

Experiencia con alumnos de magisterio: empuje de Arquímedes

A didactic experience with students at a college of teachers: the Archimedes principle

M. P. ZUGASTI

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Física,
Escuela Universitaria de Magisterio, Universidad de Alcalá. España
mpuy.zugasti@uah.es

Resumen

Se presenta una experiencia didáctica, sobre la Ley del Empuje, realizada con alumnos de Magisterio. Poniendo en práctica un método de enseñanza-aprendizaje participativo por parte de los alumnos y guiado por el profesor, se pretende corregir algunas de sus ideas previas y aplicar un método didáctico que les podría servir como modelo para su futura labor docente.

Palabras clave: ideas previas, empuje de Arquímedes, formación de maestros, enseñanza activa.

Abstract

We present a didactic experience about the Archimedes Principle carried out with students in a teachers' college. We tried to correct some misconceptions we have detected then to show a didactic method that could be used as a model for primary-school teachers. For this, we have implemented a teaching-learning method with the participation of the students and guided by the teacher.

Key words: misconceptions, Archimedes principle, initial teacher training, teaching-learning experience.

INTRODUCCIÓN

Muchos profesores universitarios de Ciencias, y en particular de las Escuelas de Magisterio donde se forman los maestros de educación primaria, nos encontramos todos los años con el problema que supone el hecho que nuestros alumnos procedan de distintos bachilleratos. Esto hace que la adaptación del nivel de los programas de las asignaturas de los alumnos, resulte una tarea nada fácil. Debemos pensar muy seriamente qué formación mínima van a necesitar estos alumnos cuando tengan que desarrollar su labor docente, para poder diseñar unos programas de acuerdo con esas necesidades y accesibles también para aquellos alumnos que provienen de orientaciones de Ciencias Sociales y Humanas.

En concreto, algunos aspectos básicos para la formación de los futuros maestros, podrían ser los siguientes:

- Siguiendo las nuevas tendencias en Didáctica de las Ciencias, que otorgan una gran importancia al hecho de partir de lo que el alumno sabe con el fin que el aprendizaje sea significativo; sería conveniente que los maestros supieran detectar las ideas de los niños y conocieran estrategias didácticas para cambiar las ideas alternativas por otras más acordes con las científicamente admitidas, de manera que les sirvan para comprender mejor los nuevos conceptos y fenómenos que vayan estudiando.
- Debemos indagar si nuestros alumnos de Magisterio han asimilado correctamente los conceptos científicos básicos, de manera que ellos mismos no tengan errores conceptuales que posteriormente puedan transmitir a sus futuros alumnos (KRUGER *et al.*, 1990, SUMMERS, 1992, GOLBY *et al.*, 1995). Desgraciadamente muchas veces esto no es así, por lo que una labor importante a realizar por los profesores de Ciencias de las Escuelas de Magisterio sería detectar y subsanar dichos errores (PARKER, 2000).
- Los alumnos deberían conocer los métodos actuales de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, menos transmisivos que en la enseñanza tradicional y más activos por parte de los niños y guiados por el profesor, con los que se pretende que no sólo aprendan contenidos conceptuales sino que también desarrollen las capacidades de razonamiento lógico, indagación, exploración y búsqueda de explicaciones a problemas que se les plantean a lo largo de su experiencia. Es decir, a los futuros docentes no sólo debemos enseñarles Ciencia, sino también enseñarles a enseñar Ciencia.

Atendiendo a estos criterios, a continuación presentamos un trabajo realizado con alumnos de tercero de Magisterio con el que se persigue

detectar y corregir algunas de sus concepciones erróneas y trabajar con ellos siguiendo un método de enseñanza que les pueda servir de modelo didáctico para aplicar en el futuro con los niños.

EXPERIENCIA SOBRE EL EMPUJE DE ARQUÍMEDES

A pesar que en Educación Primaria ya se tratan algunos aspectos relacionados con la flotación de los cuerpos dentro de fluidos y que posteriormente en educación secundaria se estudia con mayor profundidad la ley del empuje de Arquímedes, los alumnos no suelen asimilarlo correctamente y son muy comunes los errores de interpretación de dicha ley (SALVAT, 1987, BARRAL, 1990, PARKER, 2000).

Como sabemos, la magnitud de la fuerza de empuje que sufre hacia arriba un cuerpo cuando se sumerge parcial o totalmente en un fluido es igual al peso del fluido que ocuparía la parte sumergida del cuerpo. Esto significa que el valor de dicho empuje depende solamente de aquellos factores que afectan a dicho peso, es decir, la densidad del líquido, el volumen sumergido del cuerpo y de la gravedad de la Tierra. En cambio, muchos alumnos, incluso de Magisterio y de otras carreras universitarias, relacionan la magnitud del empuje con otros parámetros que nada tienen que ver con ella, como son: la profundidad a la que se sumerge el cuerpo, su superficie horizontal, su peso, su densidad, etc.

A causa de estas ideas erróneas, muchos alumnos no son capaces de dar una explicación correcta a fenómenos que observan cotidianamente, como por ejemplo: ¿por qué se hunde una canica y no se hunden los grandes buques de carga?; ¿por qué suelen flotar mejor los gordos que los flacos a pesar de que pesan más?; ¿por qué se flota mejor en el mar que en la piscina?; ¿por qué un balón de playa alcanza más altura por encima del agua cuando se suelta desde una mayor profundidad?...

Es por esto que consideramos que podía ser interesante trabajar este tema con nuestros alumnos de Magisterio. Para ello programamos la experiencia que presentamos a continuación y que consta de las siguientes partes: una de detección de ideas, otra de trabajos en grupo y de debate, y otra de comprobación del nivel de eficacia de la experiencia.

Detección de ideas

Para estudiar en detalle las ideas que tienen los alumnos de Magisterio sobre la flotación de los cuerpos, hemos partido de un test (*véase anexo*) en el que se plantean una serie de preguntas relacionadas con casos concretos en los que interviene la fuerza de empuje.

La encuesta se realizó sobre un total de 120 alumnos que cursaban la asignatura troncal de conocimiento del medio natural, social y cultural (de las especialidades de educación física, educación musical y lengua extranjera) o la asignatura obligatoria de física (de la especialidad de educación primaria).

Análisis y valoración de los resultados

A pesar que estos alumnos reconocían haber estudiado la ley del empuje de Arquímedes durante la enseñanza obligatoria, al analizar sus respuestas (tabla 1, columna 1) comprobamos que solamente 7 de ellos (el 6%) sabían definirlo correctamente. El error más común (del 15% de los alumnos) era decir que “la fuerza hacia arriba que sufre un cuerpo sumergido en un fluido es igual al volumen del cuerpo” o simplemente que “el volumen sumergido del cuerpo es igual al volumen del líquido desalojado”, y la mayoría restante no contestaba nada en absoluto.

A la vista del porcentaje tan bajo de aciertos que se daba también en las demás preguntas del test, pensamos que sería interesante conocer cómo hubieran sido estas respuestas en el caso que supieran el enunciado de la ley del empuje. Así pues, volvimos a repetir el test dando el enunciado y pudimos apreciar (tabla 1, columna 2) que el tanto por ciento de respuestas acertadas fue sólo ligeramente superior.

Sólo un 23% de alumnos relacionaba la magnitud del empuje con el volumen sumergido del cuerpo. Esto se observa en la cuestión nº 2 donde muchos alumnos (48%) interpretan que un cuenco de plastilina flota porque su fondo tiene más superficie que cuando se le da forma esférica. Algunos alumnos (18%) citan la influencia del aire que contiene el cuenco pero tampoco explican bien el porqué de esa influencia.

Tabla 1
Respuestas de los alumnos al test anexo

Pregunta nº	(1) Sin definir la ley del empuje de Arquímedes			(2) Después de definir la ley del empuje de Arquímedes			(3) Dos meses después de realizada la experiencia		
0	6%			-----			50%		
1	83%			85,5%			85%		
2	12,5%			23%			50%		
	Opciones a) b) c)			Opciones a) b) c)			Opciones a) b) c)		
3	29%	28%	30%	40%	21%	34%	0%	0%	90%
4.1	31%	26%	30%	17%	24%	38,5%	2,5%	2,5%	80%
4.2	16,5%	9%	57,5%	11,5%	18,5%	60%	0%	0%	90%
4.3	21,5%	41%	19%	13,5%	26%	39%	5%	7,5%	77,5%
4.4	31,5%	34%	16,5%	28%	37,5%	14%	17,5%	62,5%	7,5%
5	6%	32,5%	56%	4%	39%	51,5%	0%	75%	25%

Los porcentajes en negrita corresponden a las respuestas correctas.

En la cuestión nº 3 sólo el 34% de los alumnos reconoce la independencia de la densidad y del peso del cuerpo con el valor del empuje. El 40% cree que cuanto mayor sea la densidad del cuerpo mayor empuje sufre éste, mientras que el 21% restante dice que cuanto menos denso sea el cuerpo, y por lo tanto menos pese, mayor es el empuje y “por eso se hunde menos”.

En las cuestiones 4, a pesar de aclararse que las posiciones 1 y 2 de los objetos que aparecen en los dibujos no son posiciones de equilibrio, se observa la tendencia de bastantes alumnos a obviar dicha aclaración. Concretamente en la cuestión 4.1 se observa que el 41% de los alumnos cree que la profundidad a la que se coloque un cuerpo (una vez sumergido completamente) también influye en el empuje. Unos argumentan que a mayor profundidad mayor es el empuje “porque hay más presión” (24%) y otros opinan (17%) que cuanto más cerca de la superficie esté el cuerpo mayor es el empuje y que precisamente “ese empuje mayor es el que le hace subir más arriba”. Sólo el 38,5% da la respuesta correcta y el 20,5% no contesta.

El 30% cree que la cantidad de líquido del recipiente donde se sumerge un cuerpo influye en el empuje (cuestión 4.2) y en concreto la mayoría de ellos piensa que a más líquido mejor se flota (aún cuando el cuerpo esté totalmente sumergido en ambos casos). El 60% responde correctamente a esta cuestión mientras que el 10% no contesta.

Al igual que en el caso del cuenco de plastilina, en la cuestión 4.3 el error más común de los alumnos (del 26%) es pensar que cuando un objeto se sumerge “tumbado” (con más superficie horizontal) dentro de un líquido sufre más empuje que si se sumerge verticalmente, y solamente de 39% contesta correctamente.

En la cuestión 4.4 se puede apreciar también un error muy común (del 28%) que consiste en interpretar que cuando un cuerpo está sumergido sólo en parte sufre mayor empuje que cuando está sumergido totalmente. Argumentan que cuando algo flota es porque el empuje es grande, sin darse cuenta que, por ejemplo, una pelota de pin-pong cuando flota sobre el agua sufre un empuje pequeño pero suficiente para contrarrestar su peso, y que cuando la sumergimos por completo dentro del agua y la soltamos subirá porque el empuje es mayor que el peso.

En la cuestión 5 se observa también la idea que para que algo flote el empuje tiene que ser grande, incluso mayor que el peso (el 51,5%). Los alumnos no son conscientes que mientras el empuje supere al peso del

cuerpo éste seguirá ascendiendo, y a medida que el cuerpo vaya sobresaliendo del agua, irá disminuyendo el empuje. Cuando el cuerpo esté finalmente flotando ambas fuerzas se habrán contrarrestado.

Hasta aquí hemos podido verificar que incluso cuando los alumnos conocen teóricamente algún concepto o fenómeno científico, no saben aplicarlo correctamente en situaciones concretas. En el caso que hemos investigado, parece como si para muchos alumnos la definición de la ley del empuje no tuviera un significado claro, o bien no lo aceptarían en aquellos casos concretos en los que va en contra de sus ideas intuitivas y/o de sus pautas de razonamiento inadecuado. En concreto, una pauta de razonamiento muy común que hemos observado es aquella en la que se relaciona una mayor causa con un mayor efecto (ej.: a más profundidad, mayor empuje; a más superficie, mayor empuje; cuanto más cantidad de fluido, mayor empuje; si flota más, mayor empuje,...).

Trabajos en grupo

A la vista de lo observado creímos que podía ser interesante poner en práctica con los alumnos un método de enseñanza activo, basado en el trabajo en grupo guiado por el profesor y en la discusión y el debate, con el fin de conseguir el cambio conceptual.

Para ello organizamos dos sesiones de prácticas de dos horas cada una. En la primera los alumnos debían realizar una serie de actividades didácticas sencillas relacionadas con la flotación; durante la segunda primeramente se aclararían, mediante el debate y la puesta en común, las ideas erróneas que hubieran persistido después de la primera sesión y posteriormente se utilizarían las nuevas ideas para dar explicación a situaciones cotidianas diversas, con el fin que pudieran apreciar su utilidad y consiguieran una mejor retención de las mismas.

Primera sesión

Durante la primera sesión se proporcionó a los grupos de trabajo material didáctico sencillo como dinamómetros, cilindros metálicos de distinto peso y de igual o distinto volumen, recipientes con distintos líquidos (agua, alcohol, agua salada), plastilina,... y fotocopias con los esquemas de las actividades que tenían que realizar y sobre las que debían debatir y sacar conclusiones. Las actividades estaban encaminadas a comprobar la existencia del empuje que ejercen los líquidos, a observar su dependencia con la densidad del líquido y el volumen sumergido del cuerpo y a verificar que la magnitud del empuje es igual al peso del fluido desalojado. Además, utilizando cilindros metálicos de igual volumen y distinta densidad, del mismo material y distinto volumen, y algunos otros materiales como trozos de plastilina, debían hacer una serie de actividades para constatar que una vez sumergido todo el cuerpo, la profundidad no cambia el valor del empuje, al igual que sucede con la densidad y el peso del cuerpo y con la superficie horizontal del mismo.

Al final de la sesión se pidió a los alumnos que volvieran a contestar a las preguntas del test inicial (esta vez por grupos) y comprobamos que muchos grupos volvían a tener problemas ya que no se ponían de acuerdo y dudaban a la hora de elegir las respuestas correctas.

El porcentaje de aciertos fue mayor que en los casos anteriores pero tampoco fue todo lo alto que se esperaba. Sobre todo en las preguntas 3 y 4 se observaba la persistencia de las ideas intuitivas en conflicto con las ideas científicamente aceptadas. También en la pregunta 5 se detectó un escaso número de respuestas correctas, seguramente debido a que con frecuencia solemos decir, incluso en los libros de texto, que cuando un cuerpo “flota” es porque el empuje es mayor que su peso. Es decir, de nuevo la respuesta, errónea, más contestada fue la c).

Segunda sesión

En la segunda sesión de trabajo comenzamos con una puesta en común para que los alumnos discutieran sobre sus ideas e intentaran encontrar los errores en los argumentos que pretendían justificar algunas respuestas incorrectas. Poco a poco se fueron aclarando las dudas de los alumnos y en concreto todas las cuestiones del test.

Después se les pidió que debatieran sobre una serie de cuestiones en las que se planteaban casos concretos, reales o hipotéticos, donde actuaba el empuje de Arquímedes. Además de los casos citados en la presentación de este trabajo, se trataron otras cuestiones como: ¿pesaríamos más o menos si no hubiera atmósfera?, ¿seguiría equilibrada una balanza, con plomo en un brazo y corcho en el otro, si la introdujéramos en una campana de vacío y extrajáramos el aire?, ¿cómo funcionan los globos aerostáticos?, ¿qué hacen los peces para poder ascender y descender en el agua?, ¿cómo funciona un Ludión (mostrado en el laboratorio)?...

Durante el debate fueron apareciendo diversos conceptos físicos importantes (masa, peso, densidad, presión, tensión superficial, centro de gravedad, centro de carena, par de fuerzas, fuerzas de acción-reacción,

viscosidad, fuerza de rozamiento, tensión superficial), necesarios para dar explicación a los casos que planteábamos y a otros a los que hacían referencia los propios alumnos (¿por qué se flota mejor si se hace “el muerto”? ¿por qué flotan mejor las mujeres? ¿por qué si estás nervioso te hundes más?...). Con frecuencia hubo que aclarar algunos de esos conceptos físicos elementales ya que había alumnos que los confundían (masa-peso, fuerza-presión) o no recordaban el significado de los mismos.

Reflexiones

Durante estas sesiones pudimos observar la dificultad que suponía para muchos alumnos la realización del trabajo que se les pedía. Como ellos mismos reconocían, no estaban habituados a tener que plantearse ellos mismos las estrategias de trabajo, a razonar, debatir y sacar conclusiones por sí mismos. Por ello, al finalizar las actividades quisimos que meditaran sobre su experiencia personal y sobre la conveniencia o no de utilizar métodos activo-guiados de enseñanza-aprendizaje en la escuela primaria.

Muchos de ellos achacaban sus problemas de aprendizaje al hecho de “ser de letras” y de “aborrecer las ciencias y sentirse incapaces de entenderlas”. Otros nos comentaban que no estaban acostumbrados a pensar y razonar porque nunca antes lo habían hecho y se lamentaban que no se les hubiera enseñado ciencia de esta manera ya que “se comprendía todo mucho mejor y se daba uno cuenta de cosas sobre las que nunca antes había pensado”.

En todo momento les quisimos hacer comprender que las capacidades para razonar, debatir, hacer hipótesis, sacar conclusiones, etc., al igual que cualquier otra capacidad de las personas, se deben desarrollar desde la infancia y que ese debería ser uno de sus cometidos en el futuro como docentes.

Postest

Por último, para analizar hasta qué punto los alumnos habían asimilado los contenidos y comprobar la eficacia de este tipo de método de enseñanza-aprendizaje, pensamos que deberíamos volver a evaluar lo aprendido después de haber dejado pasar un cierto tiempo. Por ello, al cabo de dos meses volvimos a pasar el mismo test de detección de ideas previas. Los resultados del mismo aparecen en la última columna (3) de la tabla 1.

Como se puede apreciar, el número de respuestas correctas fue apreciablemente mayor, aunque no tanto como hubiéramos deseado. Por ejemplo, sólo el 50% de los alumnos recordaba perfectamente el enunciado de la ley del empuje, aunque también había otro grupo (el 28%), que en la definición citaban la dependencia existente entre el valor del empuje y la cantidad de volumen sumergido del cuerpo o del fluido desalojado por él.

Los errores más comunes que persistieron después de la realización de la experiencia fueron: el de relacionar el empuje con la superficie horizontal del cuerpo (el 20% de las respuestas a la cuestión nº 2 y en el 17,5% de las de la cuestión 4.4) y el pensar que cuando un cuerpo está flotando la magnitud de su peso es menor que la del empuje que sufre (25%).

CONCLUSIONES

Con la realización de esta experiencia hemos podido constatar que muchos alumnos cuando llegan a la universidad no dominan conceptos básicos que solemos dar por sabidos. A veces, aún conociendo ciertos conceptos, leyes o principios básicos de la física, tampoco son capaces de aplicarlos a situaciones concretas, seguramente porque el aprendizaje de los mismos se realizó de una manera muy teórica y memorística.

Hoy en día parece aceptada la necesidad de un cambio importante en los métodos de enseñanza-aprendizaje, pasando de una enseñanza fundamentalmente transmisiva a métodos basados en el constructivismo (GIL, 1994). En concreto, un modelo guiado-constructivo de enseñanza basado en las interrelaciones entre el docente y los alumnos, y entre los propios alumnos, debería ayudar a la construcción del conocimiento particular. Pero como hemos podido comprobar con los alumnos de Magisterio, estos nuevos métodos se deben empezar a aplicar desde edades tempranas para así poder ir desarrollando poco a poco los hábitos de trabajar en grupo, de razonar, y de investigar para construir activamente significados. De lo contrario muchos alumnos ya adultos, que siempre han recibido una enseñanza tradicional, se sienten impotentes ante tareas que exigen un razonamiento lógico y un descubrimiento personal.

Aún así, los alumnos de Magisterio que realizaron la experiencia que hemos presentado reconocieron que les resultó interesante, dado que les permitió darse cuenta de sus errores de concepto y de las dificultades que tenían a la hora de expresar sus ideas, de razonar y de experimentar y descubrir por sí mismos. Algunos de ellos se lamentaban que en el colegio o instituto no hubieran tenido más ocasiones de poner en práctica este tipo

de método de aprendizaje que, además de ser más ameno que los métodos tradicionales, exige un mayor esfuerzo personal e intelectual, con lo que esto significa para la asimilación de los contenidos y para el desarrollo personal de los alumnos.

También hemos podido constatar la importancia que tiene dedicar un cierto tiempo al debate y a la puesta en común durante y después del trabajo en grupo. “Una comunicación adecuada en clase implica pensar qué se dice y qué se oye, entender la perspectiva del otro y saber lo que piensa para valorar su comprensión y ayudarlo a superar lo que no entiende” (DE LONGHI, 2000). Es decir, con ello se facilita la corrección de las ideas erróneas que persisten en los alumnos y se aclaran las ideas científicas que no han sido capaces de descubrir por sí mismos.

Por otro lado, al aplicar los conceptos aprendidos a distintas situaciones podemos hacer que los alumnos consideren útil lo que aprenden y retengan durante más tiempo lo aprendido.

Por último, queremos insistir en el hecho que con esta experiencia no sólo hemos pretendido conseguir el cambio conceptual de nuestros alumnos en relación con el tema tratado, sino que también hemos querido hacer ver a los alumnos de Magisterio, futuros maestros, que el aprendizaje de las Ciencias no tiene porqué ser algo arduo y aburrido para los niños. Se puede enseñar Ciencias de una manera divertida y amena para despertar en ellos el interés por conocer el medio que les rodea y la curiosidad por saber las causas de los fenómenos que ocurren en él. Así contribuiremos a que los niños vayan desarrollando: una actitud indagadora; el gusto por el conocimiento, por la búsqueda de información y por el intercambio de opiniones; una tendencia a formular hipótesis, a plantearse problemas y a buscar explicaciones y pruebas que las apoyen (D.C.B. 1989); es decir, a formar personas con “espíritu científico”.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRAL, F.M., ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8,3, 244-250, 1990.
- BENLOCH, M., *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Aprendizaje Visor, 1997.
- COOPER SYLVIA, L., In de Footsteps of Archimedes. *Science Teacher*, v. 68, nº 1, 34-35. 2001.
- DE LONGHI, A.L., La construcción del conocimiento: un problema de didáctica de las ciencias y de los profesores de ciencias. *Revista de Educación en Biología*, 3(1), 13-21, 2000.
- DUSCHL, R., La valoración de argumentaciones y explicaciones. Promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 3-20, 1998.
- FURIO MAS, C.J., Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199, 1994.
- FYFE, ANGELA, My first Teaching Experience. *Primary Science Review*, v. 57, 15-17, 1999.
- GIL PÉREZ, D., Diez años de investigación en Didáctica de las Ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 154-164, 1994.
- GOLBY, M., MARTÍN and PORTER, M., Some researchers' understanding of primary teaching. *Research Papers in Education*, 10, 297-302, 1995.
- KRUGER, C.; PALACIOS, D. and SUMMERS, M., An investigation of primary school teachers' conceptions of force and motion. *Educational Research*, 32, 83-95, 1990.
- LAN, BOON LEONG, Don't Run and Shout "Eureka!" Yet. *Physics Teacher*; v. 38, nº 2, 125-26, 2000.
- MERCER, N., *La construcción guiada del conocimiento: el habla de profesores y alumnos*. Paidós, Bs, As, 1997.
- OSBORNE, R.; FREYBERG, P., *El aprendizaje de las ciencias. Influencia de las ideas previas de los alumnos*. Ed. Narcea, 1995.
- PARKER, F., HEYWOOD, D., Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces. *International Journal of Science Education*, v. 22, nº 1, 89-111, 2000.
- PORLÁN, R., Pasado, presente y futuro de la didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185, 1998.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, J., *Aprender y enseñar Ciencias*. Morata, Madrid.
- SALVAT, A., La ley del empuje en los libros de texto. *Cuadernos de Física y Química*. Valencia, IX, 126-131, 1987.
- SALVAT, A., Concepciones de los alumnos universitarios sobre la ley del empuje. *Cuadernos de Física y Química*. Valencia, IX, 105-125, 1987.
- SCONVERS, JIM; TRAUTWEIN, CHUCK. (2000), Putting a Spring in Archimedes' Step. *Science Scope*, v. 23, 14-16, 2000.
- SHE, HSIAO-CHING, Concepts of a Higher Hierarchical Level Require More Dual Situated Learning Events for Conceptual Change: A study of Air Pressure and Buoyancy. *International Journal of Science Education*, v. 24 nº 9, 981-996, 2002.
- SUMMERS, M., Improving primary school teachers' understanding of science concepts-theory into practice. *International Journal of Science Education*, 14, 25-40, 1992.
- Diseño Curricular Base de Educación Primaria*: Ministerio de Educación y Ciencia, 1989.

Anexo

Test sobre el principio de Arquímedes

Curso:

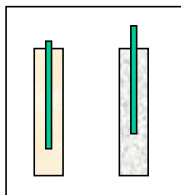
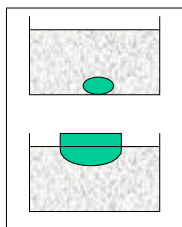
Estudios previos realizados:

Tipo de Bachiller:

Otros estudios (FP,...):

0. Define la ley del empuje (Principio de Arquímedes)

1. ¿Qué característica/s de los líquidos influye/n en el hecho que un mismo cuerpo se sumerja más o menos en distintos líquidos? (véase figura).



2. ¿Por qué se hunde una esfera de plastilina y sin embargo flota cuando se le da forma de cuenco? (véase figura. Razona la respuesta.

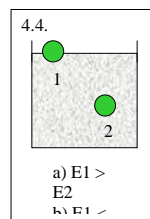
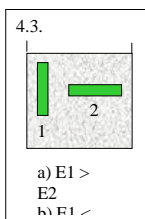
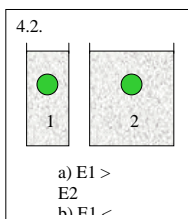
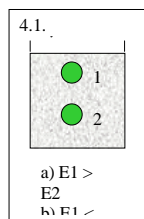
En las siguientes preguntas rodea la respuesta correcta (a, b ó c) y razónala en la otra cara de la hoja (*E significa empuje ejercido por el fluido*).

3. Compara los empujes sufridos por dos cilindros de igual tamaño, uno de hierro y el otro de aluminio (por lo tanto, al ser más denso el de hierro pesaría más que el de aluminio), cuando se sumergen totalmente en el agua.

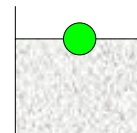
- a) $E_h > E_a$ b) $E_h < E_a$ c) $E_h = E_a$

4. Compara los empujes ejercidos por líquidos iguales sobre un mismo cuerpo en los casos representados en las figuras:

Aclaración: Las posiciones 1 y 2 de los dibujos no tienen porqué ser de equilibrio. Es decir, se puede haber colocado el cuerpo en una de esas posiciones, pero al soltarlo tiende a subir o a bajar.



5. Cuando un cuerpo *está flotando* en el agua:
- su peso es mayor que el empuje
 - su peso es igual al empuje
 - su peso es menor que el empuje



Received 20.06.2003, approved 03.03.2004