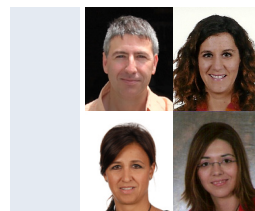


# Experimentando con masas y fuerzas

**Áureo Torres Sierra\*, Sara Díez Rodríguez, Ana Antolín de la Hoz y Noelia Rubio Martín**

*Maestros/as del Colegio Marista Castilla (Palencia). Castilla y León*



## Palabras clave

Experiencia, masa, volumen, fuerza, peso, empuje.

## Resumen

El trabajo describe y comenta las experiencias llevadas a cabo en el Colegio Marista Castilla de Palencia durante la primavera de 2012 con alumnos de los cursos 1º y 2º ESO en torno a los conceptos de masa, volumen, fuerza, peso, flotación de los cuerpos y empuje, según el Principio de Arquímedes. Las actividades se complementan con una serie de cuestionarios realizados antes y después de las mismas que dan cuenta de los cambios producidos en el pensamiento de los alumnos y de los conceptos que presentan mayor dificultad para su adquisición.

## Centro Educativo

Las experiencias que aquí presentamos han sido realizadas en el Colegio Marista Castilla de Palencia (**Imagen 1**). Se trata de un centro educativo de larga tradición en esta ciudad: fue fundado en 1920. En la actualidad su oferta educativa abarca todas las etapas: Educación Infantil, Primaria, ESO y Bachillerato, con dos grupos en casi todos los niveles y en algunos casos tres.

El colegio está embarcado desde hace casi una década en un proceso de continua mejora de la calidad. Comenzó su camino hacia el modelo de gestión en



**Imagen 1.** Colegio Marista Castilla de Palencia

.....  
\* E-mail del autor: aureo.profesor@gmail.com.

el año 2004. En el año 2006 obtuvo la Certificación ISO 9001. Desde ahí se orientó hacia el Modelo de Excelencia EFQM. En octubre de 2009 recibió la visita del equipo de evaluadores perteneciente al certificador Bureau Veritas consiguiendo el Sello de Excelencia Europea EFQM 300+.

Este reconocimiento se traduce, entre otras muchas cosas, en el compromiso de los docentes por la mejora del trabajo que realizamos, apostando por la innovación, la integración y la convivencia. La experiencia que aquí presentamos se enmarca en el ámbito de los proyectos que ya funcionan en el colegio buscando esta mejora continua de la educación.

## Grupos

Las experiencias se han realizado en dos grupos de alumnos de 1º ESO y otros dos grupos de 2º de ESO. Inicialmente estaba previsto incluir en las mismas a dos grupos más de 6º curso de Educación Primaria. Finalmente no ha sido posible por diferentes motivos.

Cada uno de los cuatro grupos que han realizado las experiencias cuenta con 30 alumnos.

Los cuatro profesores que han preparado y realizado la experiencia imparten materias en estos y otros grupos de Secundaria, tanto en ESO como en Bachillerato, y pertenecen al Equipo de Fomento de la Competencia Científica que funciona en el Centro.

## Planteamiento de la experiencia

### Objetivos de la investigación

La propuesta de investigación que el CSIC nos planteó tenía por objeto:

- Determinar los conceptos intuitivos que tienen los alumnos para describir y explicar los fenómenos físicos que le son conocidos (masa, volumen, fuerza, peso, empuje).
- Modificar estos preconceptos utilizando métodos constructivistas.
- Investigar la flotación de los cuerpos, determinando la relación entre el empuje que sufre un cuerpo sumergido en agua y el volumen sumergido del mismo.

## Relación con el currículo

Los contenidos de esta propuesta están en línea con los que presenta el currículo de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León en el DECRETO 52/2007, de 17 de mayo, precisamente para los cursos de 1º y 2º de ESO, y que apuntamos a continuación:

- Familiarización con las características básicas del trabajo científico.
- Utilización cuidadosa de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio.
- Propiedades generales de la materia: definición de superficie, volumen, masa y densidad. Unidades (S.I.).
- Realización de experiencias sencillas en las que se manifiesten las propiedades elementales de sólidos, líquidos y gases.
- Las fuerzas como causa del movimiento, los equilibrios.
- Masa y peso de los cuerpos. Atracción gravitatoria.
- Estudio cualitativo del Principio de Arquímedes.

## Estructuración de las actividades

Nos pareció adecuado dividir el conjunto de las actividades a realizar en torno a tres bloques, según los conceptos que se estudian en cada uno:

- La materia: masa y volumen.
- Acciones sobre la materia: fuerza y peso.
- Flotación de un sólido en un líquido: empuje y principio de Arquímedes.

## Materiales elaborados

Hemos concretado y adaptado los procedimientos de trabajo y actividades propuestas por El CSIC en la Escuela, elaborando un conjunto de diversos materiales que también han servido para unificar las actividades de aula y experiencias de laboratorio que los diferentes profesores han realizado con los alumnos. Algunos de los siguientes documentos se incluyen en los anexos: [www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos\\_arquimedes.pdf](http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos_arquimedes.pdf)

- Cuestionario 1 de conceptos sobre masa y volumen (Anexo 1).
- Cuestionario 2 de conceptos sobre fuerza y peso (Anexo 2).
- Cuestionario 3 de conceptos sobre flotación y empuje (Anexo 3).
- Guión base de actividades (Anexo 4).
- Cuaderno de investigación en laboratorio (para el alumno).

## Cuestionarios previos y posteriores a las experiencias

Antes de las actividades de experimentación propiamente dichas a cada uno de los grupos se les presentó, para que los contestaran, los tres cuestionarios de conceptos previos (Cuestionarios 1, 2 y 3). Igualmente, una vez finalizadas las actividades de experimentación y pasado un tiempo de las mismas, se les pidió que respondiesen de nuevo a los mismos tres cuestionarios. Posteriormente los profesores hemos comparado los resultados de ambos cuestionarios.

## Cuaderno del alumno

Cada alumno ha dispuesto de un pequeño cuadernillo (**Imagen 2**) con el que ha seguido las actividades en el laboratorio, en el que ha anotado sus ideas previas, las experiencias realizadas, las explicaciones del profesor, los aprendizajes logrados, etc.

### Masa y Volumen

#### A.3 Escribe lo que sabes:

1. ¿Qué es la masa de un cuerpo? Escribe una explicación:

2. ¿Qué es el volumen de un cuerpo? Escribe una explicación:

3. Dos cuerpos del mismo volumen ¿tienen siempre la misma masa, aunque sean de diferente material?

☐ SI

☐ NO. Por ejemplo:

4. Dos cuerpos de la misma masa ¿tienen siempre el mismo volumen, aunque sean de diferente material?

☐ SI

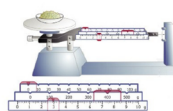
☐ NO. Por ejemplo:

#### A.5 MASA

Definición:

Instrumentos para medir MASA:

Se mide en estas unidades:



**Imagen 2.** Una página del Cuaderno del alumno.

## Desarrollo

El desarrollo de las actividades ha seguido la pauta marcada en el Guión Base de Actividades, que aparece en el Anexo 4 ([www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos\\_arquimedes.pdf](http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/mecanica/experiencias/palencia/anexos_arquimedes.pdf)).

Las experiencias se han desarrollado fundamentalmente en el laboratorio, con los materiales preparados de antemano y en sesiones de 55 minutos. Se ha dividido cada grupo de 30 alumnos en subgrupos más pequeños de 5 alumnos, de forma que les sea más fácil realizar las actividades propuestas y seguir el ritmo general.

Como queda claro al leer el Anexo 4, se han diseñado las actividades mediante una sucesión de momentos de experimentación-diálogo-breve explicación-anotación. De esta forma se consigue que los alumnos estén en continua actividad y centrados en la tareas a realizar, alternando trabajo en grupo pequeño, puesta en común, explicación general y también momentos de fijación individual de los conocimientos que se van adquiriendo.

No vamos a describir todas las actividades realizadas; en su lugar hablaremos de algunas que nos parecen más destacables:

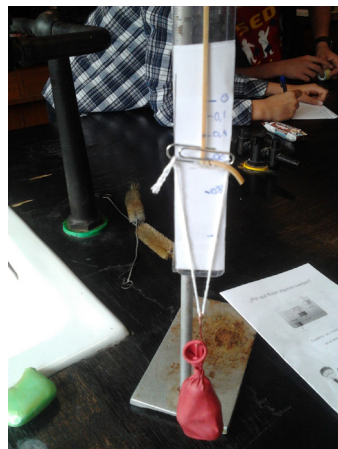
## Medida de masas y el volúmenes

Mediante esta actividad los alumnos, en pequeños grupos, han manejo la balanza de precisión y han medido pequeños volúmenes de diferentes cuerpos mediante una probeta.

Esta actividad permite explicar las diferencias entre los distintos tipos de balanzas, así como describir distintos procedimientos para medir volúmenes (de cuerpos geométricos, de cuerpos irregulares). En la puesta en común de los resultados obtenidos han surgido referencias al concepto de densidad, al comparar las medidas de unos cuerpos con las de otros.

## Construcción de un dinamómetro

Sobre las actividades realizadas en torno a los conceptos de fuerza y peso, merece la pena destacar la actividad de construir un dinamómetro con materiales caseros (**Imagen 3**).



**Imagen 3.** *Dinamómetro casero.*

Los alumnos recibieron previamente una explicación sobre este aparato de medida y se les indicó que utilizaran materiales simples en su construcción: regla escolar, muelles, gomas elásticas, clips, etc. La respuesta fue excelente. Muchos lo trajeron construido ya de casa y otros lo realizaron en el laboratorio. También se dieron instrucciones sobre la forma de graduarlo. En algunos casos sirvió para realizar posteriores medidas de fuerzas.

## La manzana en el agua

La experiencia de la manzana sumergida en el agua sirvió a los alumnos de motivo de análisis sobre las diferentes fuerzas que pueden actuar sobre los cuerpos y el resultado final sobre el equilibrio o movimiento de los mismos (**Imagen 4**).

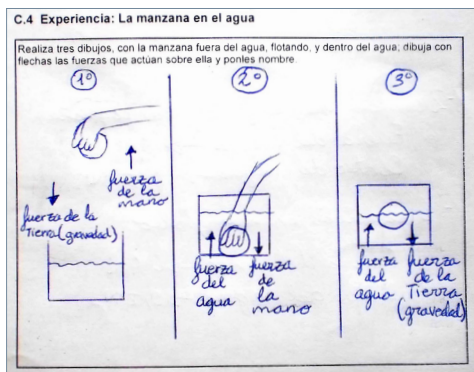


Imagen 4. Ficha de la experiencia.

## Medida del empuje

La comprobación del principio de Arquímedes se realizó de una manera simple, mediante sucesivas medidas del peso de un cuerpo fuera y dentro del agua (**Imagen 5**). En una probeta previamente llena hasta el borde se introdujo este cuerpo y se recogió el agua desalojada. La diferencia de los pesos del cuerpo fuera y dentro del agua coincidía plenamente con el peso de la cantidad de agua desalojada por él.

<b>C.7 Experiencia: medidas</b>	
PESO del cuerpo fuera del agua	<u>0,4 N</u>
Peso APARENTE del cuerpo dentro del agua	<u>0,2 N</u>
Valor calculado para el EMPUJE	<u><math>0,4 N - 0,2 N = 0,2 N</math></u>
PESO del fluido desalojado	<u>0,2 N</u>

Imagen 5. Resultados de la medida del empuje en una de las actividades.

## Resultados

### Evaluación de las actividades

Tanto los alumnos como los profesores hemos valorado muy positivamente la realización de estas actividades, aunque para los profesores ha supuesto un esfuerzo extra de preparación, realización y evaluación. Pero somos conscientes de que es el mejor medio para el fomento de la competencia científica entre nuestros alumnos.

Se ha valorado de forma especialmente positiva que cada alumno dispusiera de su propio cuaderno de laboratorio, como herramienta de trabajo y fijación de aprendizajes.