudicada o beneficiada por los resultados obtenidos?
5. En general, ¿estás satisfecho/a con el método de evaluación propuesto en esta asignatura?

Para promover la participación y motivar al alumnado, el profesorado responsable del proyecto acordó que la entrega y buena realización de los experimentos propuestos sumarían hasta 0.3 puntos en la nota de "Mecánica y Termodinámica" relacionadas con las Prácticas de Laboratorio (PL). Esto aplica solo a estudiantes con una nota de PL igual o superior a 0.5, que es la mínima para aprobar según la guía docente.

En "Física General I" del grado en Química, la asignatura incluye clases expositivas, prácticas de aula, tutorías grupales y prácticas de laboratorio. Las tutorías grupales, de 4 horas y con un peso de 1 punto en la evaluación final, incluirán esta actividad, que sumará 0.25 puntos a la nota final.

RESULTADOS

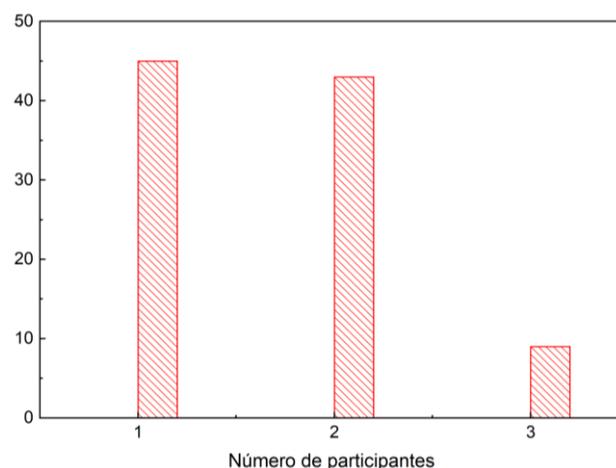
Análisis de los trabajos recibidos

Para evaluar los resultados de este proyecto de innovación docente, en primer lugar, es importante contabilizar el número de alumnos participantes, teniendo en cuenta que los alumnos podían participar individualmente o en grupos de hasta tres.

La Figura 1 muestra un histograma con la distribución de participantes por entrega. Un 46% de las entregas fueron individuales, el 45% en parejas y solo el 9% en grupos de tres. La preferencia por entregas individuales podría deberse al inicio del proyecto en noviembre de 2022 y a la fecha límite, cercana al inicio del período de exámenes.

Figura 1.

Distribución del número de participantes por entrega realizada.



Valoración de indicadores globales

Se realizó un estudio estadístico para evaluar la calidad de los trabajos realizados de forma individual y colectiva. Primero, se analizaron las notas obtenidas en cada ejercicio entregado. La Figura 2 muestra un histograma de las notas de los alumnos en el ensayo de la constante del muelle.

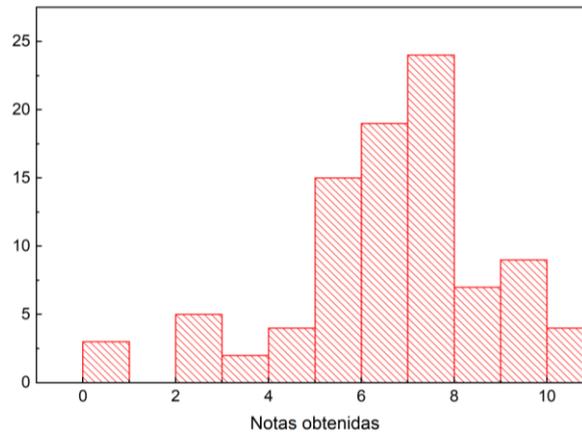
La mayoría de los estudiantes interpretaron y realizaron bien el experimento, aunque no de manera perfecta, ya que en muchos ejercicios faltó la estimación de la incertidumbre, un paso crucial en los

ensayos científicos. Menos del 5% de los alumnos realizaron la práctica completa y correctamente.

Por otro lado, la Figura 2 también muestra que un porcentaje de estudiantes obtuvo notas inferiores a 5, lo que indica que no lograron desarrollar el experimento adecuadamente ni interpretar o utilizar correctamente los datos obtenidos.

Figura 2.

Distribución de las notas obtenidas para el cálculo de la constante elástica del muelle de un bolígrafo.



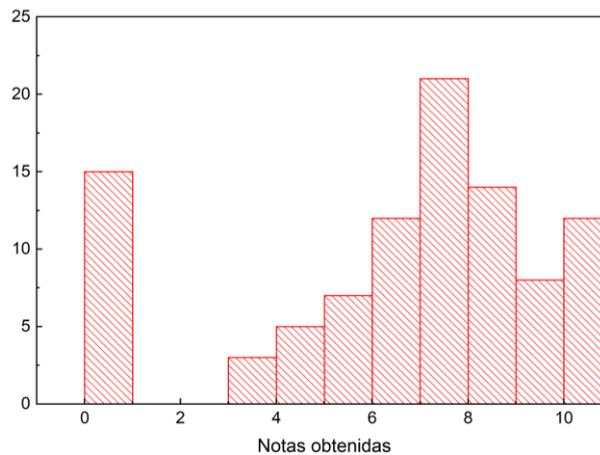
Resultados similares se encontraron en la realización del ensayo del sólido rígido. La Figura 3 muestra un histograma de las notas obtenidas por el alumnado tras realizar el segundo experimento. Al igual que en el primer trabajo, alrededor del 23% de los estudiantes realizaron correctamente tanto el montaje de la práctica como la interpretación de las leyes físicas implicadas.

Sin embargo, se repitió el mismo error del experimento anterior: la falta de cálculo de los errores. En los trabajos con las calificaciones más altas, los errores fueron calculados y se demostró experimentalmente que los cálculos realizados por los estudiantes eran correctos.

En este segundo experimento, se observa una mayor proporción de alumnos con notas inferiores a 5. Esto puede deberse a que, históricamente, durante la exposición de los temas "Introducción al sólido rígido" en "Mecánica y Termodinámica" y "Dinámica de rotación" en "Física General I", los estudiantes presentan problemas para comprender el cálculo de momentos de inercia y momento de una fuerza. Además, la falta de prácticas de laboratorio que aborden estos temas revela la necesidad de un esfuerzo adicional tanto por parte del profesorado como del alumnado para mejorar la enseñanza, comprensión y aprendizaje, o bien la inclusión de prácticas de laboratorio adicionales que cubran este contenido.

Figura 3.

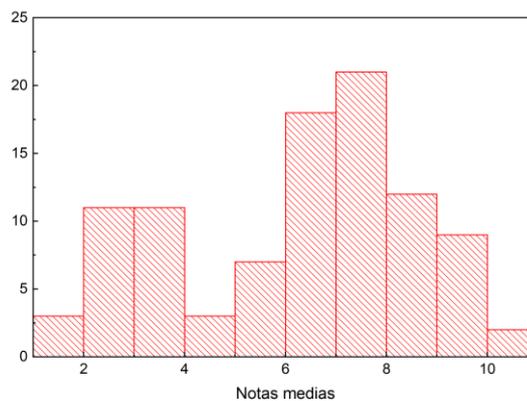
Distribución de las notas obtenidas por el alumnado para el cálculo de la condición de vuelco inminente de un sólido rígido.



La Figura 4 muestra las notas medias obtenidas por el alumnado en los dos ensayos realizados y entregados. Se observa que la mayoría de los estudiantes comprendieron y realizaron los experimentos correctamente, obteniendo notas medias entre 6 y 7. Sin embargo, solo una menor proporción de estudiantes obtuvo notas superiores a 8. Una parte significativa del alumnado obtuvo notas inferiores a 5, lo que indica que alrededor del 30% no fueron capaces de realizar los ensayos de manera correcta o interpretar adecuadamente los datos obtenidos.

Figura 4.

Histograma de las notas medias obtenidas.



Valoración de indicadores parciales

Para entender mejor el efecto del número de alumnos en las notas obtenidas, se realizaron estudios estadísticos cuyos resultados se muestran a continuación. Estos estudios presentan valores como la dispersión (barras verticales), la media (el cuadrado) y la mediana (barra horizontal dentro del cuadrado).

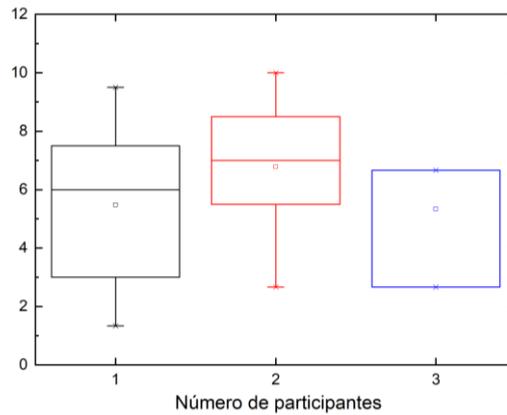
En la Figura 5 se observa que, aunque la varianza de las notas medias es menor en los grupos de tres integrantes, su nota media es inferior a la de los grupos con menos alumnos. La nota media más alta se encuentra en las entregas realizadas por parejas. Además, los ensayos realizados por dos personas presentan una mediana más alta.

Estos resultados indican que el alumnado obtiene mejores resultados y calificaciones en trabajos realizados en grupos de hasta dos personas. Este hallazgo es aplicable también a las prácticas de

laboratorio de la asignatura "Mecánica y Termodinámica", donde los grupos suelen tener tres o cuatro integrantes debido al alto número de matriculados. Según los resultados obtenidos, el número óptimo de estudiantes por grupo debería ser de dos.

Figura 5.

Comparativa de las notas medias. Las barras verticales indican la dispersión de las notas, el cuadrado indica la nota media y la barra horizontal dentro del rectángulo, la mediana.



Grado de satisfacción del alumnado:

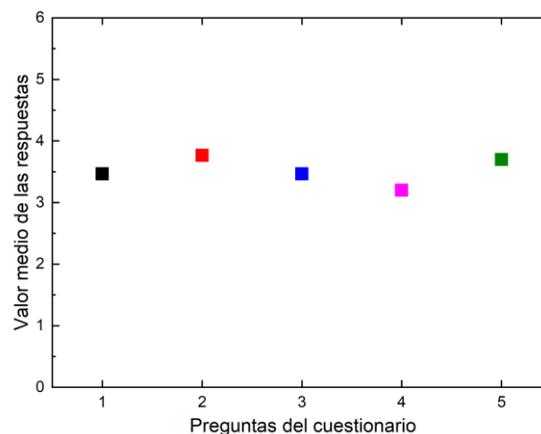
Para valorar el grado de satisfacción del alumnado, al finalizar las entregas de los trabajos, se les planteó la realización de una encuesta. Respondió el 30% de los participantes, lo cual, aunque no es una muestra elevada, permite evaluar el nivel de satisfacción con respecto al trabajo realizado.

La Figura 6 muestra el valor medio de cada pregunta de la encuesta. Los resultados indican que los estudiantes están satisfechos con los conocimientos adquiridos durante la realización de estos ensayos (Pregunta 1). Además, están de acuerdo en que la realización de vídeos o informes es de gran utilidad para su futuro laboral (Pregunta 2), prefiriendo la realización de vídeos como una mejor manera de mostrar y expresar los experimentos y resultados (Pregunta 3).

También consideran que su nota final en la asignatura se ha visto beneficiada por estas exposiciones (Pregunta 4). Finalmente, el alumnado está bastante satisfecho con el método de evaluación (Pregunta 5) de las asignaturas y con el trabajo realizado durante estos experimentos

Figura 6.

Valores medios obtenidos de la encuesta de satisfacción realizada a través del Campus Virtual.



Conclusiones

En este proyecto, se propuso analizar la comprensión por parte del alumnado de la teoría y las prácticas de laboratorio en las asignaturas "Mecánica y Termodinámica" y "Física General I" de la EPIG y la Facultad de Química mediante ensayos sencillos con objetos cotidianos. Los profesores propusieron dos prácticas sencillas para que los estudiantes las realizaran, con el objetivo de evaluar de manera diferente las competencias adquiridas y mejorar la calidad de las clases y la comprensión del temario.

El primer ensayo, que aborda conceptos como la reacción de una fuerza y la conservación de la energía mecánica, demostró la capacidad del alumnado para interiorizar el método científico, comprendiendo y aplicando estos conocimientos en un experimento sencillo, analizando los principios físicos e interpretando los resultados.

En cuanto al experimento sobre la física de un sólido rígido, se observó que muchos alumnos sólo pudieron entregar el primer ensayo debido a la dificultad del tema. En un número significativo de entregas no se interpretaron correctamente el experimento ni los resultados. Por ello, se considera la introducción de nuevas prácticas de laboratorio que incluyan la física de sólidos rígidos, como el estudio de las condiciones de vuelco inminente, rodadura y rotación de una esfera en un plano inclinado, y análisis de momentos de inercia de un disco. Estas prácticas, siendo sencillas y económicas, podrían mejorar la comprensión y aumentar las notas generales.

Finalmente, el estudio de las notas en relación con el número de participantes en cada entrega sugiere que los grupos pequeños mejoran los resultados. Para futuras prácticas de laboratorio, se recomienda formar grupos de dos estudiantes para optimizar el aprendizaje y mejorar las calificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- García, L. A. B. Ponce, F. E. R., & Quiroga, G. Y. B., (2020). Violencia en redes sociales: Cyberbullying en adolescentes usando Facebook e Instagram. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, Vol. 5 Núm. CISE: Edición especial.
- Memoria de verificación de Ondas y Electromagnetismo del Grado de Ingeniería Química, Curso 22-23 en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPIG), Universidad de Oviedo. https://calidad.uniovi.es/c/document_library/get_file?p_l_id=2535716&folderId=4003752&name=DLFE-54731.pdf
- Memoria de verificación de Ondas y Electromagnetismo del Grado en Ingeniería Forestal, Curso 22-23 en la Escuela Politécnica de Mieres (EPM), Universidad de Oviedo. https://calidad.uniovi.es/c/document_library/get_file?p_l_id=2535161&folderId=7801261&name=DLFE-140627.pdf
- Yoda, M. (2022). *¿Cuánto tiempo de tu vida pasas en Internet? [Proyección 2023]*. iLifebelt. <https://ilifebelt.com/cuanto-tiempo-vida-pasas-las-redes-sociales/2022/09/>