

ESTUDIO DEL GRADO DE PERSISTENCIA DE CIERTOS PRECONCEPTOS SOBRE LA ESTÁTICA DE FLUIDOS EN ALUMNOS DEL 2º CURSO DEL BUP

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

SUMMARY

This work has two purposes:

- To find out the persistence grade of some preconceptions which pupils of second year of B.U.P. have about fluid's statics.
- To check whether the teaching method used is the adequate one for our pupils.

Before the fluid's statics study was started we gave them five questions; two months later we gave them the same questions again.

The results show out that an important number of pupils strongly maintained the same wrong ideas they had before this subject was studied.

1. INTRODUCCION

La existencia de conceptos en los alumnos de las diferentes etapas educativas sobre determinados temas de Física, y también, desde luego, de otras materias, está suficientemente probada.

De la experiencia vivida en las clases de Física del 2º curso del BUP se deduce que los alumnos de este nivel poseen ya un, hasta cierto punto elaborado, cuerpo de «conocimientos» sobre algunas partes de la Física y no simples explicaciones de hechos aislados.

Así pues, los alumnos que comienzan en el BUP el estudio sistemático de la Física ya tienen ideas propias sobre determinados conceptos y hechos físicos. Han elaborado sus propias «leyes» para explicar y predecir aquellos fenómenos físicos que observan con frecuencia. Por consiguiente, conocer cuáles son los conceptos y fenómenos físicos sobre los que los alumnos poseen ideas preconcebidas es fundamental para establecer una estrategia de la enseñanza de la Física que produzca buenos rendimientos en el aprendizaje de esta ciencia.

Pero nos parece que también es importante para mejorar la eficacia de dicho aprendizaje conocer el grado de persistencia de esos conceptos. Por una parte, ese conocimiento nos proporciona una información importante para proceder a la evaluación de tipo de enseñanza utilizado; en este sentido son reveladores los trabajos de Furió y Ortiz (1983) y Carrascosa y Gil

(1985) sobre la persistencia de errores conceptuales en profesores de Enseñanza Media, alumnos del último curso de las carreras de Química, de Física y de estudiantes del COU. Por otra parte, el conocimiento del grado de persistencia preconceptual nos puede servir como indicador acerca de la conveniencia o no de alcanzar ciertos objetivos (Giordan, 1985) e incluso sobre la pertinencia de establecer ciertos contenidos en la programación de la Física para un determinado curso.

2. OBJETIVOS

En el presente trabajo estudiamos el grado de persistencia de algunas ideas preconcebidas, cuya existencia ya había sido puesta de manifiesto (Fernández Fernández, 1985), causantes del bajo porcentaje de alumnos de nuestro centro que resolvían correctamente ejercicios de aplicación del teorema de Arquímedes.

También era nuestro propósito, como una consecuencia de la anterior, verificar si el método de enseñanza empleado en esta parte de la Física era el adecuado.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Días antes de comenzar el estudio de la estática de fluidos hemos presentado a 156 alumnos, matriculados en el 2º curso del BUP en nuestro centro, las preguntas

que figuran en el Apéndice 1 (1).

El análisis de las respuestas nos ha permitido detectar la existencia de preconcepciones en estos alumnos sobre algunos aspectos de la estática de los fluidos, como hemos indicado anteriormente.

Transcurridos dos meses desde el estudio de la estática de los fluidos, se han vuelto a proponer nuevamente a los mismos alumnos las preguntas anteriormente citadas.

4. RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS MISMOS

Queremos indicar que durante el estudio del tema «Estatica de fluidos» se advirtió con insistencia a los alumnos sobre los errores conceptuales que habíamos detectado y se puso especial cuidado en demostrarles por qué sus ideas eran erróneas. Comprobaron experimentalmente, trabajando en grupos de 2 alumnos, que un mismo cuerpo siempre desaloja el mismo volumen cuando se sumerge en líquidos de distintas densidades y que ese volumen es exactamente igual al del cuerpo sumergido. Igualmente comprobaron por vía experimental que el empuje que sufría un cuerpo sumergido en líquidos de diferentes densidades sólo dependía de éstas y del volumen del cuerpo, en ningún caso de la masa o del peso del cuerpo sumergido.

En la Tabla I se recogen los porcentajes de aciertos en cada pregunta en las 2 pruebas realizadas. También se indica la desviación standard, s, calculada por la expresión: $s = \frac{\sqrt{p(100-p)}}{N}$, siendo p el tanto por ciento

total de no aciertos y N el número de encuestados (Garret, 1971). Debemos advertir que en el número de respuestas acertadas contabilizadas en cada pregunta aislada no se consideran las que corresponden a los que han contestado correctamente a las 5 preguntas.

Los datos de la Tabla I permiten hacer las siguientes consideraciones, entre otras:

a) Hay un significativo aumento, en la 2ª prueba, en el porcentaje de respuestas correctas a las 5 preguntas. Sin embargo, que 2 meses después de haber estudiado el tema sólo el 36,9% de los alumnos encuestados sepa responder correctamente a las 5 preguntas no creemos que sea motivo de satisfacción para los profesores encargados de la enseñanza de la Física a estos alumnos.

b) Ha disminuido notablemente, en la 2ª prueba, el porcentaje de aciertos a la 3ª pregunta. Si comparamos los resultados de las restantes preguntas en la 2ª prueba es probable que esta disminución puede ser debida al aumento en el tanto por ciento de respuestas correctas a las 5 preguntas en esta prueba. Trataremos más adelante de confirmar esta hipótesis.

c) Hay aumentos poco significativos en los porcentajes de aciertos a las preguntas 1ª y 2ª.

d) Se mantiene la constancia de aciertos en la 2ª prueba respecto a las preguntas 4ª y 5ª.

Lo expuesto en los dos últimos apartados parece confirmar que para un porcentaje importante de alumnos sus ideas preconcebidas prevalecen sobre los conocimientos que se supone debieran haber adquirido o bien no han adquirido esos conocimientos y explican los hechos de acuerdo con la estructura cognoscitiva que ellos mismos han elaborado anteriormente.

4.1. Estudio de las preguntas erróneas más frecuentes a cada una de las preguntas

Con fines comparativos, vamos a considerar sólo aquellas respuestas erróneas a cada una de las preguntas que ya hemos tenido en cuenta en el estudio de la 1ª prueba.

4.1.1. Primera pregunta

Las respuestas erróneas seleccionadas son:

a) El cuerpo que desaloja más volumen al sumergirlo en el agua es el de hierro y el que desaloja menos volumen es el de corcho.

Tabla I

Preguntas	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	todas las preguntas
% de aciertos en la 1ª prueba	8,3	10,9	73,1	9,6	6,4	9,6
	s=2,2	s=2,5	s=3,5	s=2,4	s=2,0	s=2,4
% de aciertos en la 2ª prueba	10,8	14,6	51,6	9,6	6,4	36,9
	s=2,5	s=2,3	s=4,0	s=2,4	s=2,0	s=3,9

b) Respuesta opuesta a la anterior

La Tabla II recoge los resultados y las correspondientes desviaciones estandard.

Se observa que el nº de respuestas erróneas, tanto en relación con la respuesta (a) como en la (b), prácticamente se ha reducido a la mitad en la 2ª prueba.

Pero aún es alto el porcentaje de alumnos (34,4% + 3,8% = 38,2%) que relacionan al volumen de líquido desalojado por un cuerpo sumergido en él con la masa o con el peso de dicho cuerpo, y no tienen en absoluto en cuenta el volumen de dicho cuerpo. Hay una notable persistencia de los preconceptos.

Tabla II

Prueba	1ª	2ª
Respuesta (a) %	62,2 s=3,8	34,4 s=3,8
Respuesta (b) %	7,1 s=2,1	3,8 s=1,5

4.1.2 Segunda pregunta

Las respuestas erróneas a considerar son:

- a) El cuerpo con forma de bola es el que más volumen de agua desaloja al sumergirlo en ella y el que menos volumen de agua desaloja es el que tiene forma de caja de zapatos.
- b) Respuesta opuesta a la anterior.

En la Tabla III quedan recogidos los resultados y las correspondientes desviaciones estandard.

Como puede observarse, también en esta pregunta el nº de respuestas erróneas, tanto del tipo (a) como del tipo (b), se ha reducido casi a la mitad al realizar la 2ª prueba.

Tabla III

Prueba	1ª	2ª
Respuesta (a) %	26,9 s=3,5	14,6 s=2,8
Respuesta (b) %	10,9 s=2,5	4,5 s=1,7

Dentro de las respuestas erróneas, la (a) sigue siendo también la más abundante al realizar la 2ª prueba y, como sucediera en la prueba inicial, se observa una notable dispersión en las respuestas dadas a esta pregunta, confirmando la inexistencia en la mayor parte de los alumnos encuestados de una idea preconcebida sobre la posible relación entre la forma del cuerpo sumergido en el agua y el volumen de ésta que desaloja.

4.1.3. Tercera pregunta

También en la 2ª prueba ésta es la más acertada, a considerable distancia del resto.

Al comentar los resultados de la Tabla I hemos adelantado una probable explicación del descenso del porcentaje de aciertos a esta pregunta en la 2ª prueba. Los datos recogidos en la Tabla IV parecen confirmar aquellas hipótesis.

Tabla IV

Prueba	1ª	2ª
% de alumnos que sólo han contestado bien a la 3ª pregunta	55,1	30,1
% de alumnos que han contestado bien a las 4 primeras preguntas	4,5	5,8

4.1.4. Cuarta pregunta

La respuesta a considerar en esta pregunta, igual que en la 1ª prueba, es: El cuerpo que pesa más desaloja más volumen de agua y el cuerpo que pesa menos desaloja menos volumen.

En la Tabla V quedan reflejados los datos correspondientes a esta respuesta en las dos pruebas y las correspondientes desviaciones estandard.

Comparando los resultados obtenidos en esta pregunta y en la anterior se deduce que el mayor porcentaje de respuestas correctas en la pregunta 3ª es debido a que en ésta todos los cuerpos tienen la misma masa, no a la circunstancia de que también todos tienen el mismo volumen.

Tabla V

Prueba	1ª	2ª
% de respuestas	71,8 s=3,6	43,9 s=4,0

Aunque ha disminuido significativamente el porcentaje de respuestas erróneas, un considerable nº de alumnos sigue manteniendo la idea de que a más peso del cuerpo sumergido más volumen de líquido desalojado. La persistencia de estas ideas preconcebidas es importante.

4.1.5. Quinta pregunta

Como en la 1ª prueba, las respuestas erróneas a considerar son:

- a) El cuerpo de 25 cc. desaloja el mayor volumen cuando se sumerge en el aceite.
- b) El cuerpo de 25 cc. desaloja el menor volumen cuando se sumerge en el aceite.
- c) El cuerpo de 25 cc. desaloja el mayor volumen cuando se sumerge en el mercurio.
- d) El cuerpo de 25 cc. desaloja el menor volumen cuando se sumerge en el mercurio.

En la Tabla VI se recogen los porcentajes de estas respuestas así como la desviación estandar correspondiente tanto de la 1ª como de la 2ª prueba.

Excepto en el caso de la respuesta (a), se ha reducido en 10 puntos el tanto por ciento de respuestas erróneas a esta pregunta.

Pero, si tenemos en cuenta que han contestado correctamente a esta pregunta el 6,4% de los alumnos y el 36,9 % de los mismos han contestado con acierto a las 5 preguntas, resulta que todavía es alto el porcentaje de alumnos que está convencido de que el volumen de líquido desalojado por un cuerpo sumergido en él no depende del volumen de dicho cuerpo y, en cambio, se advierte la persistencia de una relación, aunque no totalmente definida, clara, entre el volumen de líquido desalojado y el peso o la masa de éste.

5. CONCLUSIONES

1ª) Existe un porcentaje de alumnos, que consideramos muy alto, que, dos meses después del estudio de la estática de los fluidos, mantienen firmemente arraigada la idea de que cuando se sumerge un sólido en

un líquido el volumen desalojado de éste no tiene ninguna relación con el volumen de aquél.

2ª) Continúa firmemente arraigada en un alto nº de alumnos la idea de que existe una relación, independientemente de cualesquiera otra consideración, 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) A la vista de los resultados, el 63,1%, de los alumnos encuestados no han incorporado totalmente, algunos absolutamente nada, a su estructura cognoscitiva, el concepto —fundamental para la correcta resolución de ejercicios relacionados con el teorema de Arquímedes— de que el volumen de líquido desplazado por un cuerpo sólido sumergido en él es igual al volumen de éste. Estos alumnos durante el estudio de este tema no han experimentado el cambio conceptual definitivo y permanente que se perseguía y, a medida que ha transcurrido el tiempo, han vuelto a sus pre-conceptos anteriores (Furió y Hernández, 1983).

4ª) Parece evidente que el método de enseñanza empleado en este tema no es el adecuado, ha de ser modificado sustancialmente.

Sin embargo, cabe la posibilidad de que este bajo rendimiento en el aprendizaje sea debido a otras circunstancias, además del tipo de enseñanza utilizado. Según Shayer y Adey (1984) para que un alumno se de cuenta de que el volumen de líquido desplazado por un cuerpo sumergido en él no depende del peso del cuerpo, su desarrollo cognoscitivo ha de encontrarse en el estadio inicial de las operaciones formales, según la clasificación de Piaget. ¿Es esta la situación de los alumnos que hemos encuestado? En el caso de que la respuesta a esta pregunta fuese negativa, el fracaso en el aprendizaje de ciertos temas de Física, y de otras asignaturas, no sólo se debería a los métodos de enseñanza, masificación, amplitud de los programas, etc. etc., si no también a la inadecuación de los contenidos de los programas en relación con el desarrollo cognoscitivo de los alumnos a quienes van dirigidos.

Tabla VI

Respuestas	a	b	c	d
Prueba 1ª	25,6 s=3,5	17,3 s=3,0	28,8 s=3,6	39,1 s=3,9
Prueba 2ª	20,4 s=3,2	7,0 s=2,0	10,8 s=2,5	29,3 s=3,6

APENDICE 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?

d) 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
Mása	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?

e) Los siguientes líquidos tienen las características que se indican:

- El mercurio es mucho más pesado que el agua de mar ⁽²⁾
- El agua de mar es más pesada que el agua pura
- El agua pura es más pesada que el alcohol
- El alcohol es más pesado que el aceite

Si sumergimos totalmente en cada uno de esos líquidos un cuerpo de 25 centímetros cúbicos de volumen. ¿En qué líquido desaloja más volumen el cuerpo? ¿En qué líquido desaloja menos volumen el cuerpo?

Notas

(1) Este cuestionario es el mismo que el utilizado en el anterior trabajo publicado en *Enseñanza de las Ciencias* 3 (3), 185-187, aunque allí, debido a un error tipográfico, faltaba la cuestión e.

(2) Debemos indicar que cuando se presentaron por primera vez las preguntas aún no se habían estudiado en clase los

conceptos de densidad y peso específico y que, hasta ese momento, los alumnos para indicar que un cuerpo era más denso o menos denso que otro empleaban las expresiones «más pesado que...» y «menos pesado que...», respectivamente. Esta es la razón por la que la pregunta (e) se ha presentado en esos términos. Si hubiéramos empleado las expresiones correctas «más denso que...», «mucho más denso que...» corríamos el riesgo de que las respuestas no fueran válidas por falta de comprensión de la pregunta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CARRASCOSA ALIS J. y GIL PEREZ D., 1985, La metodología de la superficialitat i l'aprenentatge de les ciències, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 3 n° 2, pp. 113-120.

FERNANDEZ FERNANDEZ J.M., 1985, Causas de las dificultades de aplicación del teorema de Arquímedes por parte de los alumnos del BUP, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3, pp. 185-187.

FURIO MAS C. y HERNANDEZ PEREZ J., 1983, Ideas sobre los gases en los alumnos de 10 a 15 años, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1 n° 2, pp. 83-87.

FURIO MAS C.J. y ORTIZ E., 1983, Persistencia de los errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1 n° 1, pp. 15-20.

GARRET HENRY E., 1971, *Estadística en psicología y educación* (Paidós, Buenos Aires).

GIORDAN A., 1985, Interés didáctico de los errores de los alumnos, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3 n° 1, pp. 11-17.

SHAYER M. y ADEY P., 1984, *La ciencia de enseñar ciencias* (Narcea, Madrid).