

CAUSAS DE LAS DIFICULTADES DE APLICACION DEL TEOREMA DE ARQUIMEDES POR LOS ALUMNOS DE ENSEÑANZA MEDIA

FERNANDEZ FERNANDEZ, J.M.
I.B. Menéndez Pidal. Avilés.

SUMMARY

In order to find out the reasons why the students of 2nd year BUP have so much trouble to solve exercises by applying Archimedes' theorem, we have presented them with five questions. From their answers we learn that most of them do not relate the volume of displaced liquid to that of the submerged body, but to its mass or weight. For most of the students the more mass or weight of the submerged body, the more volume of displaced liquid.

INTRODUCCION

Nuestro propósito con el presente trabajo ha sido un intento de averiguar las causas por las que, sabiendo expresar con corrección oralmente o por escrito el teorema de Arquímedes, los alumnos, curso tras curso, fallan mucho más de lo deseable al realizar ejercicios de aplicación de dicho teorema.

Nos interesaba averiguar si el fracaso en el aprendizaje de esta parte de la Física se debía a que los alumnos ya poseían unas ideas preconcebidas sobre estas cuestiones, como se ha puesto de manifiesto que existen sobre otras partes de la Física (Gil Pérez 1983), de la Química (Furió Mas y Ortiz 1983), (Furió Mas y Hernández Pérez 1983) y la de Biología (Astudillo Pombo y Gene Duch 1984). Ideas preconcebidas «de gran tenacidad, que no se dejan abolir fácilmente por una enseñanza sistemática» (Gil Pérez 1983).

También nos interesaba saber si esas ideas preconcebidas eran fruto de una reelaboración errónea por parte de los alumnos de los conceptos adquiridos en anteriores etapas educativas o, por otra parte, se debían a que «cada alumno trae una estructura cognitiva elaborada a partir de su experiencia diaria, que le sirve para explicar y predecir lo que ocurre a su alrededor» (Solís Villa 1984).

El conocimiento y estudio de los errores conceptuales, y su origen, en el supuesto de que éstos fuesen la causa del fracaso en el aprendizaje, tenía interés para nosotros porque nos ayudaría a diseñar el camino a seguir en la enseñanza de esta parte de la Física. (Furió Mas y Ortiz 1983), (Furió Mas y Hernández Pérez 1983).

Por otra parte, estos preconceptos podrían usarse como un instrumento de «diagnóstico», como indicado-

res, sobre la conveniencia o no de alcanzar ciertos objetivos y también para averiguar qué conocimientos previos sería conveniente que estuvieran en poder de los alumnos (Giordan 1985).

UN CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO. PRIMEROS RESULTADOS

Unos días antes de comenzar el estudio de la estática de fluidos hemos presentado las preguntas que figuran en el ANEXO I, para que las contestaran anónimamente, a 156 alumnos, chicos y chicas, que cursan 2º del B.U.P. Los resultados obtenidos se recogen en la TABLA I; téngase en cuenta, en relación con los resultados reflejados en dicha tabla, que en el nº de respuestas correctas asignado a cada pregunta aislada no se contabilizan los que corresponden a los que han contestado correctamente a las 5 preguntas.

Un estudio de las contestaciones erróneas a cada pregunta proporciona los siguientes datos:

1ª pregunta. — El 62,2 % de las preguntas dice que el cuerpo que desaloja más volumen de agua al sumergirlo en ella es el de hierro y el que menos volumen de agua desaloja es el de corcho. El 7,1 % de las respuestas dice exactamente lo contrario.

Estos resultados parecen indicar que buena parte de los alumnos (62,2% + 7,1% = 69,3% de respuestas) relaciona el volumen de líquido desalojado por un cuerpo con su masa o con su peso (El hierro cuerpo pesado, el corcho cuerpo ligero) sin considerar para nada su volumen.

Tabla 1

Pregunta	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	todas las preguntas
% de aciertos	8,3	10,9	73,1	9,6	6,4	9,6

2ª pregunta.- Tampoco, al contestar a esta pregunta, la gran mayoría de los alumnos tiene en cuenta la igualdad de volumen de los distintos cuerpos. Es en esta pregunta donde las respuestas erróneas son más dispersas. El 26,9% de las mismas señala que el cuerpo con forma de bola es el que más volumen de agua desaloja al sumergirlo en ella y el cuerpo que menos volumen de agua desaloja es el que tiene forma de caja de zapatos; esta es la respuesta más abundante. El 10,9 % de las respuestas dicen exactamente lo contrario.

De las contestaciones a esta pregunta no parece deducirse que los alumnos, en su mayor parte, tengan una idea prefijada sobre la existencia de alguna relación entre la forma del cuerpo sumergido en el agua y el volumen de ésta que desaloja.

3ª pregunta.— El porcentaje de aciertos en esta pregunta parece estar en la línea de lo dicho a propósito de la 1ª pregunta: El alumno relaciona el volumen de agua desalojada por un cuerpo sumergido en ella con su peso o con masa pero no con su volumen.

4ª pregunta.- El 71,8 % de las preguntas expresa lo siguiente: El cuerpo que más volumen de agua desaloja al sumergirlo en ella es el que pesa 7 Kp. y el que menos volumen de agua desaloja es el que pesa 3 Kp.

Estas respuestas confirman lo que se venía diciendo a propósito de las respuestas dadas a las preguntas 1ª y 3ª: Para un nº considerable de alumnos existe una relación muy estrecha entre el peso o la masa de un cuerpo y el volumen de agua que desaloja el sumergirlo en ella; está claro que dicha relación es de: más peso del cuerpo sumergido más volumen de agua desalojada.

5ª pregunta.— Es probable que el planteamiento de esta pregunta, tal vez excesivamente extensa, sea la causa del bajo porcentaje de aciertos. Pero de las respuestas erróneas a la misma se obtienen los siguientes resultados significativos:

- a) El 25,6 % de las respuestas dice que el cuerpo de 25 c.c. desaloja el mayor volumen al sumergirlo en el aceite, el líquido más ligero.
- b) El 17,3 % de las respuestas dice que el cuerpo de 25 c.c. desaloja el menor volumen cuando se sumerge en el aceite.
- c) El 28,8 % de las respuestas señala que el cuerpo de 25 c.c. desaloja el mayor volumen al sumergirlo en el mercurio, el líquido más pesado.

d) El 39,1 % de las respuestas señala que el cuerpo de 25 c.c. desaloja el menor volumen al sumergirlo en el mercurio.

De nuevo en las respuestas a esta pregunta se observa que en su mayor parte, $((100 - (6,4 + 9,6) = 84 \%)$, no se concede ninguna importancia al volumen del cuerpo sumergido.

También se advierte en las respuestas a esta pregunta una tendencia a relacionar el volumen de líquido desalojado con el peso o la masa, en este caso del líquido.

CONCLUSIONES

De todo lo anterior se pueden obtener, entre otras, las siguientes conclusiones:

- 1ª) Para un gran nº de alumnos cuando se sumerge un cuerpo en un líquido (agua, mercurio, agua de mar, alcohol, aceite) el volumen de líquido desalojado no tiene ninguna relación con el volumen del cuerpo sumergido.
- 2ª) Está fuertemente arraigada entre un nº considerable de alumnos la idea de que existe una relación, independientemente de cualquier otra circunstancia, entre el peso o la masa del cuerpo sumergido, o del líquido en el que se sumerge el cuerpo, y el volumen de líquido desalojado.
- 3ª) Teniendo en cuenta que, por una parte, estos alumnos han estudiado la E.G.B. en diferentes colegios, lo que implica diferentes profesores y métodos, y por otra, que es difícil de admitir que un nº tal de alumnos, sin posibilidad de ponerse de acuerdo, lleguen a las mismas interpretaciones de un fenómeno sin la existencia de una idea previa sobre el mismo, parece deducirse que a todos ellos «les suena» que existe cierta relación entre el peso o la masa de un cuerpo y el volumen de líquido desalojado cuando aquel se sumerge en éste. Es decir, algo han «oído» sobre este hecho.
- 4ª) En relación con la conclusión anterior son inevitables preguntas como éstas ¿Habría sido mejor que los alumnos no hubieran «oído» nada sobre este fenómeno?. ¿Qué explicación tiene que los alumnos se encuentren en los programas de las distintas etapas de su vida escolar, E.G.B. y B.U.P., con el estudio de los mismos fenómenos y al final los conocimientos sobre los mismos no sólo son deficientes sino que en la mayoría de los casos son erróneos?

PERSPECTIVAS

Este trabajo tendrá una 2ª parte que consistirá en lo siguiente: 2 meses después del estudio de esta parte de la Física volveremos a proponer las mismas preguntas del ANEXO I a los mismos alumnos. Trataremos así de comprobar, por un lado el grado de persistencia de

las ideas preconcebidas, una vez que se les ha demostrado, al estudiar la estática de fluidos, que estaban equivocados en sus interpretaciones, y por otro si el método seguido en la enseñanza de esta parte de la Física es el adecuado.

Anexo I

a) Los cuerpos, que llamaremos 1, 2, 3 y 4, tienen las características que se indican en la tabla:

Cuerpo	1	2	3	4
Naturaleza	Plástico	Hierro	Madera	Corcho
Volumen	2 litros	2 litros	2 litros	2 litros

Si sumergimos totalmente esos cuerpos en agua ¿Cuál de ellos desalojará más agua? ¿Cuál de ellos desalojará menos agua?

b) Los cuerpos, que llamaremos 5, 6, 7 y 8, tienen las características que se indican en la tabla:

Cuerpo	5	6	7	8
Forma	Bola	Cilindro	Caja de zapatos	Botella de sidra
Volumen	3 litros	3 litros	3 litros	3 litros

Si sumergimos totalmente esos cuerpos en agua ¿Cuál de ellos desalojará más agua? ¿Cuál de ellos desalojará menos agua?

c) Los cuerpos, que llamaremos 9, 10, 11 y 12, tienen las características que se indican en la tabla:

Cuerpo	9	10	11	12
Masa	200 g.	200 g.	200 g.	200 g.
Volumen	1,5 litros	1,5 litros	1,5 litros	1,5 litros

Si sumergimos totalmente esos cuerpos en agua ¿Cuál de ellos desalojará más agua? ¿Cuál de ellos desalojará menos agua?

d) Los cuerpos, que llamaremos 13, 14, 15 y 16, tienen las características que se indican en la tabla:

Cuerpo	13	14	15	16
Peso	3 Kp.	7 Kp.	5 Kp.	4 Kp.
Volumen	4 litros	4 litros	4 litros	4 litros

Si sumergimos totalmente esos cuerpos en agua ¿Cuál de ellos desalojará más agua? ¿Cuál de ellos desalojará menos agua?

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASTUDILLO POMBO, H. y GENE DUCH, A.M., 1984, Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2 nº 1, pp 15-16.

FURIO MAS, C.J. y ORTIZ, E., 1983, Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1 nº 1, pp. 15-20.

FURIO MAS, C. y HERNADEZ PEREZ, J., 1983, Ideas sobre los gases en alumnos de 10 a 15 años, *Enseñanza*

de las Ciencias, Vol. 1 nº 2, pp. 83-87.

GIL PEREZ, D., 1983, Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1 nº 1, pp. 26-31.

GIORDAN, A., 1985, Interés didáctico de los errores de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3 nº 1, pp. 11-17.

SOLIS VILLA, R., Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias, Vol. 2 nº 2, pp. 83-89.