

Modelos en la enseñanza secundaria: EL BARCO SOLAR

Maria José Arnau Sabatés

Abstract

Presentamos un modelo físico para la enseñanza de algunos elementos básicos de mecánica de fluidos en enseñanza secundaria (cuarto curso de E.S.O.). El modelo consiste en una botella de plástico con algunos elementos añadidos que pretenden reproducir a pequeña escala las propiedades de estabilidad y el movimiento de un barco. Una placa solar proporciona la energía para un pequeño motor que mueve el artefacto. Esta práctica fue desarrollada con un grupo de estudiantes y ganó el premio Experimenta 2008 de la Universidad de Valencia (España).

We present a physical model for the teaching of some basic concepts of fluid mechanics at the high school level (fourth course of E.S.O. in the Spanish academic system). The model consists of a plastic bottle with some added elements that intends to reproduce in a small scale the stability properties and the movement of a ship. A solar cell provides the energy for a little motor that move the engine. This practice was developed with a group of students and won the price Experimenta 2008 of the Universidad de Valencia (Spain).

1 Introducción

La construcción de modelos físicos que reproducen algunos aspectos del comportamiento de artefactos de interés tecnológico constituye una herramienta que puede resultar útil para la enseñanza de la ciencia también en secundaria. En este trabajo explicamos la implementación de uno de tales modelos en el cuarto curso de la E.S.O. para estudiar las propiedades de estabilidad y de movimiento de los objetos en el agua, introduciendo algunos conceptos elementales de estática y de dinámica de fluidos mediante la experimentación. De esta forma, los estudiantes tienen la posibilidad de conocer en la práctica estos conceptos, con la motivación de la construcción de un artefacto sencillo que permite analizar los efectos de las modificaciones en la estructura del modelo en su comportamiento, tanto estático como dinámico.

Además, la misma construcción del modelo a partir de elementos reciclados (una botella de agua de plástico, corchos de botellas,...) con una base técnica sencilla de construir (una placa solar, un motor y una hélice), constituye una motivación para los grupos de estudiantes, que pueden conocer como pequeñas modificaciones en la estructura del modelo pueden provocar cambios sustanciales en su comportamiento.

A continuación describimos la construcción y la base física de las experiencias que se pueden hacer con el modelo. Las propiedades de la estructura del artilugio facilitan la experimentación; por ejemplo, la botella vacía constituye el casco del barco, y se puede llenar de agua o de piedras con facilidad, para comprobar como esto varía las propiedades del modelo. Asimismo se puede analizar de una forma muy sencilla la forma y las dimensiones de la hélice así como su orientación para que produzca el efecto deseado con materiales tan simples como papel de aluminio y alambre y la influencia del timón en el movimiento del barco. Sin embargo, las posibilidades de uso del barco construido no se agotan con las prácticas descritas en este trabajo. Precisamente, el descubrimiento de nuevas experiencias puede constituir una de las prácticas más estimulantes para los alumnos.

2 El trabajo

Objetivo

La finalidad de este proyecto de trabajo es la construcción de un barco de movimiento producido por una hélice aérea, movida por un motor que se alimenta mediante una placa solar. La intención es que los alumnos aprendan, en un contexto completamente aplicado, algunos elementos básicos de mecánica de fluidos, hidrostática, mecánica y células fotovoltaicas. La realización del proyecto, que se plantea en varias fases, desde la más elemental de la construcción del casco del barco, a la más compleja de una posible dirección por control remoto del aparato, pretende estimular la creatividad y mostrar la posibilidad real de construir artilugios de una cierta complejidad a partir de elementos comunes, que incluyen material reciclado y elementos tecnológicos que hoy en día son habituales y fáciles de conseguir.

Material y montaje

Son necesarios los siguientes elementos:

- a) Material eléctrico básico: cable de cobre recubierto de plástico.
- b) Pistola termofusible
- c) Una botella de plástico de agua, trozos de plástico duro, corchos de botellas de vino, uno o dos lápices, una hélice de plástico, piedras.

- d) Cubeta con agua.
- e) Un motor eléctrico de tamaño pequeño y una placa solar que permita su alimentación y un cronómetro y una cinta métrica.
- f) Alambre y papel de aluminio.
- a) Tomando como base la botella de plástico, se fijan uno o dos lápices en cuyos extremos se han colocado dos corchos, de forma que la estructura se mantenga en equilibrio al depositarla sobre un recipiente con agua, como una palangana, una bañera o un estanque. En la parte inferior, se coloca un fragmento de plástico situado longitudinalmente a la botella, que hará las veces de timón.
- b) Se conecta la hélice al motor, y se fija este de forma que la hélice quede en el sentido contrario a la parte superior de la botella, que será la proa del barco. La hélice se puede construir forrando con papel de aluminio un trozo de cable en forma de S adecuadamente doblado. Es importante destacar que esta hélice no tocará el agua, quedará en el aire, de forma que la propulsión es la que produce al moverse en este medio, como un avión., simplificando así el diseño. Delante, se fijan con mas gomas elásticas o pegamento termofusible la placa colar y los cables que permiten conectar ésta al motor. Después de comprobar la estabilidad del aparato al depositarlo en el agua, el invento está completo.

Principio físico en el que se basa

Para la estabilidad del artilugio, son necesarios algunos elementos de mecánica de fluidos. La movilidad del artefacto y el empuje se basan en la propulsión que produce una hélice. El funcionamiento del motor y su alimentación, en la producción de energía eléctrica mediante la luz solar (energía fotovoltaica). Según la aproximación de Newton, en el que el movimiento de un barco viene determinado por el trabajo de desplazamiento del agua que desaloja, el trabajo desarrollado por el barco al desplazarse responde a la ecuación:

$$W = \frac{1}{2}KSv^3\rho t,$$

donde K es el coeficiente de forma, v es la velocidad de desplazamiento del barco (supuesta constante), ρ es la densidad del líquido, S es la superficie sumergida y t es el tiempo. Para un tiempo fijo, el trabajo realizado es el que proviene de la hélice, que será constante independientemente de la forma del barco, así que esta ecuación nos permite estimar, para diferentes niveles de inmersión del barco en el agua, las relaciones entre las áreas efectivas (KS) a partir de las relaciones entre los cubos de las velocidades observadas.

Descripción del procedimiento, medida y aplicación

Para comprobar la validez de la relación establecida en la sección anterior se procederá de la siguiente manera.

Se facilitará a los estudiantes, en un primer paso, los materiales para la construcción de la base del barco: la botella, los lápices y los corchos. En un segundo paso, se les instará a construir la quilla y el timón, y a probar la estabilidad del artilugio construido. Después, y tras la evaluación por el profesor del buen funcionamiento de la base, se procederá a construir la parte electromecánica: tras ajustar la hélice al motor y comprobar su funcionamiento, se conectará a la placa solar. Obviamente, para que funcione correctamente es necesario probar el invento en un día soleado.

A continuación se medirán las distintas velocidades del barco, en las mismas condiciones de irradiación solar, llenando parcialmente la botella que forma el casco del barco para cambiar su

masa, cambiando así la parte sumergida. Se estudiará si la dependencia con la masa es lineal, ajustando las medidas a una recta. En el caso ideal, el cubo de la razón de las velocidades deberá ser inversamente proporcional a la relación entre las áreas efectivas que se enfrentan al desplazamiento (parte frontal de la parte sumergida por el coeficiente de forma). Se debe llenar la botella con piedras y no con agua, para darle una mayor estabilidad a la carga, y evitar así que cambie el centro de gravedad.

Puesta en práctica y conclusiones

Después de formar un equipo de trabajo con cuatro alumnos de cuarto de la E.S.O., durante varias semanas se trabajó en el diseño óptimo del barco para que fuera estable y soportara el peso adecuadamente, combinando el trabajo en el laboratorio con la explicación de la física implicada y la experimentación. Los problemas que aparecieron fueron sobre todo debidos a la falta de experiencia por parte de los estudiantes en este tipo de actividades, y la necesidad de adaptar conocimientos teóricos a un nivel muy elemental. Como conclusiones, podemos destacar:

- 1) El modelo resulta bastante didáctico para la explicación de conceptos fundamentales de mecánica de fluidos., puesto que es posible realizar varias experiencias con él.
- 2) La construcción del artefacto, así como la finalidad de su construcción para un concurso de física, proporcionan una motivación añadida.
- 3) El diseño, así como el funcionamiento y el planteamiento de las prácticas, forman parte de la experiencia, por que desde el principio se plantea como una idea abierta, sobre la que los estudiantes pueden opinar, modificando el proyecto original a su gusto.

3 Bibliografía

- [1] Catalá, J. “Física”. Ed Saber. 1985.
- [2] “Física y Química”. 4º E.S.O. Ed. Oxford. 2007.
- [3] “La réplica para la Expo de la nao ‘Victoria’ naufraga en Huelva nada más ser botada” (Juan Méndez - Huelva). Periódico El País. España. 23-11-1991.

<http://www.uv.es/fisica III CONCURS d'Experiments y demostracions de Física y Tecnología>

En este enlace se pueden ver el documento que se colgó en los paneles de información el día del concurso.

[Documento 1](#)

[Documento 2](#)

En este enlace se puede un pequeño video sobre el funcionamiento de los barcos el día del concurso.

[Video](#)