

## Situación problemática: ¿Porqué y cómo flotan los objetos?

### 1.- Planteamiento de la situación

El hierro no flota, pero los barcos de hierro flotan. ¿Aprendieron a nadar? La madera flota, pero los barcos de madera se hundían y se siguen hundiendo. ¿Se les olvidó flotar? Las personas que saben nadar flotan, pero si sacas del agua los brazos en algún sitio donde no haces pie, te hundes aunque sepas nadar y tiene que compensar la tendencia a hundirte pateando bajo el agua.

### 2.- Acotación que lleve a varias situaciones experimentales realizables.

Después de una discusión en el gran grupo se llegó a las siguientes acotaciones del problema:

La flotabilidad de un cuerpo (sumergido en un fluido dentro de un campo gravitacional, es decir, con peso) es un problema de equilibrio de fuerzas.

Como hay materiales que aparentemente flotan más que otros. Sería necesario hacer experimentos para estudiar la flotabilidad según el tipo de material.

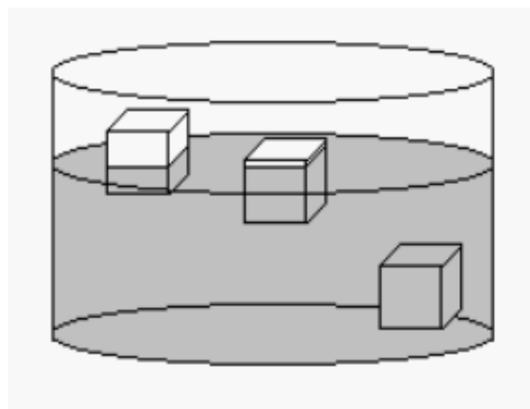
Parece que la forma del objeto es un factor importante (estructura de los cascos de los barcos, cuerpo de los animales que flotan: medusas, insectos, peces con vejiga natatoria); por lo tanto, habría que diseñar una experiencia en la que pudiéramos modificar la forma del cuerpo y ver la dependencia de ésta con la capacidad de flotación del mismo.

Se flota de forma distinta en agua dulce que en agua salada (no había un acuerdo en donde se flotaba más). Además en agua dulce, la piscina, cuesta más nadar que en el mar. Por lo tanto diseñaríamos un experimento para estudiar la flotabilidad según la concentración de sal del agua.

### 3.- Diseños experimentales con emisión de hipótesis sobre los resultados y sus consecuencias.

#### Montaje 1.- (Cualitativo).

Se toman trozos cúbicos de distinto material y los ponemos en un recipiente con agua y se observan de que manera flota cada sustancia. Se usa: corcho, madera de pino, aluminio, cemento etc...

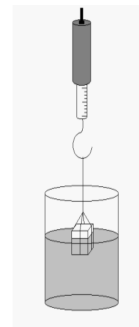


Montaje 1.

Evolución del montaje 1.-

(Cuantitativa).

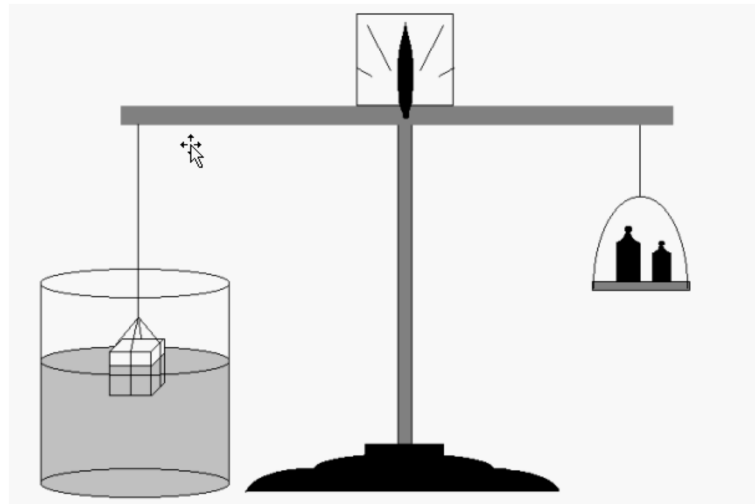
Se cuelga de un dinamómetro cada una de los cuerpos del montaje 1 y se sumergen alternativamente en el agua. Midiendo la diferencia de la fuerza.



Evolución Montaje 1.

### Variante 1 de la Evolución del montaje 1. - (Cuantitativa).

Se cuelgan en un plato de una balanza cada uno de los materiales anteriores equilibrándolos fuera del agua. Después se sumergen y produciéndose un desequilibrio en la balanza. Seguidamente se vuelve a equilibrar la balanza y se apunta la diferencia en el peso.



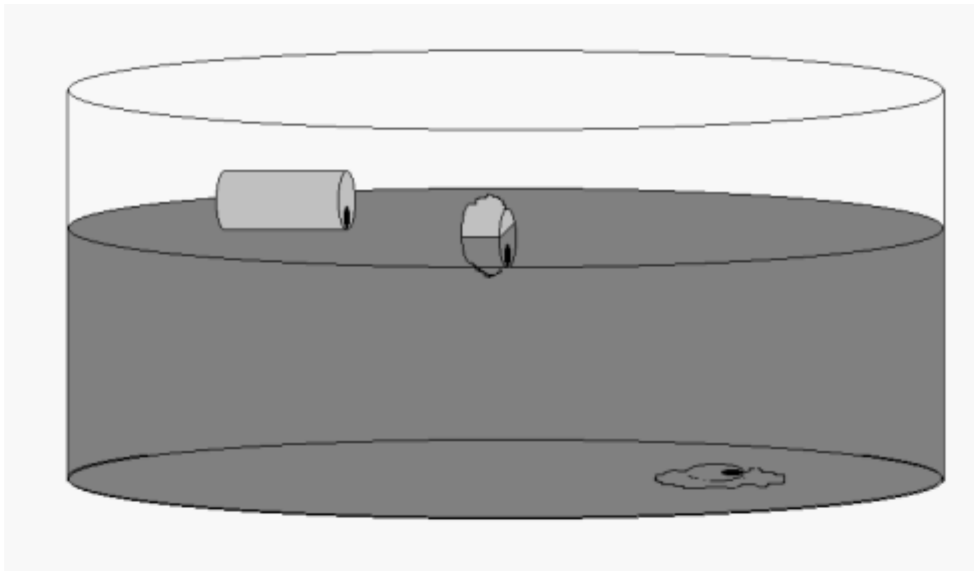
Variante 1. Evolución Montaje 1.

### Montaje 2.- (Cualitativo).

Se trata de hundir una lata de refresco vacía mediante varios manipulaciones:

- 1.-) Se deposita en el agua la lata con la abertura cerca de la superficie y se deja que se llene, provocando el hundimiento por inundación.
- 2.-) La lata con la abertura cerrada con cinta adhesiva y silicona caliente de termocoladora, se hunde haciendo fuerza sobre ella o poniéndole pesos de plastilina encima.
- 3.-) La lata se aplasta y se deposita en el agua. Se repite varias veces, aplastándola más, hasta que se hunde.

En todas las manipulaciones. Los alumnos/as recogen sus apreciaciones.



Montaje 2.

**Evolución del montaje 2.-** (Cuantitativa).

Se repiten las manipulaciones del montaje 2 pero colgando la lata de un dinamómetro para medir las diferencias de fuerza.

**Evolución del montaje 2.-** (Cuantitativa).

Se repite el experimento pero midiendo la fuerza con el dinamómetro mientras se añade sal al agua.

**Montaje 3.-** (Cualitativo).

Se introduce un cuerpo en un recipiente con agua, como en el montaje 1 y se añade sal al agua. Se repite el proceso varias veces. Los alumnos/as recogen sus apreciaciones.

**4.- Puesta en práctica del trabajo y separación del error experimental**

**Montaje 1.-** Hay que tener en cuenta que es muy importante que los cubos sean todos iguales, es decir, que tengan igual volumen para que la diferencia de fuerza dentro y fuera del agua sea idéntica para todo los materiales, con poca flotabilidad, que se encuentren totalmente sumergidos.

Si se repite el experimento, algunos materiales son porosos y absorben agua, luego su masa varía y en algunos casos hasta su volumen.

Es conveniente mantener el dinamómetro con un soporte para poder atenuar las oscilaciones que se producen al sumergir el cuerpo.

Hay que equilibrar la balanza antes de colgar el cuerpo para no tener en cuenta el peso de los hilos de sujeción.

Es más cómodo el uso de un dinamómetro que una balanza, por la ausencia de calibración y equilibrado. Aunque la variante del montaje que incluye la balanza, produce un efecto más evidente en los alumnos/as, para las apreciaciones de los análisis cualitativos.

**Montaje 2.-** Al deformar la lata de refresco hay que tener en cuenta, que inevitablemente, se hacen fisuras que provocan la entrada de agua, y por tanto, el hundimiento por inundación. Esto se solucionó utilizando pequeños trozos de cinta adhesiva y en algunos casos silicona caliente de termocoladora sobre dichas fisuras. Se consideró que no alteraban significativamente el resultado del experimento.

La lata de refresco tiene una alta flotabilidad. Para inducir el hundimiento hay que producir un aplastamiento total, este se consiguió por dos métodos: aplastamiento por medio de un martillo, y compresión entre dos maderas en un tornillo de banco en el aula de tecnología.

**Montaje 3. -** Al ir añadiendo sal y realizando medidas en el dinamómetro, hay que darse cuenta de no llegar a la saturación de la disolución, ya que se perdería la linealidad entre las variables. Por lo tanto, la recogida de datos terminará cuando no se disuelva la sal añadida. No obstante, el rango de medidas se puede aumentar calentando la disolución.

## **5.- Contrastación de las hipótesis iniciales, cruce de información de varios experimentos.**

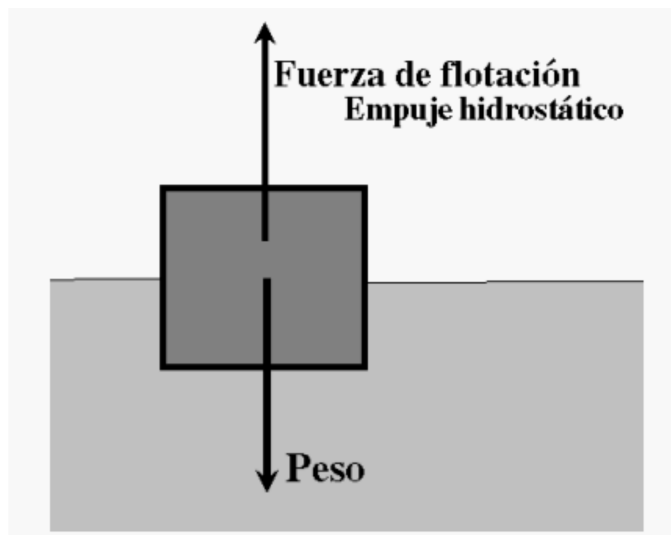
Los primeros montajes que se diseñaron eran exclusivamente cualitativos, es como si los alumnos/as jugarán con los experimentos. Después de la puesta en común de los resultados, se sugiere por un grupo de alumnos/as, que sería conveniente tomar medidas y se establecen, lo que hemos llamado, la evolución de los montajes hacia experimentos cuantitativos.

En la segunda puesta en común en el gran grupo se mostraron las correlaciones entre las distintas variables de las acotaciones del problema que representaban los distintos experimentos.

La "Evolución del montaje 1" produjo un debate ya que los distintos cuerpos de igual volumen y distinto material, que no flotan, tienen la misma reducción de fuerza cuando se introducen en el agua. Mientras que los cuerpos que flotan presentan diferencias en la reducción de la fuerza. Alguien sugirió que "la fuerza de flotación" era igual en los cuerpos sumergidos porque estaban completamente dentro del agua, pero que los cuerpos que flotaban tenían únicamente una parte sumergida que no era la misma para todos.

## **6.- Generalización y modelización, si la hubiera.**

El debate conduce a la existencia de una "fuerza de flotación o sustentación" que es la responsable de la flotación de los cuerpos (Los alumnos/as no conocían el término de empuje hidrostático). Los alumnos/as más avanzados ven una cierta analogía de la fuerza de flotación y la fuerza normal a una superficie, estudiada en temas anteriores. Se llega a una modelización mediante una representación vectorial de esta fuerza de una manera semejante a como se realizaba en la parte de dinámica de una partícula.



Se establece que dicha fuerza tiene algunas características: no depende del material, sino del volumen hundido del cuerpo. Si el volumen del cuerpo aumenta la fuerza también aumenta. Y también depende de la cantidad de sal del agua, es decir, de la densidad del fluido. Cuanto mayor es la densidad del fluido mayor es la fuerza.

### **7.- Evaluación de la resolución.**

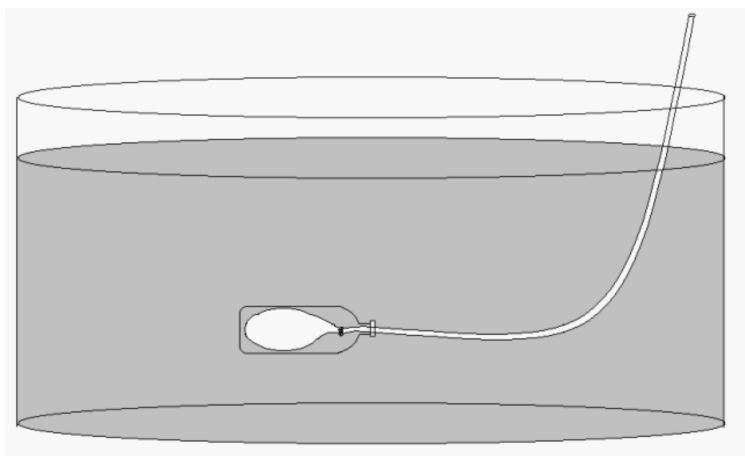
Los alumnos/as valoraron positivamente los resultados obtenidos y los experimentos realizados. Estos fueron usados por un grupo para explicar la secuencia del hundimiento del Titanic (no fue necesario ir al vídeo porque todos habían visto la película Titánic y se acordaban de dicha secuencia perfectamente).

También se estableció una discusión sobre el funcionamiento de un submarino.

### **EXPERIMENTOS RELACIONADOS.-**

#### **Simulación del funcionamiento de un submarino.**

Se coloca dentro de una botella un globo unido a un tubo. Se sumerge la botella, cuando el globo está deshinchado la botella se hunde por inundación, mientras que cuando por el tubo se insufla aire al globo, este al hincharse desplaza el agua fuera de la botella y esta flota. Se puede llegar con la práctica a conseguir que la botella quede en equilibrio entre el fondo y la superficie a media altura.



### **Construcción de un ludión.**

(Experimento extraído del "Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias". Ed. EDHASA. 1973).

Se coge un frasco de vidrio alto y de boca ancha. Se lastra una pera de goma de un cuentagotas enrollando varias vueltas de alambre de cobre en su parte estrecha. Llenar el frasco de agua a ras del borde. Introducir agua en la pera y hacerla flotar en el recipiente. No debe quedar en ella más que la cantidad de aire suficiente para que no se hunda. Se necesitarán muchos y largos tanteos para conseguirlo, apretando la pera para hacer salir el aire burbuja a burbuja. Una vez logrado esto cerrar el frasco, ya sea con un tapón grande o extendiendo sobre su boca una membrana de goma recortada. Empujando el tapón o la membrana de goma, se observará que la membrana se hunde, volviendo a la superficie al cesar la presión.