XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Barcelona
26, 27 y 28 de julio de 2004

Ponencias

12CUIET 2004
XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

© CETIB-Canetti Fotografía

Este libro de resúmenes se terminó de imprimir en Barcelona, en junio de 2004.
Las fotografías que aparecen han sido cedidas por el CETIB.
Todos los derechos reservados.

ISBN: 84-688-6911-2 (del CDROM completo)
© **Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB)**
XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
http://www.upc.es/euetib/xiicuieet xiicuieet.euetib@upc.es

ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA DE MATERIAS DE FUNDAMENTOS FÍSICOS DE TITULACIONES TÉCNICAS

A. Beléndez, D. Méndez, M.L. Álvarez, M.S. Yebra, A. Hernández, A. Márquez, C. Neipp, S. Bleda, J.M. Torrejón, T. Beléndez, S. Gallego, M. Ortuño, A. Durá, J.C. Moreno, J.J. Rodes, A. Campo, A. Marco, I. Negueruela, J. Vera, A. Martín

Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante. Apartado 99. E03080 Alicante

a.beléndez@ua.es

Resumen

La utilización de películas breves de experiencias prácticas de Física tiene un enorme potencial didáctico, ya que los estudiantes pueden visualizar - cuantas veces lo deseen- fenómenos físicos explicados teóricamente en el aula o realizados en las clases de laboratorio. Estas películas no sólo pueden hacer el proceso de aprendizaje más productivo, sino también incrementar la motivación por la asignatura. En este trabajo se presenta un proyecto que se está llevando a cabo actualmente y que corresponde a la filmación de experiencias prácticas cortas para las asignaturas de Fundamentos de Física de titulaciones técnicas. Este conjunto de películas estará integrado en un portal web al cual pueden acudir los estudiantes vía internet. Se han considerado dos tipo de experiencias, las tradicionalmente denominadas experiencias de cátedra o demostraciones, y otras que constituyen auténticas prácticas de laboratorio en las que el estudiante tiene que tomar datos y obtener resultados.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha venido haciendo un esfuerzo importante por parte del profesorado de Física Aplicada del Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal de la Universidad de Alicante en la aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza de las asignaturas de Fundamentos Físicos que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de esta Universidad. Además de la utilización de exposiciones en Power Point (herramienta, por otra parte, muy común hoy en día en la docencia universitaria), -lo que ha permitido introducir desarrollos teóricos así como figuras, fotografías y gráficos de calidad y, sobre todo, con gran dinamismo-, también se ha desarrollado un conjunto de *applets* educativos cuyo objetivo de facilitar la comprensión por parte del estudiante de diferentes fenómenos físicos. Recientemente hemos pensado que sería interesante la filmación de películas de corta duración correspondientes a experiencias prácticas de Física. Desde nuestro punto de vista, la utilización de estas películas presenta un enorme potencial didáctico, ya que, por un lado, los estudiantes pueden visualizar (y cuantas veces quieran) fenómenos físicos, tanto explicados en las clases de teoría, como realizados en las clases prácticas de laboratorio, y por otro, el profesor puede integrar alguna de estas películas en sus propias

presentaciones de Power Point y ser mostradas en las clases de teoría. En este sentido, las películas, como medio audiovisual, pueden hacer el proceso educativo más productivo, incrementando la velocidad de aprendizaje y aumentando la motivación de los estudiantes por la asignatura.

Este conjunto de filamaciones estará integrado, a su vez, en un portal web constituido por páginas individuales en las que se agrupasen por temas las diferentes herramientas interactivas realizadas. Cada página incluiría una pequeña introducción histórica y teórica, en la que se explicasen los conceptos físicos necesarios para entender la experiencia mostrada en la filmación, una breve explicación relacionada con la mismo, fotografías de distintas etapas de la experiencia, etc. Cuando sea oportuno, también se incluirá un *applet* relacionado con la experiencia de modo que los estudiantes puedan modificar, en el mismo, las condiciones iniciales de la experiencia.

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de elaboración de materiales docentes que se está desarrollando en la actualidad en el Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal de la Universidad de Alicante, financiado por el Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad de dicha Universidad, de modo que en esta comunicación solamente se va a presentar una visión general del proyecto y los primeros trabajos realizados hasta el momento.

2. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden conseguir con este material docente interactivo son de dos tipos: generales y concretos.

2.1. Objetivos generales

- Aumentar la interactividad de los estudiantes de las asignaturas de Fundamentos Físicos de titulaciones técnicas.
- Generar material docente complementario a la enseñanza presencial y con ello ampliar las posibilidades de los estudiantes a la hora de afrontar el estudio de la asignatura.
- Presentar experimentos complejos y caros, así como secuencias reales sobre experiencias de Física que hacen más comprensibles los conceptos físicos y los desarrollos matemáticos presentados en clase.
- Mostrar el desarrollo histórico de conceptos, experimentos y teorías físicas, lo que proporciona una base intelectual y filosófica para las ideas de la Física.
- Promover el uso de Internet por parte del alumnado y también del profesorado y con ello aprovechar las ventajas propias de esta herramienta: Multitud de recursos, interactividad, dinamismo, etc.

2.2. Objetivos concretos

- Seleccionar un conjunto de experiencias prácticas que abarquen el mayor número de temas estudiados en un curso de Fundamentos Físicos de titulaciones técnicas.

- Diseñar cada una de estas prácticas de laboratorio, para posteriormente filmar una grabación que reproduzca la experiencia realizada.
- Crear un portal web educativo que dote de estructura las páginas individuales donde se incluya el material desarrollado.

También es importante señalar otro objetivo importante que se pretende cubrir con este proyecto, y que es de especial importancia en el momento actual que vive la Universidad Española dentro del proceso de creación del Espacio Europeo de Educación Superior. La generación de nuevo material docente que complemente la enseñanza presencial de los estudiantes va a ser un elemento que va a ganar cada vez mayor importancia, ya que dentro de la filosofía que acompaña a los créditos ECTS (European Credit Transfer System) se da un papel fundamental al proceso de aprendizaje del estudiante y que éste sea más responsable del mismo. En principio, las clases presenciales no deberán ser tan preponderantes con lo que habrá que conseguir que el estudiante disponga de una mayor riqueza de materiales fuera del aula para que el mismo complete el aprendizaje de la asignatura. Los materiales de tipo hipermedia y multimedia no sólo completan el programa de la asignatura sino que lo complementan al permitir desarrollar otras habilidades manipulativas y cognitivas en los estudiantes.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

Es necesario señalar que las películas que se pretenden realizar son de dos tipos. Por un lado estarían aquéllas que corresponderían a experiencias puramente demostrativos y que podrían enmarcarse dentro de lo que tradicionalmente se ha denominado experiencias de cátedra y, por otro, estarían las prácticas de laboratorio propiamente dichas. Con estos últimos el estudiante podría, a partir de la filmación, tomar medidas y obtener resultados. Esto presenta una ventaja importante sobre la práctica de laboratorio convencional y es que podría repetirla cuantas veces quisiera.

Para hacer una primera selección de las experiencias a filmar se han tenido en cuenta los siguientes aspectos sobre las mismas:

- Que sean los que más se adapten al nivel y a los programas de las asignaturas.
- Que abarquen un mayor número de bloques temáticos dentro de estas asignaturas.
- Que se incluyan tanto demostraciones (experiencias de cátedra) como prácticas de laboratorio.
- Que se disponga del material en los laboratorios del Departamento o que sea fácil de completar.

Teniendo en cuenta estos aspectos, en una primera selección se han considerado las experiencias que se incluyen en la Tabla 1, que se han agrupado por bloques temáticos, y se ha indicado si se trata de una demostración (D), de una práctica (P) o de ambas a la vez.

Las etapas a seguir para la generación de vídeos educativos son las siguientes:

- Elección de los contenidos que es necesario incluir en las películas, así como en el diseño de la experiencia de laboratorio adecuada para explicar los fenómenos físicos determinados por el profesor.
- Una vez diseñada la experiencia de laboratorio es necesario preparar el material necesario para realizar la experiencia y crear las condiciones adecuadas para una correcta grabación de la experiencia.
- Grabación de la práctica de laboratorio elegida, utilizando el equipo y la técnicas adecuadas para conseguir una mayor calidad final.
- Edición del material filmado con ayuda del software adecuado para que la duración de la película final pueda ser lo más breve posible, de modo que una vez comprimido ocupe el mínimo espacio, lo que facilitará su visualización a través de internet.

Bloque temático	**Titulo**	**D**	**P**
Oscilaciones	- Péndulo simple	X	X
	- Estudio dinámico de un muelle	X	X
	- Péndulo de Pohl	X	X
Ondas y Acústica	- Ondas estacionarias en una cuerda	X	X
	- Ondas estacionarias en un resorte	X	X
	- Cubeta de ondas	X	
	- Pulsaciones de ondas sonoras	X	
	- Resonancia	X	
Fluidos	- Principio de Arquímedes		X
	- Ley de Torricelli	X	X
	- Frasco de Mariotte	X	
	- Pérdida de carga	X	
	- Viscosímetro de Ostwald		X
	- Movimiento de un fluido por diferencias de temperatura	X	
Electromagnetismo	- Jaula de Faraday	X	
	- Acciones entre imanes	X	
	- Experimento de Oersted	X	
	- Ley de Biot-Savart		X
	- Experiencias de inducción electromagnética	X	
	- Ley de Lenz	X	

Tabla 1. *Primera selección de experiencias.*

En la Figura 1 se muestra una serie fotogramas de la filmación correspondiente a la experiencia de ondas estacionarias en una cuerda.

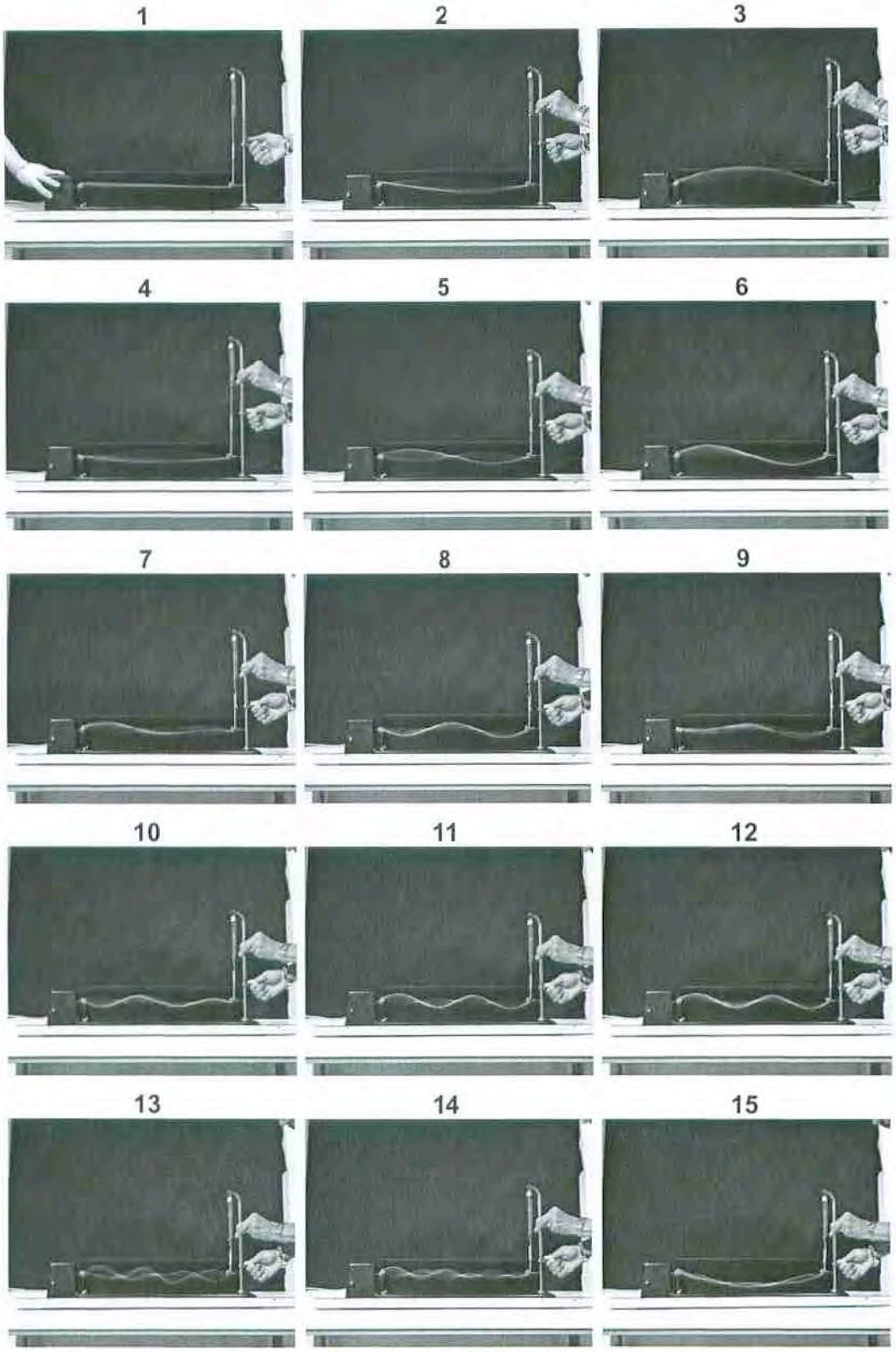

Figura 1. *Fotogramas de la filmación de las ondas estacionarias en una cuerda.*

En esta experiencia un motor de frecuencia fija agita la cuerda en el extremo de la izquierda, propagándose una onda de izquierda a derecha, y al llegar al extremo derecho ésta onda se refleja y la onda reflejada se propaga de derecha a izquierda, interfiriendo con la incidente. Modificando la tensión de la cuerda se modifica la velocidad de propagación, y al ser la frecuencia constante, las longitudes de onda para las que se generan ondas estacionarias son proporcionales a la velocidad de propagación. En los libros únicamente se muestran los patrones correspondientes a las situaciones en las que se cumplen las condiciones para obtener ondas estacionarias (en los que existen unos puntos denominados nodos que permanecen fijos), pero no suele indicarse nada de lo que sucede cuando no se cumplen estas condiciones. Con ayuda de la grabación puede verse claramente que sucede en este último caso, así como la evolución de la forma de la cuerda cuando se modifica la tensión y, por tanto, la velocidad de propagación. Asimismo, proporcionando a los alumnos la longitud entre los extremos de la cuerda y la densidad de masa por unidad de longitud de la misma, pueden realizar cálculos sobre la práctica.

En la Figura 2 se muestran una serie fotogramas de la filmación correspondiente a la experiencia de ondas estacionarias en un resorte. Este caso corresponde a ondas estacionarias longitudinales, mientras que la Figura 1 correspondía a ondas transversales estacionarias. En este caso, y también a diferencia de la experiencia incluida en la Figura 1, lo que se hace es variar la frecuencia del motor hasta que se observa la formación de las ondas estacionarias. Como puede apreciarse en la Figura 3, con ayuda de la regla incluida en la experiencia es posible determinar la distancia entre nodos y, puesto que se conoce la frecuencia, los estudiantes pueden determinar la velocidad de propagación de las ondas longitudinales en el resorte.

Por último, la Figura 3 muestra una serie de fotogramas correspondientes a varias filmaciones de la experiencia del vaciado de un depósito (ley de Torricelli). Esta experiencia no sólo es demostrativa, sino que pueden medirse con ayuda de un cronómetro los tiempos de vaciado correspondientes a distintos niveles de líquido del recipiente y verificar cuantitativamente la ley de Torricelli (fotogramas 7, 8 y 9). En este caso puede comprobarse como la velocidad de salida es proporcional a la adquirida por cualquier cuerpo al caer libremente una altura h, siendo h la separación entre la superficie libre del líquido y el orificio.

Conclusiones

Como ya se ha señalado en varias ocasiones, el objetivo final es el desarrollo de un portal web educativo con enlaces a páginas web individuales cuyos contenidos correspondan a los temas que tradicionalmente se estudias en los cursos de Fundamentos Físicos de la titulaciones técnicas. Cada página web contendrá:

- Una breve introducción histórica de los conceptos correspondientes al tema que se trata.
- Una breve introducción teórica en el que se expongan los conceptos que el estudiante debe conocer para utilizar adecuadamente las herramientas interactivas incluidas.

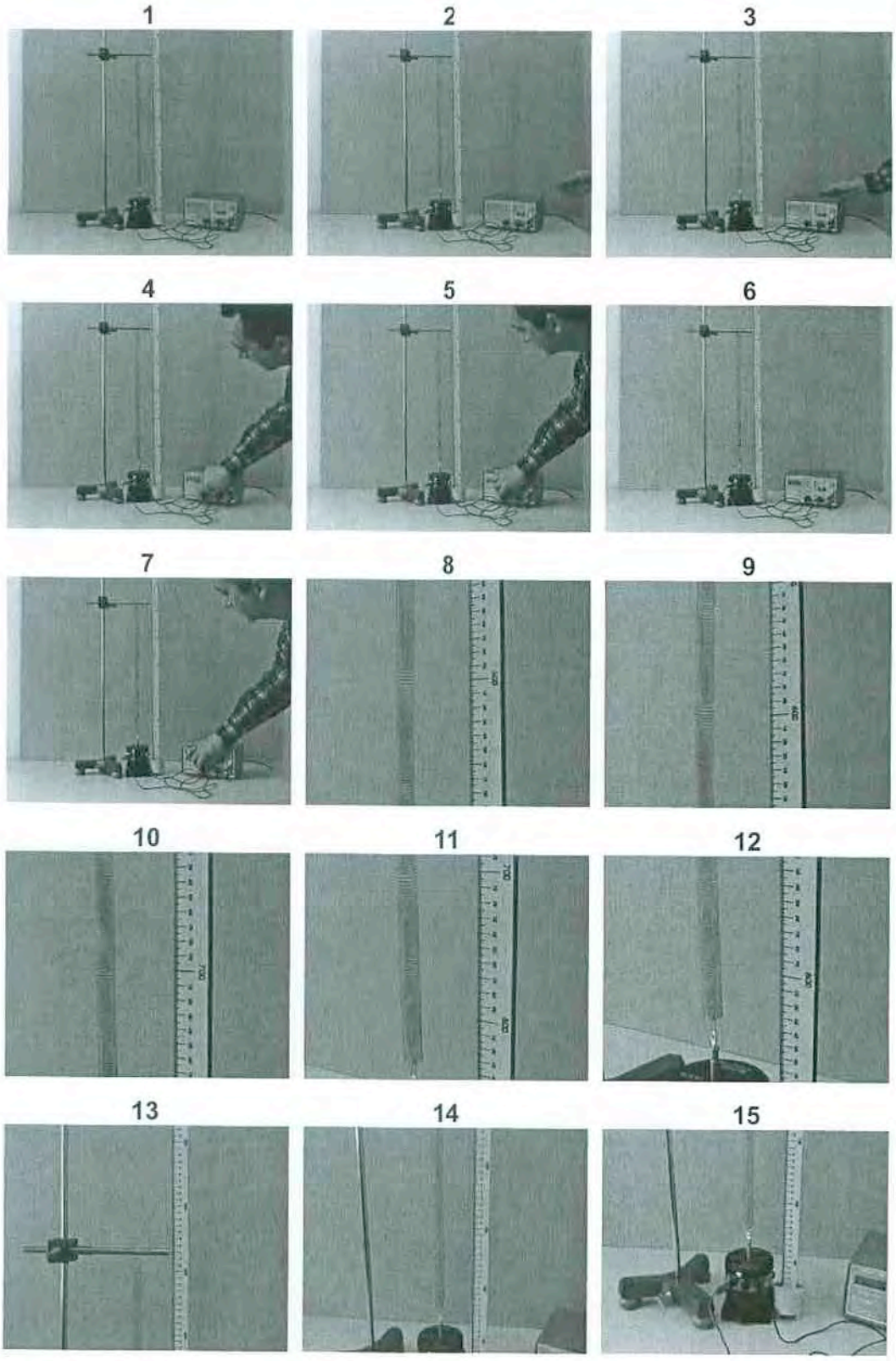

Figura 2. *Fotogramas de la filmación de las ondas estacionarias en un resorte.*

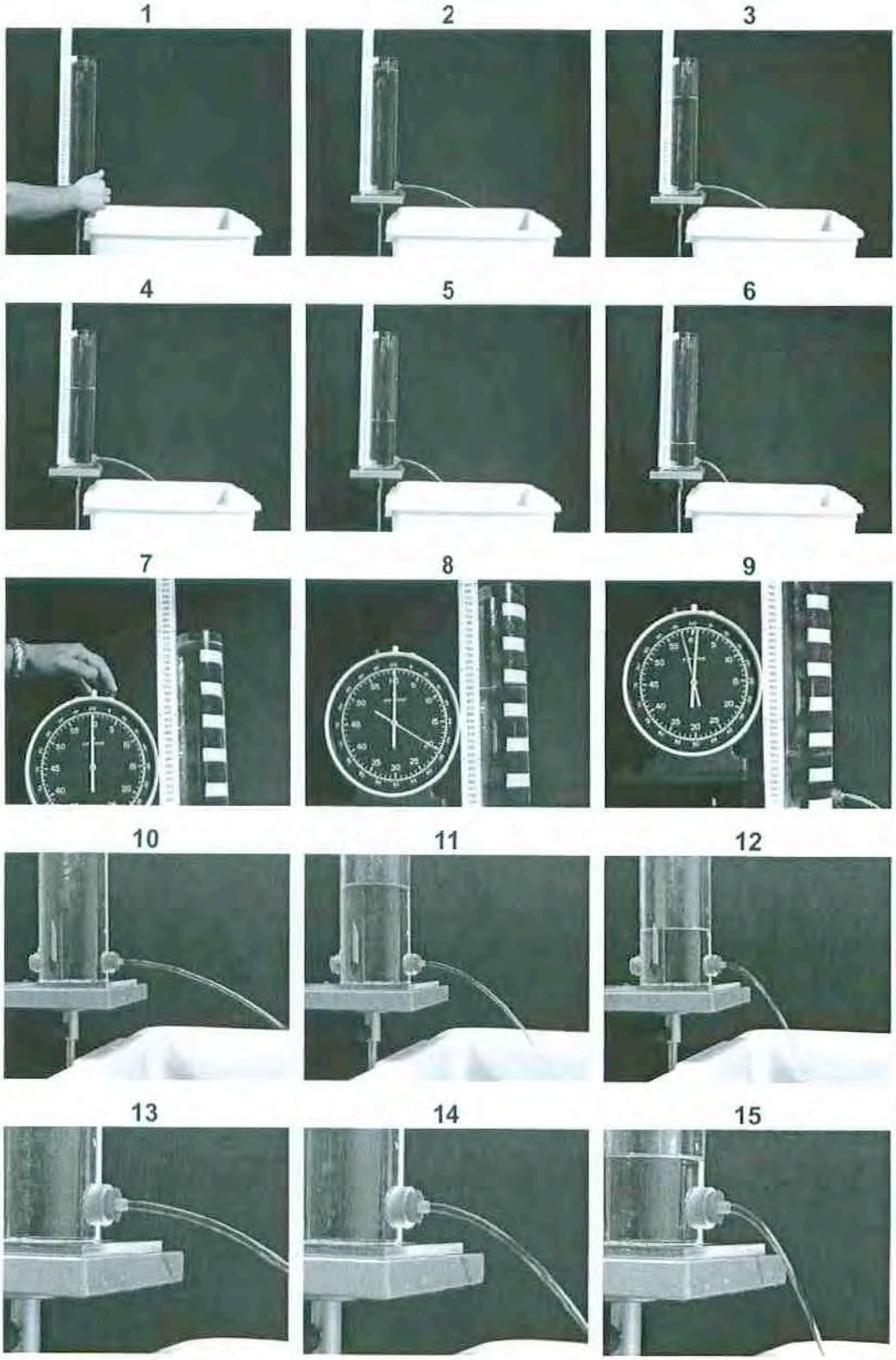

Figura 3. *Fotogramas de la filmación del vaciado de un depósito (ley de Torricelli).*

- Esquemas sobre la experiencia considerada y distintas fotografías de la misma correspondientes a los elementos que intervienen en la misma.
- Una o varias películas en las que se presenten bien demostraciones o bien prácticas de laboratorio.
- Cuando la experiencia se preste a ello, se incluye también un *applet* relacionada con la misma, con una breve explicación del mismo.

Las películas de las experiencias de laboratorio deben presentar las siguientes características:

- Una duración máxima de unos dos minutos. De esta forma se podrán visualizar los conceptos más importantes de forma rápida, lo que permite al estudiante utilizar los vídeos para complementar las clases de teoría, sin invertir especialmente demasiado tiempo en esta tarea.
- Se pretende que el estudiante observe algún fenómeno físico y, cuando así se indique, obtenga valores cuantitativos de las magnitudes físicas que intervienen en el mismo para poder llegar a algún resultado numérico sobre la experiencia.
- Puedan ser utilizadas por los estudiantes como complemento a las prácticas de laboratorio que realizan. Estas prácticas tienen una duración de dos horas en el laboratorio, aunque exigen un posterior trabajo por parte del alumno para obtener mediante los datos adquiridos en el laboratorio información relevante. Las películas permitirían que el alumno recuerde la esencia de la práctica, y por tanto qué información debe obtener, sin necesidad de realizar otra vez la práctica.
- Sean realizadas por un profesor, para que los estudiantes observen la cercanía de la experiencia y tengan la sensación de que ellos mismos podrían haber realizado la práctica. De esta forma se logra que los estudiantes se conciencien de que la Física se ocupa de fenómenos cotidianos y reales y no es una abstracción en la mente de unos pocos. Esto debería redundar en que un mayor porcentaje de alumnos se involucre de manera más activa dentro su propio proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Sean sencillas, pero a su vez permitan ofrecer una visión clara de los conceptos físicos correspondientes al tema del que la práctica se ocupa.

Agradecimientos

Este trabajo está subvencionado por el Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad de la Universidad de Alicante.