

ANÁLISIS DE LA CAPACITACIÓN DEL PROFESORADO EN FORMACIÓN INICIAL PARA RESOLVER PROBLEMAS DE CIENCIAS ASOCIADOS A LA VIDA LABORAL

Analysis of future teacher's aptitude for solving science problems related to everyday life

Josu Maeztu, Teresa Nuño y Lourdes Pérez de Eulate

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales

Resumen

En este trabajo se aborda la problemática detectada como consecuencia del fracaso que presenta gran mayoría del alumnado de la E. U. de Magisterio de Bilbao, futuro profesorado de Educación Primaria (EP), en la aplicación creativa de conocimientos transmitidos en el aula de ciencias, esto es, en la resolución de problemas y en la explicación de fenómenos cotidianos del mundo que nos rodea. Para ello se ha analizado, por un lado, su capacitación en relación a varios tópicos de ciencias incluidos en el Área de Conocimiento del Medio en la EP, presentados en un contexto de ciencia en la vida cotidiana y su autovaloración en relación a su capacitación didáctica para abordarlos en aulas de ciencias escolares y, por otro, la metodología didáctica utilizada en las clases de ciencias que han recibido en etapas educativas previas a la universitaria.

Palabras Clave: *Ciencia, vida cotidiana, formación del profesorado*

Abstract

This paper addresses the problems detected as a result of failure that presents vast majority of pupils of the E. U. de Magisterio de Bilbao, future teachers of Elementary Education (EE), in the creative application of knowledge transmitted in the science classroom, that is, in the resolution of problems and the explanation of everyday phenomena of the world that surrounds us. To this aim, these three aspects have been analysed: their aptitude in relation to several topics of science included in the "Area de Conocimiento del Medio" in EE, presented in a context of science in everyday life, their self-evaluation of their science teaching qualification to approach them in science school and science teaching methodology used in their science classes in stages prior to the university.

Key words: *Science, everyday life, teachers training.*

Correspondencia: Josu Maeztu. E.U. Magisterio de Bilbao.

Ramón y Cajal, 72. 48014 Bilbao (josu.maeztu@ehu.es)

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos prioritarios de la Enseñanza de las Ciencias, y de la Física y Química en particular, es proporcionar una cultura científica a toda la población en edad escolar obligatoria, para tratar de avanzar en la interpretación científica del mundo que nos rodea.

Entre los tópicos de la Educación Primaria podemos citar:

- Los cambios de estado del agua: congelación, fusión, evaporación, ebullición, condensación y sublimación.
- El ciclo de agua.
- La formación y composición de las nubes.
- El origen de distintos fenómenos atmosféricos, tales como la lluvia, el granizo, la nieve, la escarcha y el rocío.
- La presión atmosférica.
- La energía y sus tipos: energías renovables y no renovables.
- Los distintos tipos de centrales eléctricas.
- La combustión de distintos tipos de combustibles (butano, gas natural, carbón, ...) y su relación con el medio ambiente
- La función de las máquinas y sus tipos: la palanca, el plano inclinado y las poleas.
- Las diferencias entre calor y temperatura.
- La determinación de la densidad de los sólidos y la de los líquidos.
- Los criterios de flotación de los cuerpos.
- Las mezclas homogéneas (disoluciones) y heterogéneas.
- ¿De dónde toman el oxígeno los peces al respirar?
- El uso de diferentes aparatos de medida: probeta, termómetro, pipeta, cronómetro, balanza, calibre, cinta métrica, manómetro,...

Sin embargo, el desconocimiento y los errores que tiene el alumnado y el profesorado sobre los tópicos que se analizan, se han puesto de manifiesto en diferentes estudios, tales como:

- Cuando el agua cambia de fase (de gas a líquido o sólido), las partículas disminuyen de tamaño. (Martín del Pozo, 2001).
- La mayor parte de las sustancias puras se contraen en el proceso de solidificación. El fenómeno de solidificación se asocia a una disminución de la masa de la sustancia. (Borseese, Lumbaca y Pentimalli, 1996).
- Cuando el hielo cambia a agua, el agua pesa menos porque el hielo es más pesado que el agua. (Lee et al., 1993).
- La atmósfera ejerce una presión sobre las superficies. (Clough y Driver, 1985).
- La presión es el peso que soporta un cuerpo por la atmósfera u otras causas. (Gallegos Cázares, 1998).
- Trozos de corcho, madera y de hielo flotan con parte fuera y parte sumergida en el agua. (Barral, 1990; Villarroel, 2002).

Por otro lado, también, vamos observando año tras año -y ciertamente no son pocos-, que el fracaso del alumnado que nos llega a la Escuela Universitaria de

Magisterio de Bilbao (EUM de Bilbao) a la hora de explicar fenómenos cotidianos afecta a la inmensa mayoría, incluso a estudiantes que han obtenido notas medias de notable y sobresaliente en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO). En nuestra experiencia docente, tanto con profesorado en formación inicial como en formación permanente, hemos podido conocer su nivel de competencia en estos tópicos. A modo de ejemplo, podemos citar una serie de concepciones alternativas a las científicas recogidas en nuestras aulas.

- Confusión entre el calor y la temperatura: *“...la temperatura es el calor que tienen los cuerpos; ...un cuerpo caliente tiene más calor que un cuerpo frío...”*
- Asociación de fuerza con movimiento (velocidad) en vez de con cambio de movimiento (aceleración). A pesar de que se les ha enseñado la segunda ley de Newton como $F_{\text{resultante}} = \text{masa} \times \text{aceleración}$, piensan en la forma de $F_{\text{resultante}} = \text{masa} \times \text{velocidad}$: ... *“si un cuerpo está parado la $F_{\text{resultante}}$ que actúa sobre él debes ser cero”. “...si se mueve debe actuar una $F_{\text{resultante}}$ en la misma dirección y sentido”; “...a mayor velocidad mayor $F_{\text{resultante}}$ ”, etc.*
- *“Las nubes están formadas por vapor de agua”*, cuando estrictamente, *“las nubes están formadas por vapor de agua”* pero condensado (bien en fase líquida bien en fase sólida).
- *“En el aire hay más oxígeno que nitrógeno”* ya que aquél forma parte de la molécula del agua e interviene en la respiración de los seres vivos, ...
- *“El hielo pesa más que el agua de la cual procede”* ya que los sólidos son más duros/pesados que los líquidos.
- *“Si se derrite el hielo que se encuentra flotando en el mar (la banquisa del Ártico, los icebergs, etc.), su nivel aumentará...”*.

Lo dicho anteriormente es aplicable a la mayoría de los conceptos de Física y Química que se enseñan en la Educación Primaria, dentro del ámbito de Ciencias de la Naturaleza, y estructurados dentro del “Área del Conocimiento del Medio”.

Existe una amplia gama de investigaciones didácticas donde se ha analizado ampliamente el tema de las ideas previas, alternativas o también denominadas errores conceptuales, así como su origen y las causas por las que son tan persistentes e impermeables a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en etapas previas a la universidad. Ciñéndonos a las causas de dichas ideas alternativas, uno de los factores determinantes de este fracaso educativo podemos encontrarlo en la metodología utilizada habitualmente en las clases de ciencias, basada fundamentalmente en la transmisión-recepción de conceptos científicos elaborados y con un modelo de ciencia rígido, estereotipado y androcéntrico. Presentando la ciencia como una construcción acabada, un cuerpo cerrado de conocimientos, que crece por acumulación de las aportaciones individuales de grandes sabios científicos. Los conceptos y las teorías científicas se presentan como si constituyesen una imagen exacta de la realidad. Se presentan en un contexto de justificación, sin relación con el problema que estuvo en su origen (Jiménez, 1996) y no suelen trabajarse en el contexto de aplicación a la vida cotidiana.

Además, en este modelo opera el principio de autoridad, encarnado en el libro de texto y en el papel de la o del docente.

En relación con la metodología didáctica utilizada en los libros de texto, que siguen siendo el recurso didáctico habitualmente utilizado en la educación primaria (EP) y secundaria obligatoria (ESO), encontramos que la aplicación de los conceptos a situaciones cotidianas es, en el mejor de los casos, meramente descriptiva o, bien, se dirige fundamentalmente a facilitar al alumnado la resolución de problemas cerrados, la gran mayoría cuantitativos, con el objeto de que después de una resolución reiterativa de los mismos sean capaces de reconocerlos y resolverlos en una posterior evaluación.

También se constata que la Metodología Didáctica no puede calificarse propiamente de constructivista, se incorpora la terminología y se hacen declaraciones de intenciones, pero su constructivismo queda reducido a la inclusión de algunas actividades típicamente constructivistas. Por ejemplo: actividades de detección de ideas previas.

Lo que debería ser el establecimiento de la relación de cada tema con los anteriores y posteriores, la motivación del alumnado y una presentación clara y explícita de los objetivos, suele quedar reducido a una introducción muy breve, en la que se anuncian a grandes rasgos los contenidos que se van a tratar. Sin embargo, los contenidos conceptuales siguen siendo el motivo central de los textos y la extensión que se les dedica depende más de su importancia dentro de la disciplina, que de su propia dificultad didáctica. Rara vez se tratan sistemáticamente los procedimientos y apenas se trabajan las actitudes (salvo en temas como Energía y Alimentación). Se presentan hechos (fenómenos, situaciones, problemas,...) de los más típicamente académicos y se incorporan algunos nuevos relacionados con la vida cotidiana. Pero ni unos ni otros parecen muy próximos a los intereses del alumnado.

En cuanto a la utilización de la metodología científica, en la mayoría de los casos se siguen planteando trabajos prácticos tipo "receta" y ejercicios típicos, y casi ninguno incorpora pequeñas investigaciones y problemas abiertos. Tampoco se potencia el carácter colectivo de la producción científica, ya que no se dan muchas oportunidades para la interacción entre estudiantes en el aula, pues la mayoría de las actividades que se proponen siguen siendo individuales. Se van incorporando algunas de pequeño grupo, pero las de gran grupo son todavía prácticamente inexistentes (Nuño, Ruipérez y Vázquez, 1998).

Todo ello ha generado, y generará sin duda, actitudes negativas hacia la ciencia en general -y hacia la Física y la Química en particular- tal y cómo reconoce gran parte del alumnado investigado en sus trabajos escritos: *"...estoy enemistada con la ciencia..."; "...me desesperan los números, las fórmulas y todo lo que tenga que ver con esas ciencias..."* "...después de estas clases puedo decir que me he reconciliado con la ciencia...".

Objetivos

Ante esta situación, en esta investigación nos proponemos dos objetivos:

- 1) Demostrar que el nivel de los conocimientos adquiridos por nuestro alumnado, futuro profesorado de Educación Primaria, durante su paso por los distintos niveles previos a su incorporación a la Escuela de Magisterio de Bilbao, no es adecuado para la comprensión e interpretación de muchos aspectos de la ciencia en la vida cotidiana.
- 2) Identificar y analizar algunas posibles causas de esta situación.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El hecho de plantearnos estos objetivos nos lleva a emitir la siguiente hipótesis general:

“Existen graves deficiencias didácticas en la enseñanza habitual de los conceptos científicos en las etapas preuniversitarias, en concreto, en la EP y en la ESO, que influyen en el fracaso generalizado que presenta el profesorado de Educación Primaria en formación inicial cuando trata de resolver diversos problemas o situaciones de fenómenos físico-químicos asociados con las ciencias de la vida cotidiana”.

De esta hipótesis general podemos derivar las siguientes consecuencias contrastables experimentalmente:

- A.1.- La enseñanza de los conceptos de Física y Química en los citados niveles se basa en una simple transmisión verbal de conocimientos ya elaborados (la “ciencia hecha”) por parte del profesorado, los cuales representan el resultado final de la ciencia (la “ciencia acabada”).
- A.2.- En la enseñanza de estos conceptos se ha obviado por completo el proceso de construcción de la Ciencia (la metodología científica).
- A.3.- En la enseñanza de estos conceptos se ha obviado, también, la aplicación creativa de los mismos, esto es, no se han resuelto problemas asociados a la vida cotidiana.
- A.4.- Como consecuencia de esta situación, se obtienen pobres resultados en el aprendizaje significativo de los principales conceptos básicos de Física y Química, tanto en la EP como en la ESO.

La investigación se ha realizado durante el curso 2005-2006 con 41 estudiantes de segundo curso de la E.U. de Magisterio de Bilbao en las siguientes asignaturas:

- “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I (Euskara, Maestro/a en Educación Primaria). N = 26.
- “Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural” (Castellano, Maestro/a en Lengua Extranjera). N = 15

Dicho alumnado ha tenido que estudiar diversos contenidos de Física y Química hasta el tercer curso de la ESO como mínimo. Además, han debido superar las Pruebas de Selectividad para poder matricularse en la EUM de Bilbao.

Con objeto de establecer el nexo causal entre la enseñanza (primera, segunda y tercera hipótesis) y el aprendizaje convencional (cuarta hipótesis) de algunos sencillos conceptos de Física y Química, hemos elaborado un cuestionario para evaluar una serie de aspectos relacionados con su enseñanza habitual (ANEXO I). En él se recogen diferentes enunciados que se relacionan con diferentes dimensiones de la metodología de enseñanza que ha recibido el alumnado. Por ello, los enunciados expresan formas de cómo se han trabajado las ciencias en la escuela y el instituto. Para contrastar la cuarta hipótesis hemos elaborado el cuestionario que se recoge en el ANEXO II. En éste tratamos de evaluar el nivel de asimilación de varios conceptos científicos de la EP y de la ESO.

Justificación del cuestionario para el análisis crítico de la enseñanza habitual

En los BLOQUES I, II y III del ANEXO I se abordan aspectos relacionados con una metodología basada en el paradigma de transmisión-recepción verbal de conocimientos científicos acabados, en relación a tres dimensiones fundamentales para la enseñanza-aprendizaje de la ciencias: TEORÍA, EXPERIMENTACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. En el BLOQUE I (Teoría) evaluamos una serie de estrategias y metodologías que se suelen llevar a cabo dentro del aula, la llamada “teoría”. Así mismo, se incluye una pregunta sobre si se trabaja individualmente o en pequeño grupo, debido a la importancia del trabajo en grupo como forma de trabajar en ciencias y por lo tanto es interesante conocer su experiencia previa en esta habilidad. En el II (Experimentación) se analizan aquellas estrategias y metodologías que se realizan fuera del aula, en concreto las llamadas “prácticas de laboratorio”. Por último, en el III (Resolución de problemas) evaluamos una serie de estrategias y metodologías que se suelen llevar a cabo dentro del aula, en concreto los llamados “problemas”.

En el BLOQUE IV, tratamos de evaluar aspectos relacionados con una metodología basada en el paradigma constructivista de la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos, tales como:

- las ideas previas o preconceptos,
 - emisión de hipótesis,
 - experimentación,
 - aplicación de los conceptos,
- La confirmación, o no, de una enseñanza transmisiva quedara recogida por las respuestas a los enunciados del BLOQUE I.
 - Una mayor importancia a los conceptos frente a los procedimientos, o viceversa, quedará reflejada en los enunciados relacionados con la experimentación (BLOQUE II) y la resolución de problemas (BLOQUE III).
 - La confirmación, o no, de una enseñanza de corte constructivista quedara recogida por las respuestas a los enunciados del BLOQUE IV.

Justificación del cuestionario centrado en el análisis crítico del aprendizaje logrado en la enseñanza habitual

En este cuestionario (ANEXO II) se analizan dos aspectos:

- la autopercepción del propio aprendizaje (preguntas 1 y 2) y
- el aprendizaje en sí mismo (preguntas 3-17). Dentro de este último bloque:
 - las preguntas 3-9 recogen datos sobre el aprendizaje de diferentes conceptos que se recogen en el Diseño Curricular Base de la Comunidad Autónoma Vasca (DCB, 1992).
 - las preguntas 10-15 abordan cuestiones de tipo interpretativo en las que se mide la capacidad de aplicar conceptos.
 - las preguntas 16-17 evalúan la capacidad de medir y la utilización de instrumentos de medida.

En la primera pregunta tratamos de ver cómo se autoevalúan nuestras alumnas y alumnos en lo concerniente al nivel de Física y de Química que han adquirido en sus etapas educativas previas a la universidad.

En la segunda se les pregunta por el grado de seguridad y confianza ante la hipotética, pero futura situación real, de tener que explicar los temas fundamentales de Física y de Química. En estos temas se recogen la gran mayoría de los contenidos conceptuales que se citan en el Diseño Curricular Base de la CAV.

En la tercera se detectan sus conocimientos sobre magnitudes que corresponden a una serie de unidades cotidianas. Obsérvese que la mayor parte de ellas se pueden encontrar en lugares, publicaciones o aparatos totalmente cotidianos, tales como:

- Los manómetros de gasolineras (kg/cm²).
- Los aparatos de medir la tensión sanguínea (mm de Hg).
- Los relojes sumergibles (atmósfera).
- Los termómetros clínicos (°C).
- Las revistas de coches (km/h, CV).
- Los recipientes de bebidas alcohólicas y de productos sanitarios (% de alcohol).
- Las balanzas del mercado (kg).
- El etiquetado de los alimentos (kcal).
- Las facturas de electricidad (kw-h).

En la cuarta, quinta y sexta se trata de obtener información acerca de lo que sucede en el proceso de congelación del agua, que tantas veces se ha estudiado en la Educación Primaria y en la ESO.

En la séptima se aborda el concepto de calor “como una energía en tránsito que tiene lugar entre dos cuerpos que se encuentran a distintas temperaturas, hasta que se alcanza el equilibrio térmico entre ambos”. Este concepto se suele confundir con el de temperatura: “*un cuerpo muy caliente tiene mucho calor* (en vez de temperatura); “*la temperatura es el calor que tienen los cuerpos*”, “*hoy hace mucho calor*”, etc.

En la octava se les pregunta por la composición del aire, que tantas veces se cita en los libros de texto de la Educación Primaria y Secundaria.

En la novena se tratan varios aspectos, a saber:

- Aspectos relacionados con el ciclo del agua, en concreto las diferentes precipitaciones.
- Aspectos relacionados con el aire, en concreto la disolución de un gas (el oxígeno) en un líquido (el agua), y su relación con la respiración de algunos seres vivos: los peces.
- Aspectos relacionados con el calor-temperatura. Para ello, nos valemos de dos cambios de estado del agua: la vaporización (ebullición) y la solidificación.

En la décima se trata de resolver un “problema clásico” pero con una recogida de datos totalmente factible y verosímil en la vida cotidiana (“400 metros en 4 segundos”) y, posteriormente, compararla con un múltiplo de la velocidad (km/h) que no se emplea en el Sistema Internacional de Unidades, pero que es el que más se utiliza en la vida diaria.

En la undécima se trata de averiguar si son capaces de interpretar el resultado de un “problema típico de aula”, pero partiendo de unos datos cotidianos que se pueden leer en cualquier revista de coches o en la prensa (“de 0 a 100 km/h en 4 segundos”).

En la duodécima, se les pregunta acerca de la interpretación de la densidad de un sólido, expresada en unidades del Sistema Internacional de Unidades. Obsérvese que aunque se trata de un sólido, el volumen se expresa en unidades de capacidad correspondientes a los líquidos (litro), tal y como aparece en muchos libros de texto de Primaria y Secundaria.

En la decimotercera, se pregunta por un hecho muy habitual para nuestro alumnado desde la infancia, la flotación, cuya respuesta se basa en la aplicación de dos conceptos que han sido estudiados en varias ocasiones: la atracción gravitatoria de la Tierra y el empuje del agua.

En la decimocuarta, tratamos de ahondar en el concepto de aceleración, usando un valor que han manejado en múltiples ocasiones durante su paso por las aulas preuniversitarias: la aceleración de la caída libre de los cuerpos, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

En la decimoquinta, se analiza la interpretación de un concepto que se oye a diario: la presión atmosférica. La hemos expresado en unidades “cotidianas” (kg/cm^2), bastante más intuitivas que las del Sistema Internacional de Unidades ($\text{Pascal} = \text{N/m}^2$).

En la decimosexta y decimoséptima se trata de averiguar si conocen el uso de dos sencillos instrumentos de medida: el dinamómetro y la probeta, ya que la capacitación científica del profesorado requiere, sin dudas, un mínimo de habilidades en el uso de instrumentos de medida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo hemos pretendido tratar la problemática que se presenta como consecuencia del amplio fracaso en la resolución de problemas o situaciones cotidianas por parte de las y los estudiantes que se encuentran en proceso de formación de “Maestras y Maestros en Educación Primaria”.

Para ello, hemos llevado a cabo la contrastación de una hipótesis por medio de un cuestionario que se ha pasado a nuestro alumnado. Somos conscientes, no obstante, de que esta forma de contrastación debería ser enriquecida por otros métodos y análisis de investigación, tales como: ampliación de la muestra, preparación de entrevistas guiadas tanto a estudiantes como a docentes, grabaciones de sesiones de aula para investigar la importancia de la intervención del profesor y profesora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, cuestionarios dirigidos al profesorado, etc. Sería también deseable tener en cuenta variables que no contempladas, entre otras: sexo, escuela pública o privada, edad del alumnado, modelo lingüístico, etc., e incluso revisar el cuestionario en aras de una posible mejora.

El análisis de los resultados obtenidos se ha realizado bien de cada ítem por separado o, bien, del conjunto, para confirmar o refutar nuestras hipótesis. Asimismo, hemos considerado tanto lo más utilizado por el alumnado como lo menos utilizado, ya que a veces nos interesa resaltar el porcentaje de estudiantes que han utilizado una forma de trabajar en ciencias y en otras ocasiones, por el contrario, resaltaremos la escasez de su uso.

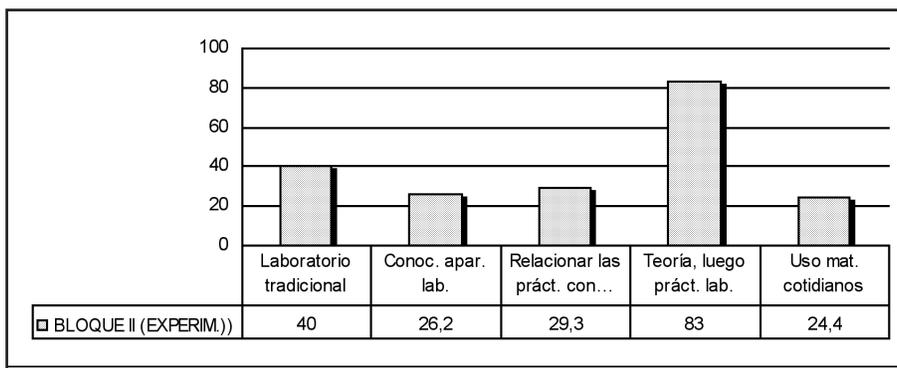
Estrategias de enseñanza

Con respecto a la hipótesis A.1: ciencia hecha y ciencia acabada

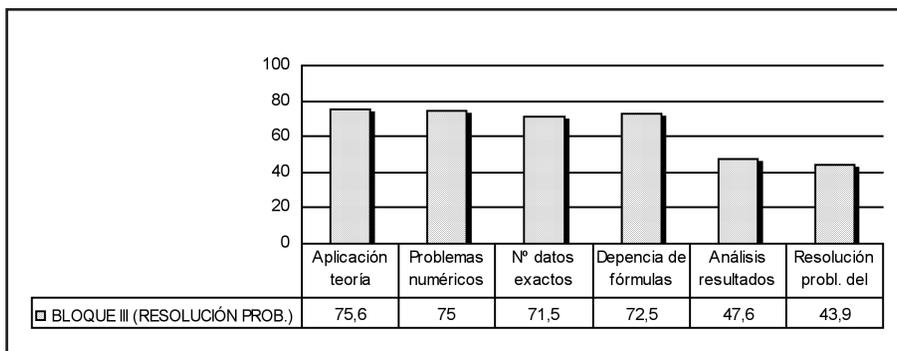
Un 87,8 % reconoce que la metodología vivida en el aula ha sido habitualmente basada en clases magistrales por parte del profesor o profesora, protagonista habitual en el proceso de enseñanza. Además, el “aprendizaje” de los conceptos se ha llevado a cabo de manera individual (70,8 %), usando exclusivamente como recurso el libro de texto (83,3 %), lo que ha conducido, inexcusablemente, a la memorización de los conceptos (81 %) para tratar de superar “las evaluaciones”. Estos datos concuerdan con lo apuntado por Almudí (2001) acerca de la fuerza de la enseñanza transmisiva en la enseñanza actual de la física.

Con respecto a las hipótesis A.2 y A.3: ausencia del proceso de construcción de la Ciencia y de problemas relacionados con la vida cotidiana

Solamente un 40 % ha pasado por un laboratorio tradicional de Física y Química y únicamente un 26,2 % ha conocido los instrumentos del laboratorio. Además, primero han estudiado la teoría en el aula y después han realizado las prácticas del laboratorio (83%), situación que ha desembocado en una ausencia de relación de las experiencias del laboratorio con el mundo que les rodea (70,7 %) y, por ende, de una ausencia del uso de materiales cotidianos en el mismo (75,6 %).



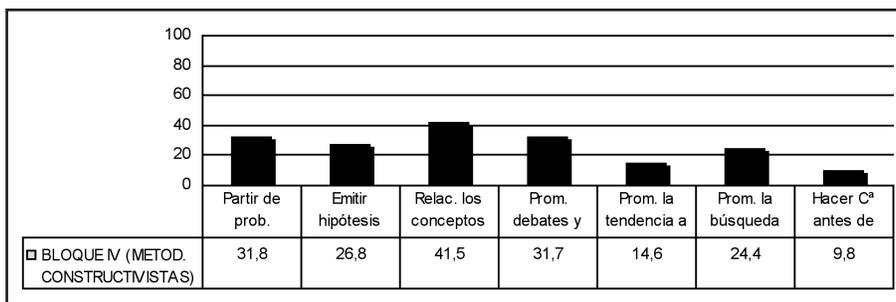
Un 75,6 % reconoce que en primer lugar se “estudia” la teoría y a continuación se ha tratado de resolver los “problemas”, de los cuales la mayoría ha sido de tipo numérico (75 %), en los cuales se suministran el número exacto de datos (71,5 %) para resolverlos con la fórmula adecuada correspondiente (72,5 %). Además, predominan situaciones de tipo cuantitativo (¿”Cuánto vale”?) (56 %) en vez situaciones de tipo cualitativo (¿”Qué sucede”?), de las que únicamente un 47,6 % analiza los resultados obtenidos.



Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en otros estudios, realizados en la Educación secundaria (Martínez Torregrosa, 1987) y en la universitaria (Ceberio, 2004) donde también se observa que se utilizan problemas cerrados olvidándose de los problemas abiertos.

Un 68,2 % no ha partido de problemas concretos para llegar a un conocimiento científico del mundo que les rodea, mientras que un 73,2% no ha emitido hipótesis, habiéndose relacionado en pocas ocasiones los conceptos explicados con su entorno (41,5 %). Además, ha predominado la ausencia de debates y reflexiones en el aula (68,3 %) así como, la de la indagación-descubrimiento por parte del alumnado (75,6 %), lo que lógicamente conduce a una escasa promoción de la búsqueda de información por parte del alumnado (24,4 %) y, también a la ausencia del uso materiales cotidianos (75,6 %). Todo esto ha conducido a que en estos niveles de la enseñanza obligatoria, no se haya hecho ciencia antes de aprenderla de una manera formal (90,2 %).

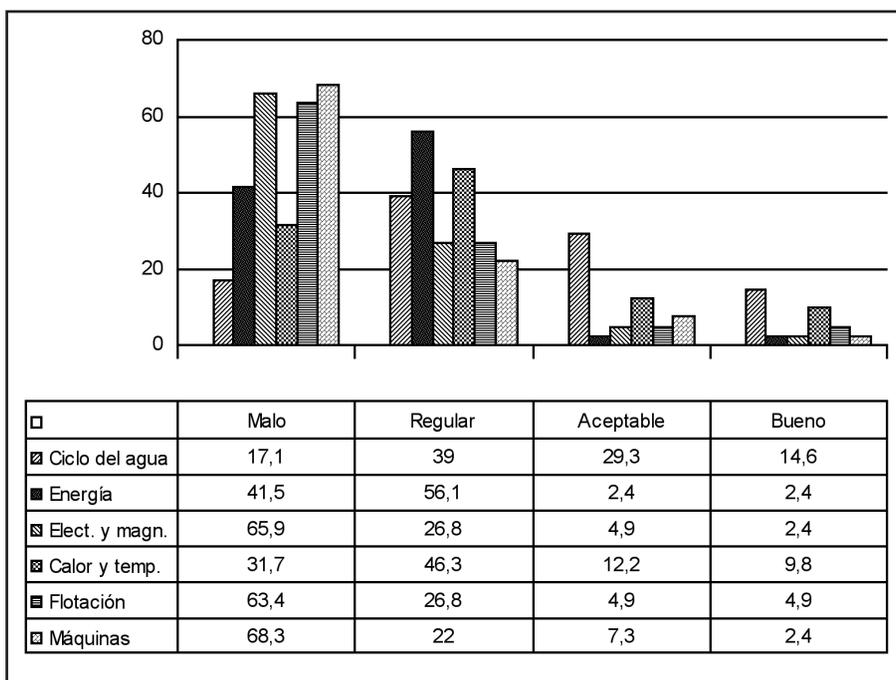
Aprendizaje



Con respecto a la autopercepción del aprendizaje conseguido

En el análisis de la primera pregunta (ANEXO II), un 41,5 % del alumnado que llega a las EU de Magisterio reconoce abiertamente que su nivel de Física y de Química es malo, con lo cual el fracaso ante explicaciones de situaciones cotidianas está garantizado. Un 53,7 % reconoce que es regular; por tanto, la aplicación creativa de sus conocimientos teóricos se va a encontrar con serias dificultades. Únicamente un 4,9 %, podría tener garantía de éxito a la hora de explicar situaciones cotidianas.

Por otra parte, es sorprendente el grado de inseguridad ante su futura actuación en un aula de Primaria que se manifiesta en las respuestas a la segunda pregunta (ANEXO II).



Pensamos que quienes han contestado en los apartados “Regular” y “Malo”, van a fracasar en su futura intervención en el aula ya que, ante tal grado de inseguridad, seguramente recurrirán al libro de texto de la Editorial que tengan asignada siendo, además, el único recurso de enseñanza que van a emplear. Además, propondrán aprendizajes memorísticos para la evaluación de los contenidos teóricos que aparecen en dicho libro. Por otra parte, va a suponer, también, una ausencia total de “espíritu crítico” acerca del contenido del libro de texto, a la hora de adaptar el contenido, así como la redacción y enunciados de muchos conceptos.

Consideramos que quienes han contestado “Aceptable y Bueno” representan un nivel de seguridad/confianza válido para enfrentarse al desarrollo de estos temas de la Educación Primaria, cuyo nivel de contenidos es, por cierto, mucho menor que el que han estudiado, cuando menos, hasta el tercer curso de la ESO.

Son de destacar las respuestas en el apartado “Malo” de los temas de “Electricidad y Magnetismo” (65,9 %), Flotación (63,4 %) y “Máquinas simples y compuestas” (68,3 %), siendo curioso que éste último sea el que peor resultados obtenga de todos, a pesar de ser el que más aplicaciones creativas pueda tener en las situaciones cotidianas, a las cuales se enfrenta nuestro alumnado a diario. Podemos citar: el uso de planos inclinados y cuestas, carreteras de montañas, escaleras normales y de caracol, tornillos, cortaúñas, cascanueces, pinzas, abrelatas...

Esto nos confirma el distanciamiento que ha existido entre los contenidos científicos y el mundo que les rodea y, por tanto, la ausencia de una metodología basada en la transformación del conocimiento cotidiano en conocimiento científico. Pocos y pocas estudiantes citan alguna máquina simple cuando les pregunta por ello en nuestras aulas.

Con respecto al tema Electricidad y Magnetismo (“Malo“, 65,9 %) conceptos tan sencillos como circuito (abierto y cerrado), conductores y aislantes, cortocircuito, resistencia, reóstato, funcionamiento de una bombilla, bombillas en serie y en paralelo, etc., son difíciles de entender utilizando solamente el libro de texto, esto es, sin haber hecho ninguna experiencia para tratar de comprenderlos (tales como la manipulación y el uso de pilas con cables conductores, bombillas, materiales aislantes, etc.).

Con respecto a la flotación de los cuerpos (“Malo“, 63,4 %), tanto enfocada como resultado de la diferencia de densidades entre un sólido y un líquido, como enfocada como el resultado producido cuando el empuje del agua sobre el cuerpo es mayor que el peso de éste, la inseguridad y desconfianza manifestada por el alumnado es lógica ya que el mismo concepto de densidad no ha sido asimilado previamente (ver respuestas de las preguntas 12 y 13. En la superficie el cuerpo sumerge el volumen necesario para que el peso del volumen del agua desalojada (el “empuje”) sea igual a la fuerza de atracción gravitatoria (el peso del cuerpo). No nos deben extrañar los resultados obtenidos, si analizamos cómo se introduce el concepto del empuje en la gran mayoría de los libros de texto, por medio del “Principio de Arquímedes”. Esto es un ejemplo clarísimo de cómo se transmite al alumnado el “resultado final de la Ciencia”, cuestión ésta que analizaremos con mayor detalle en el apartado de conclusiones de este artículo.

También presentan dificultades sobre el empleo de contenidos procedimentales, como el uso de diferentes aparatos de medida tales como el dinamómetro (un 81,5 % no sabe para que sirve) o la probeta (un 73,1 % no sabe para que sirve).

Con respecto al aprendizaje logrado

Pregunta 3: Relación entre unidades y magnitudes

1) Con respecto a las unidades de presión, unidades que podríamos llamar “cotidianas”: kg/cm², atmósfera, mm de Hg,

- el 70,7 % no reconoce el kg/cm² como unidad de presión a pesar de que aparece en muchos manómetros de aire (gasolineras, extintores). Asimismo es de uso común en el inflado de las ruedas de los coches (2 “kilos” de presión, esto es 2 kg/cm²) de las bicicletas (4 “kilos” de presión, esto es 4 kg/cm²), etc.
- el 53,7% no reconoce la atm como unidad de presión a pesar de que aparece en muchos relojes (water resistant: 10 atm, equivalente a unos 100 m de profundidad aproximadamente).
- el 78 % no reconoce el mm de Hg como unidad de presión a pesar de que aparece en muchos problemas relacionados con la ecuación de los gases perfectos ($PV = nRT$) y en la experiencia de Torricelli que sirvió para determinar experimentalmente el valor de la presión atmosférica (presión ejercida por una columna de mercurio de 760 mm de altura = 1,033 kg/cm² = 1 atm). Además cuando nos tomamos la tensión -la sanguínea- el resultado viene expresado en mm de Hg, aunque no se mencione: la alta 120 (mm de Hg), la baja 80 (mm de Hg), por ejemplo.

2) Un 14,6 % no reconoce la unidad de temperatura en la escala Celsius (°C) a pesar de ser de uso generalizado en todos los termómetros,

3) Un 39 % no reconoce la unidad de aceleración (m/s²), a pesar de haber usado el valor de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, en infinidad de problemas.

4) La unidad de potencia (CV) no es reconocida por un 53,76 % aunque frecuentemente aparezcan en todas las revistas y anuncios de coches expresiones del tipo: “*mi coche tiene 150 caballos*”.

5) El 100 % no reconoce la unidad de concentración (% de alcohol) a pesar de aparecer en todas las botellas de vino, de cerveza, y de otras bebidas alcohólicas.

6) Con respecto a la unidad de fuerza (N) en el Sistema Internacional de Unidades un 65,9 % no la reconoce a pesar de que la han usado en infinidad de problemas, si bien es verdad que su uso cotidiano, es decir fuera del aula, sea nulo.

7) Con respecto a la unidad de masa (kg) un 24,4 % no la reconoce (hemos dado por buenas las respuestas de masa y, también las de peso y fuerza) a pesar de que su uso es generalizado, cuando se refiere al peso por lo menos, en la vida cotidiana: 2 kg de patatas, 5 kg de manzanas,... “*me he puesto a dieta y tengo que perder 10 kilogramos de peso...*”.

8) En cuanto a la unidad de calor -o de energía, si se quiere- (kcal) un 78 % no la reconoce a pesar de ser su uso generalizado en el contenido energético de los alimentos.

9) En cuanto a la unidad de densidad, un 87,8 % no la reconoce, a pesar de tener una ecuación de dimensiones ML^{-3} , esto es de masa por unidad de volumen.

10) En cuanto a la unidad de energía (kw-h) un 95,1 % no la reconoce, a pesar de que es la unidad de facturación de la energía eléctrica consumida en nuestro hogar.

Pregunta 4: Conservación de la masa en el cambio de estado (congelación del agua)

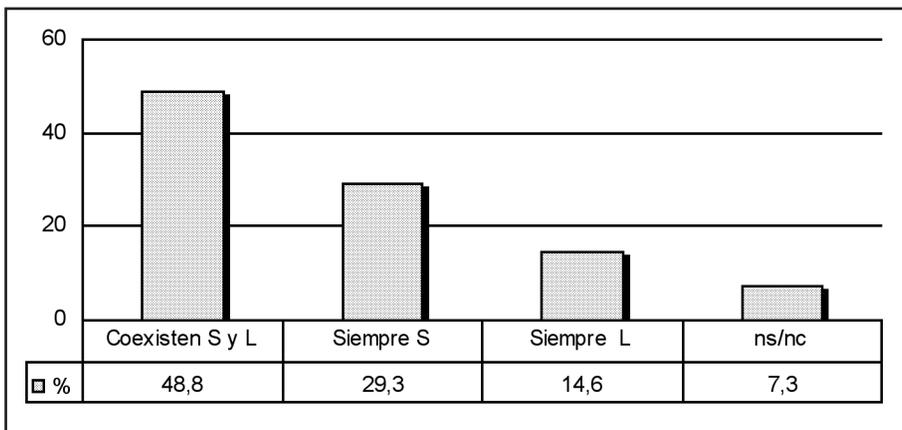
Contesta correctamente el 68,3 %. Del resto, el 21,9 % reconoce que hay una variación en la masa, sin sospechar la variación de la energía que supondría este proceso, de acuerdo con la expresión: $\phi E = m \times c^2$. El 9,8 % no sabe o no contesta.

Pregunta 5: No conservación del volumen en el cambio de estado (congelación del agua)

Contesta correctamente el 56,1 %. Del resto el 31,7 % piensa que el volumen permanece constante y el 4,9 % afirma que el volumen disminuye, sin reparar en que si así sucediese, el hielo no flotaría en agua y se iría al fondo del recipiente, con las consecuencias que ello traería en el caso del hielo y los icebergs que se irían al fondo en los mares del Polo Norte y del Polo Sur.

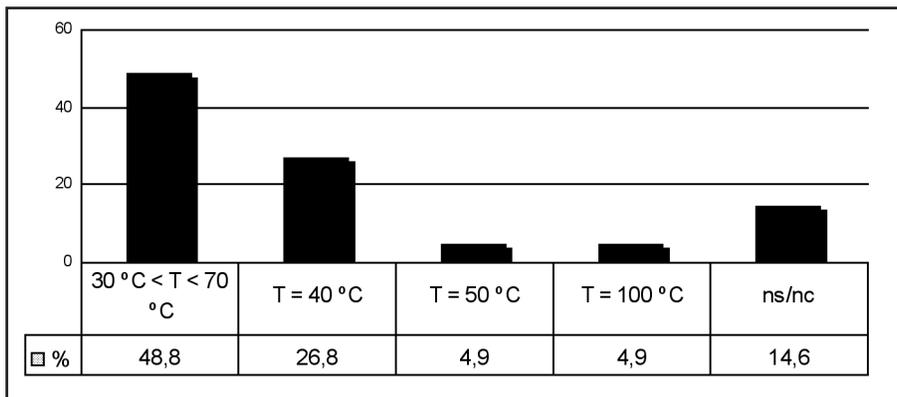
Pregunta 6: Estados de agregación del agua en el cambio de estado (congelación)

Es de resaltar que aunque las dos últimas respuestas sean incorrectas, prevalece el hecho de que a 0 °C el agua está en forma sólida (“hielo”) (29,3%) frente a la de que se encuentra en forma líquida (14,6%).

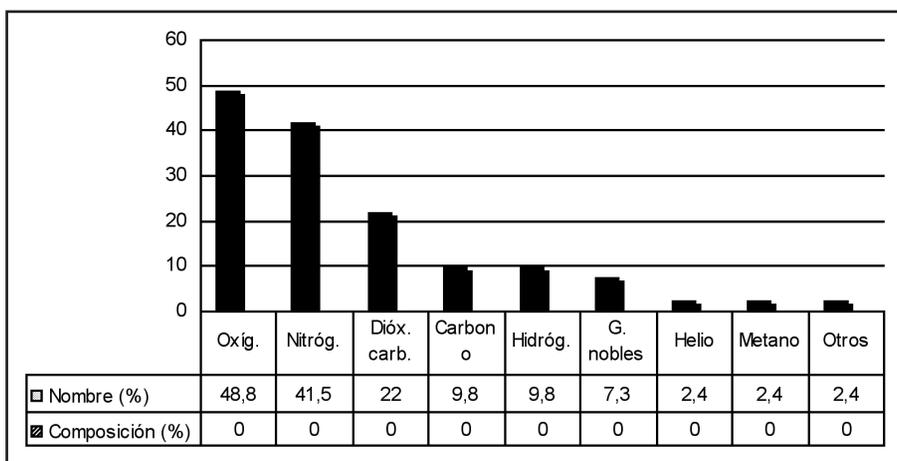


Pregunta 7: Intercambio de energía entre dos sistemas materiales que inicialmente se encuentran a diferentes temperaturas: equilibrio térmico

Como puede verse en el gráfico adjunto, solamente contesta correctamente el 48,8 %.



Pregunta 8: Composición del aire



Pregunta 9: Señala si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones

	V %	F %	ns/nc %
Las nubes están formadas por vapor de agua	95,1	2,4	2,4
La nieve procede del agua de lluvia que se congela	46,3	46,3	7,3
El granizo procede del agua de lluvia que se congela	95,1	2,4	2,4
El rocío procede de la condensación del vapor de agua en la atmósfera	75,6	9,8	19,5
Los peces respiran el oxígeno (O) de la molécula de agua (H ₂ O)	58,5	29,3	12,2
La temperatura de ebullición del agua es siempre 100 °C	61,0	29,3	90,2
La temperatura del hielo es siempre de 0°C	22,0	75,6	7,3
El termómetro sirve para medir el calor de los cuerpos.	56,1	36,6	7,3
Un cuerpo caliente tiene más calor que un cuerpo frío	39,0	51,2	14,6

Pregunta 10: Conversión de unidades de m/s a km/h.

Es de destacar que un 51,2% no contesta y solo un 24,4% contesta bien.

Pregunta 11:

En esta cuestión se plantea un problema cotidiano, que suele aparecer en la prensa con mucha frecuencia (repárese que para la velocidad no se usan las unidades del SI, m/s, sino la “cotidiana” km/h). Aunque no se pida la resolución en sí, se trata de averiguar si saben interpretar el resultado. Pues bien, un 97,6 % no sabe interpretar el resultado de 6,94 m/s², en el sentido de que “*el coche de Fernando Alonso aumenta su velocidad (“acelera”) en 6,94 m/s, cada segundo*”.

Pregunta 12: Densidad

Tan sólo contesta correctamente un 9,8 % y un 75,6 % no responde.

Pregunta 13: Flotación

La respuesta considerada correcta es “porque el agua sostiene al cuerpo” (de la misma forma que una mesa sostiene a un libro que se ha colocado encima de ella) lo que implica que el empuje del agua contrarresta, el peso del cuerpo (Principio “cualitativo” de Arquímedes que haremos mención en el apartado de CONCLUSIONES). Dando por buenas las respuestas que hacen mención a la mayor densidad del agua con respecto a la del cuerpo, solamente ha contestado correctamente el 26,8 %. El 29,3 % contesta mal. Un 43,9 % no contesta. A continuación, citamos algunas respuestas que nos han llamado la atención:

- Por la densidad (4).
- Por el nivel de densidades.
- Por la diferencia de densidades.
- Porque tiene oxígeno o aire en su interior.
- Por contener aire.
- Porque disminuye su peso.
- Porque en el agua pesa menos.
- Porque los cuerpos pesan menos.
- Porque en el agua todos los cuerpos son mas ligeros.

Pregunta 14: Aceleración de la caída libre de los cuerpos (“aceleración de la gravedad”)

A pesar de que las respuestas correctas deberían ser del tipo de “la intensidad del campo gravitatorio (9,8 N/kg)” o si se quiere “la aceleración de caída libre de los cuerpos”, hemos dado por buenas las referidas a “aceleración de la gravedad”, “gravedad en la Tierra / de la Tierra”, etc. Así y todo, un 58,6 % contesta mal o, bien, no contesta, a pesar de ser de uso generalizado en los libros de texto. Se pone en evidencia la gran confusión, propiciada en múltiples ocasiones por los libros de texto, que existe entre los términos: gravedad, gravitación, aceleración de la gravedad, gravedad en la Tierra, gravedad de la Tierra, fuerza gravitatoria,...

Pregunta 15: Presión atmosférica

En esta pregunta se da el valor “cotidiano” de la presión atmosférica.

Únicamente un 2,4% contesta correctamente: “la capa de aire atmosférico ejerce una fuerza de 1,033 kilogramos sobre cada centímetro cuadrado de la superficie terrestre”

Además hemos encontrado algunas respuestas que nos han llamado la atención:

- Cuantos kilogramos de peso hay por cada cm² de la atmósfera.
- Que la atmósfera es 1,033 kg/cm².
- La fuerza que hace la atmósfera.
- Que en 1 cm² hay 1,033 kg
- La fuerza que hace la Tierra sobre la costa.
- Que cada cm² a nivel del mar pesa 1,033 kg.

Pregunta 16: Dinamómetro

Únicamente un 19,5 % contesta bien y un 56,1 % no contesta, por lo que no sería aventurado afirmar que no saben lo que es un dinamómetro, ya que seguramente ni lo han visto, ni lo han empleado nunca.

Pregunta 17: Probeta

Solamente contesta bien un 26,8 %, mientras que un 34,1 % no contesta, por lo que es de suponer que ni conocen el significado de esta palabra. Cabe mencionar que el empleo de probetas es indispensable para determinar densidades de líquidos y de sólidos (como el volumen de agua desplazado por el sólido sumergido), así como para comprender la flotación, basándose en el principio de Arquímedes. Por ello, si no se han utilizado nunca, el fracaso está garantizado.

CONCLUSIONES

Se trabajan exclusivamente contenidos conceptuales, habiéndose fomentado un aprendizaje memorístico poco significativo de los mismos, a la vez que se excluyen aspectos procedimentales, tales como el uso de diferentes aparatos de medida: probeta, termómetro, pipeta, cronómetro, balanza, calibre, cinta métrica, manómetro y actitudinales, muy importantes en el aprendizaje.

Se les transmite el resultado final de la Ciencia -la llamada “Ciencia acabada”- tal y como aparece directamente en los libros de textos, lo que conduce a la ausencia del cómo se debe plantear/abordar un problema o situación.

Es de resaltar la poca funcionalidad del aprendizaje (¿para que sirve lo que hemos aprendido?) de los conceptos que se han tratado de aprender durante la escolarización obligatoria ya que mas de la mitad del alumnado reconoce que ha relacionado poco o nada los conceptos explicados con el mundo que le rodea. Por ello, es fundamental que en esta etapa de aplicación de los conceptos aprendidos se proporcionen al alumnado oportunidades para que puedan usar las nuevas ideas en diferentes contextos, con el objeto de comprobar su utilidad, lo que contribuirá, sin duda, al cumplimiento de la premisa “... *“la Ciencia sirve para explicar el mundo que nos rodea...”*”

Las estrategias de enseñanza de los conceptos relacionados con la Física y la

Química utilizadas por el profesorado Educación Primaria y de la ESO en la clase habitual están basadas, mayoritariamente, en la transmisión de conocimientos elaborados y en la resolución de problemas cerrados cuantitativos. Su objetivo es que sus estudiantes sean capaces de reproducir de una manera escrita o verbal la teoría impartida en clase -la llamada “ciencia oficial”- lo que conduce al fracaso generalizado que presenta la mayoría en la aplicación creativa de los conocimientos transmitidos en el aula, esto es, en la explicación de fenómenos cotidianos del mundo que nos rodea. Esto se pone de manifiesto en el Principio de Arquímedes, enunciado tradicionalmente: “todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del volumen de líquido desalojado”. Para estudiar la flotación, de una forma, cualitativa, como el resultado entre el equilibrio entre dos fuerzas (el más intuitivo, sin lugar a dudas) sería suficiente con emplear al siguiente:

“Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba”. Nota.: ténganse en cuenta, también, el “empuje” vertical hacia abajo que experimenta siempre el cuerpo (la fuerza de atracción de la Tierra o el peso del cuerpo).

Es lo que hemos llamado el Principio “cualitativo” de Arquímedes. ¿Por qué nos empeñamos en presentar en el aula “el resultado final de la Ciencia”, el cuantitativo (... , igual al peso del volumen del líquido desalojado), que no hace más que despistar al alumnado, y a más de algún y alguna docente?

Con relación al aprendizaje logrado, el alumnado presenta dificultades en el aprendizaje de varios conceptos sencillos (¡la mayoría se enseñan en la Educación Primaria!) y concepciones alternativas sobre diferentes aspectos o conceptos tales como:

- Los cambios de estado del agua: congelación, fusión, evaporación/ ebullición, condensación y sublimación.
- El ciclo de agua.
- La formación y composición de las nubes.
- El origen de la lluvia, del granizo y de la nieve.
- La velocidad de los cuerpos y su cambio con el tiempo: la aceleración.
- Caída libre de los cuerpos.
- La presión atmosférica.
- El calor y la temperatura.
- La flotación de los cuerpos.
- La densidad de los sólidos y de los líquidos.
- El proceso de respiración de los peces.
- La fusión del hielo continental y el flotante.

Por último, queremos destacar que nuestro alumnado difícilmente podrá desarrollar una labor docente adecuada, en el ejercicio de la carrera de docente de Educación Primaria, cuando tenga que impartir la enseñanza de los conceptos aquí analizados, si previamente no los han aprendido de manera significativa. Por ello la labor del profesorado de las Escuelas Universitarias de Magisterio debería estar enfocada, cuando menos, a corregir estos desequilibrios conceptuales, procedimentales y actitudinales que se dan en el alumnado en formación.

ANEXO I

En el siguiente listado se presentan una serie de estrategias metodológicas. Puntúa de 1 (= Nada) a 4 (= Mucho) las que identifiques con la situación que has vivido en el aula de Ciencias

ESTRATEGIAS Y METODOLOGÍA	1	2	3	4
BLOQUE I: METODOLOGÍA TRADIONAL				
Clases orales / magistrales por parte del profesor./a				
El protagonista es el profesor./a				
Trabajo individual				
Aprendizaje memorístico				
Dependencia libro de texto				
BLOQUE II: EXPERIMENTACIÓN				
Laboratorio tradicional				
Prácticas tipo recetas				
Conocimiento de los aparatos del laboratorio				
Relación de las prácticas con el mundo que nos rodea				
Estudiar primero la teoría y luego hacer prácticas				
Uso de materiales cotidianos				
BLOQUE III: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS				
Como aplicación de la teoría				
Problemas numéricos				
Dependencia de fórmulas				
Análisis crítico de resultados.				
Tratar de resolver problemas del tipo: ¿qué sucede? en vez de: ¿cuánto vale?				
BLOQUE IV: METODOLGÍAS CONTRUCTIVISTAS				
Partir de problemas concretos para llegar a un conocimiento científico del mundo que nos rodea				
Emitir hipótesis acerca de un hecho concreto				
Relacionar los conceptos explicados con el mundo que nos rodea				
Promover debates y reflexiones en el aula				
Promover la tendencia a indagar-descubrir por parte del alumnado				
Promover la búsqueda de información por parte del alumnado				
Hacer ciencia antes de aprenderla de una manera formal				

ANEXO II

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Sexo: Hombre Mujer
Edad: 18-25 25-30 35-40 45-50 55-60
Estudios realizados: Red pública Red privada
Nivel cursado de Física y Química: Primaria BUP ESO Bachillerato ?
 Universidad

CUESTIONARIO

1.- En tu opinión, tu nivel de conocimiento de la Física y de la Química es

Malo ? Regular ? Aceptable ? Bueno

2.- Imagínate que tuvieses que explicar uno de los siguientes temas en Primaria. Expresa tu grado de seguridad /confianza ante esta situación

Ciclo agua: _____ Malo Regular Aceptable Bueno

Energía: _____ Malo Regular Aceptable Bueno

Electricidad y magnetismo: _____ Malo Regular Aceptable Bueno

Calor y temperatura: _____ Malo Regular Aceptable Bueno

Flotación _____ Malo Regular Aceptable Bueno

Máquinas simple y compuestas: __ Malo Regular Aceptable Bueno

3.- Rellena la siguiente tabla

UNIDAD	MAGNITUD	UNIDAD	MAGNITUD
km/h	Velocidad	% alcohol	
kg/cm ²		N	
atm		kg	
mm Hg		kcal	
°C		J	
m/s ²		g/cm ³	
CV		kw-h	

4.- Introducimos un recipiente con agua en el congelador de la nevera de nuestra casa. Si la cantidad de agua introducida es de 100 g, al día siguiente la masa (o si quieres el peso) del hielo obtenida será

Mayor de 100 gramos. 100 gramos. Menor de 100 gramos.

5.- Introducimos un recipiente con 300 ml de agua en el congelador de la nevera de nuestra casa. Al día siguiente el volumen del hielo obtenido será:

Menor de 300 cm³. Mayor 300 cm³. 300 cm³.

6.- A 0 °C

El agua siempre se encuentra en estado sólido (“hielo”).

El agua siempre se encuentra en estado líquido (“agua”).

Coexisten el hielo y el agua líquida.

7.- Nos queremos preparar un café con leche. Para ello echamos en una taza un poco de café recién hervido. Como está muy caliente, a 70 °C, le añadimos leche templada, que está a 30 °C. La temperatura del café con leche obtenido será:

Mayor de 30 °C pero menor de 70 °C 50 °C 100 °C 40 °C

8.- Rellena la siguiente tabla de composición del aire

NOMBRE del elemento o compuesto	COMPOSICION APROXIMADA (%)

9.- Señala si son verdaderas (V) o falsas (F) las siguientes afirmaciones.

- Las nubes están formadas por vapor de agua _____
- La nieve procede del agua de lluvia que se congela _____
- El granizo procede del agua de lluvia que se congela _____
- El rocío procede de la condensación del vapor de agua en la atmósfera _____
- Los peces respiran el oxígeno (O) de la molécula de agua (H₂O) _____
- La temperatura de ebullición del agua es siempre 100 °C _____
- La temperatura del hielo es siempre de 0 °C _____
- El termómetro sirve para medir el calor de los cuerpos _____
- Un cuerpo caliente tiene más calor que un cuerpo frío _____

10.- La velocidad máxima permitida en las autopistas es de 120 km/h. Con un cronómetro y el cuentakilómetros de nuestro coche hemos observado que ha recorrido 400 metros en 10 segundos. ¿Nos podrán multar por exceso de velocidad?

No, porque _____ Si, porque _____ No lo se, porque _____

11.- En la prensa hemos leído la siguiente noticia: “*El Fórmula 1 de Fernando Alonso acelera de 0 a 100 km/h en 4 segundos*”. Con estos datos se ha preguntado en un aula de la ESO que calculen la aceleración del Formula 1 de Fernando Alonso. El resultado obtenido es de 6,94 m/s². ¿Qué quiere decir esto?

12.- La densidad del aluminio es de 2,7 kg/l. ¿Qué quiere decir esto?

13.- ¿Por qué flota un cuerpo en agua?

14.- $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Este valor se refiere a: _____

15.- La presión atmosférica a nivel del mar es de 1,033 kg/cm². ¿Qué quiere decir esto?

16.- Un dinamómetro sirve para _____

17.- Una probeta sirve para _____

Referencias bibliográficas

- Almudí, J. M. (2001). *Introducción al concepto de campo magnético en primer ciclo de la Universidad; dificultades de aprendizaje y propuesta de enseñanza alternativa de orientación constructivista*. Tesis Doctoral no publicada. Leioa: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Barral, F. M. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 244 - 250.
- Borsese, A., Lumbaca, P., y Pentimalli, R. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 15-24.
- Campanario, J. M. 1998. ¿Quiénes son, qué piensan y qué saben los futuros maestros y profesores de ciencias?: Una revisión de estudios recientes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 33, 141-159.
- Clough, E. E., y Driver, R. (1985). What do children understand about pressure in fluids? *Research in Science & Technological Education*, 3 (2), 133 - 144.
- Diseño Curricular Base. Educación Primaria. Conocimiento Del Medio* (1992). Departamento de Educación, Universidades e Investigación: Vitoria-Gasteiz.
- Gallegos Cázares, L. (1998) *Formación de Conceptos y su relación con la enseñanza de la Física*, Tesis de Maestría no publicada. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (1996). *Dubidar para aprender*. Xerais: Vigo.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., y Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.
- Martín Del Pozo, R. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371.
- Martínez Torregrosa J. (1987). *La resolución de problemas como investigación: un instrumento de cambio metodológico*. Tesis doctoral. Valencia: Universidad de Valencia.
- Nuño, T., Ruipérez, T., y Vázquez, J. (1998). La Reforma en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de la ESO. *Revista de Psicodidáctica*, 5, 115-124.
- Villaroel, J. D. (2002). *La comprensión de las propiedades físicas de la materia: perfiles conceptuales y motivacionales del alumnado de Enseñanza Secundaria Obligatoria*. Tesis Doctoral no publicada. Leioa: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Weberio, M. J. (2004). *La resolución de problemas de Física General en la Universidad: una propuesta didáctica basada en el planteamiento y resolución de situaciones problemáticas abiertas*. Tesis Doctoral no publicada. Leioa: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

José Maeztu es Licenciado en Ciencias (Química). Doctorado en Psicodidáctica, UPV/EHU. Profesor Titular de E.U. del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales (UPV/EHU). Área de investigación: Formación del profesorado de ciencias de educación primaria y secundaria.

Teresa Nuño Angós es Doctora en Ciencias y Catedrática de E. U. del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales (UPV/EHU). Áreas de investigación: Didáctica de las Ciencias Experimentales: Género y ciencia y Educación Ambiental. Ha participado en proyectos de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias en temáticas relacionadas con transversalidad y educación y en la actualidad es miembro del equipo de investigación del Proyecto MEC (Proyectos I+D 2005).

Lourdes Pérez De Eulate es Doctora en Ciencias. Profesora Titular de Universidad del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales (UPV/EHU). Areas de investigación: Didáctica de la Biología y más específicamente los temas relacionados con la enseñanza de la alimentación, tanto en su vertiente fisiológica como dietética.

Fecha de recepción: 08/06/2008

Fecha de admisión: 25/06/2008

**MONOGRAFÍA:
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**