

IDEAS SOBRE LOS CAMBIOS DE ESTADO DE AGREGACION Y LAS DISOLUCIONES EN ALUMNOS DEL 2º CURSO DEL BUP

FERNANDEZ, J.M.¹, TRIGUEROS, T.² y GORDO L.³

(1) Catedrático de Física y Química del I.B. Menéndez Pidal de Avilés.

(2) Agregada de Física y Química del I.B. Menéndez Pidal de Avilés.

(3) Agregada de Física y Química del I.B. Menéndez Pidal de Avilés.

SUMMARY

We have tried to learn from the pupils who start in our school the systematic study of Chemistry, which are their ideas about nature and mass preservation, in relation to changes in substance condition and solution of a solid in a liquid.

We have learnt that a great majority of them have preconceptions about the above mentioned questions, however, those preconceptions do not form a solid and coherent structure, thus showing an important confusion of ideas.

1. INTRODUCCION

La práctica docente nos demuestra que, sistemáticamente, las sucesivas promociones de alumnos del 2º curso del BUP de nuestro centro tienen grandes dificultades para la correcta comprensión de:

- La naturaleza de los cambios de estado de agregación de los cuerpos.
- La conservación de la masa, tanto en los fenómenos físicos como en los químicos.
- La naturaleza del fenómeno de la disolución de un sólido en un líquido.
- Las diferencias, en la formación y propiedades, entre un cuerpo compuesto y una mezcla.
- Que los cuerpos compuestos son sustancias puras.

Hemos intentado averiguar las causas de dichas dificultades para, una vez conocidas, poner los medios necesarios a fin de reducirlas o eliminarlas ya que no es preciso resaltar la importancia de unos conceptos correctos sobre aquellas cuestiones para la comprensión de otros temas que se incluyen en el programa de Física y Química del 2º curso de BUP.

Está perfectamente demostrado por numerosos investigadores la importancia de los preconceptos de los alumnos a la hora de planificar la estrategia de la enseñanza. El tipo de conceptos objeto de nuestro interés nos hacía sospechar de la existencia de ideas preconcebidas en los alumnos ya que «los esquemas de base conceptual, sobre todo en los fenómenos naturales, serán más universales y resistentes al cambio» (Furió Mas, 1986).

Además de tratar de confirmar nuestra hipótesis de la existencia de preconceptos en los alumnos, también nos pareció interesante explorar en un campo que, en comparación con otras partes de la Física y de la Química, no ha sido objeto de mucha atención por parte de los investigadores (Carrascosa Alis, 1983) (Carrascosa Alis, 1985).

2. OBJETIVOS

Intentábamos conocer de los alumnos:

- Con qué clase de fenómenos asociaban hechos tan conocidos para ellos como la solidificación y la vaporización del agua o la disolución de un sólido en un líquido.
- Si estaban seguros que en esos fenómenos se conservaba la masa.
- Si asociaban la formación de disoluciones de sólidos en líquidos con la producción de cuerpos compuestos.
- Si identificaban los cuerpos compuestos como cuerpos puros.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Antes de abordar en la clase el estudio de los estados de agregación de la materia y las disoluciones, temas consecutivos en el programa de Física y Química esta-

Tabla I

Preguntas	1	2	3	4	5	6	7
% Respuestas correctas	78,2	63,4	61,3	50,0	18,5	68,9	63,9
s	2,7	3,1	3,2	3,2	2,5	3,0	3,1
% Respuestas NO LO SE	4,2	5,5	5,0	10,9	3,4	10,1	2,9

blecido en nuestro Centro para el 2º curso del BUP, hemos pedido a 238 alumnos de este curso que contestasen a las preguntas que figuran en el Apéndice I. Las preguntas, de respuestas cerradas y opción múltiple, incluyen la contestación «No lo sé» para tratar de eliminar la aleatoriedad de las respuestas.

Por la importancia que pueda tener en el análisis de las respuestas, señalamos que desde los comienzos del curso los alumnos habían sido instruidos sobre las características específicas tanto de los fenómenos físicos como de los fenómenos químicos.

4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En la Tabla I se recogen los porcentajes de respuestas correctas en cada pregunta, la desviación estandar, s, y el % de alumnos que en cada pregunta han respondido con la opción (d) «No lo sé».

4.1. Cambios de estado

Como se observa en la Tabla I, la pregunta 1ª es la que ha obtenido mayor % de respuestas correctas. En cambio, el porcentaje de aciertos a la pregunta 3ª ha descendido prácticamente en 17 puntos con relación a aquella; mientras que el % de respuestas con la opción (d) es bastante similar en ambas preguntas. No cabe

duda que la vaporización presenta bastante más dificultades, para ser identificada como un fenómeno físico, que la solidificación.

Hemos averiguado el % de alumnos que han contestado con la misma respuesta a las preguntas 1ª y 3ª, Tabla II. Como puede observarse, el número de alumnos que tiene claro cuál es la naturaleza de los cambios que sufren los cuerpos al solidificarse o vaporizarse no es muy superior a la mitad de los encuestados. Sin embargo, el % de los que responden a las dos preguntas con la opción (d) es bastante bajo; lo que indica que son pocos los alumnos que no tienen formada una idea sobre qué clase de fenómeno es la solidificación o la vaporización.

A la vista de los resultados expuestos en las Tablas I y II, está claro que existe en los alumnos encuestados una notable confusión acerca de la clase de fenómeno que experimenta un cuerpo cuando se solidifica o se vaporiza, circunstancia que también ha sido puesta de manifiesto por Llorens y Llopis (1985).

4.2. Disolución de un sólido en un líquido

En la Tabla I vemos que el % de respuestas correctas a la pregunta 5ª ha sido más bajo de todas las preguntas, con gran diferencia sobre el resto. No obstante, el porcentaje de respuestas a esta pregunta con la op-

Tabla II

Preguntas 1 y 3	a	b	c	d
% Respuestas	57,1	12,6	0,4	3,4

Tabla III

Pregunta 5	a	b	c	d
% Respuestas	18,5	76,4	1,7	3,4

ción (d) es uno de los más bajos obtenidos en la encuesta. Los alumnos, aunque en su gran mayoría equivocados, poseen una idea sobre el fenómeno en cuestión.

En la Tabla III se presenta el % de alumnos que han respondido a la pregunta 5ª con la distintas opciones que se les ofrecían. De acuerdo con los datos de esta Tabla, más de las tres cuartas partes de los encuestados asocian la disolución de un sólido en un líquido con un fenómeno químico, y el % de respuestas «No lo sé» es inferior al obtenido en las preguntas 1ª y 3ª.

Observando los datos de la Tabla I referentes a las preguntas 1ª, 3ª y 5ª, y los de la Tabla III se aprecia una tendencia de los alumnos a asociar con los fenómenos físicos aquellos cambios que no impliquen la «desaparición» de algún cuerpo y, por el contrario, la «desaparición» de cuerpos va asociada a la producción de fenómenos químicos. (¿Es posible que el alto % de alumnos que identifican la disolución de la sal en agua con un fenómeno químico se deba a que los ejemplos de fenómenos químicos que hasta el momento les han sido propuestos implicaban la intervención de un líquido y un sólido que «desaparece»?).

4.3. Conservación de la masa

Podemos observar a partir de los datos de la Tabla I: Las preguntas 2ª, 4ª y 6ª son las que han obtenido los mayores porcentajes de respuestas «No lo sé», destacando la pregunta 4ª.

Tanto en el caso de la solidificación como en el de la vaporización es significativamente inferior el % de alumnos que están seguros de que en esos cambios de estado se conserva la masa que los que han identificado correctamente el fenómeno. No hay correlación fenómeno físico-conservación de la masa.

Nos parece sorprendente el % de respuestas correctas a la pregunta 6ª, superior a los de la 2ª y 4ª, teniendo en cuenta que la disolución de la sal en el agua ha sido identificada por la gran mayoría como un fenómeno químico y que los alumnos están menos familiarizados con esta clase de fenómenos.

Observando los porcentajes de respuestas correctas a las preguntas 2ª, 4ª y 6ª, vemos que entre los correspondientes a las preguntas 2ª y 6ª no hay una diferencia grande, lo que no ocurre entre cualquiera de estos y el correspondiente a la pregunta 4ª. Una explicación de estos resultados podría ser la siguiente: para los alumnos la circunstancia de que, tanto en la solidificación del agua como en la disolución de la sal en dicho líquido, los cuerpos que sufren un fenómeno, sea éste físico o químico, permanezcan en el mismo recipiente es condición necesaria y suficiente para que se conserve la masa. O bien, de acuerdo con Furió Mas, (1983), el resultado de la pregunta 4ª se debe a que en esta etapa del desarrollo del conocimiento de los alumnos éstos consideran, quizás debido a que para ellos el término gas o vapor implica ligereza, pesar poco, que

el paso de líquido a gas lleva consigo el que el cuerpo se convierte en más ligero y, por tanto, pesa menos, teniendo en cuenta la identificación que hacen de masa con peso y de éste con sustancia condensada.

En la Tabla IV se recoge el % de alumnos que han contestado con la misma opción a las preguntas 2ª y 4ª. Vemos que el porcentaje de alumnos que ha contestado correctamente a las dos preguntas ha descendido apreciablemente en relación con los resultados aislados para cada una de las preguntas citadas. Lo mismo ocurre con el % de los que han contestado con la opción (d).

Sin embargo, los porcentajes de respuestas correctas y de respuestas «No lo sé» aún descienden mucho más si averiguamos el % de alumnos que han contestado con la misma opción a las preguntas 2ª, 4ª y 6ª. Tabla V. Estos resultados indican que, salvo una tercera parte que tienen las ideas claras sobre la conservación de la masa en los fenómenos propuestos, la mayoría de los encuestados tienen ideas muy confusas sobre la conservación de la masa, tanto en los fenómenos físicos como en los químicos. En el caso concreto de la disolución de la sal en agua, los resultados obtenidos por nosotros son bastante distintos de los obtenidos por Piaget sobre la disolución de azúcar en agua (Piaget, J. e Inhelder, B. 1985); diferencia que resulta más notable si tenemos en cuenta las distintas edades de los encuestados en uno y otro caso.

Tabla IV

Preguntas 2 y 4	a	b	c	d
% Respuestas	42,4	2,1	2,9	3,4

Tabla V

Preguntas 2, 4 y 6	a	b	c	d
% Respuestas	32,4	-	-	2,1

4.4. Identificación de mezcla homogénea con cuerpo compuesto

En la Tabla I se observa que el % de respuestas correctas a la pregunta 7ª no se aparta mucho de los correspondientes a la mayor parte del resto de las preguntas. Sin embargo, los datos de la tabla III indican que para la mayoría de los alumnos la formación de una mezcla homogénea es un fenómeno químico.

Tabla VI

Pregunta 7	a	b	c	d	b y c
% Respuestas	0,4	14,7	63,9	2,9	18,1

También es digno de resaltar que en la pregunta 7ª donde se obtiene el menor % de respuestas «No lo sé», lo que demuestra que la mayoría de los encuestados tiene formada una idea sobre el hecho que se les presenta.

En la Tabla VI se indica el % de alumnos que contesta a la pregunta 7ª con las diferentes opciones. En la última columna (b y c) se recoge el porcentaje de los encuestados que han respondido a esta pregunta escogiendo tanto la opción (b) como la (c), por tanto en las columnas 2ª y 3ª de esa Tabla figuran los porcentajes de alumnos que responden a esta pregunta sólo con la opción (b) o con la (c), respectivamente.

Teniendo en cuenta los datos de las Tablas III y IV se constata que, a pesar de que la mayoría de los alumnos considera la disolución de un sólido en un líquido como un fenómeno químico, sólo el 14,7% admite que en ese proceso se ha producido un cuerpo compuesto y los que opinan que se ha producido un cuerpo puro es un porcentaje ínfimo.

Por tanto, para la mayoría de los encuestados cuando tiene lugar un fenómeno químico se origina una mezcla, que para ellos no es sinónimo de cuerpo compuesto como se deduce del porcentaje recogido en la última columna de la Tabla VI. Estos resultados parece que no concuerdan con los obtenidos por Caamaño y otros (1983).

4.5. Identificación de cuerpos compuestos como cuerpos puros

Los datos de la Tabla VI indican claramente que en el momento de realizar la encuesta, para prácticamente todos los alumnos, no existía ninguna relación entre cuerpos puros y cuerpos compuestos. Es más, vis-

to el porcentaje de respuestas a esta pregunta con la opción (a), parece que los conceptos cuerpo puro y cuerpo compuesto se excluyen mutuamente, si un cuerpo es compuesto no puede ser puro. Los muchachos encuestados, como dice Giordan (1982), «no admiten la contradicción».

5. CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto parece deducirse que la mayoría de los estudiantes encuestados:

- Poseen ideas preconcebidas sobre las cuestiones planteadas puesto que son bajos los porcentajes de respuestas «No lo sé» a las distintas preguntas.
- No han hecho uso, o los han olvidado, de los criterios que se habían expuesto en clase para la identificación y diferenciación de los fenómenos físicos y químicos.
- Poseen una notable confusión sobre la naturaleza de los cambios de estado de agregación de los cuerpos.
- Tienen ideas bastante confusas acerca de la conservación de la masa en los fenómenos físicos y/o químicos.
- Consideran la disolución de un sólido en un líquido como un fenómeno químico.
- Asocian la formación de mezclas con los cambios químicos.
- No sólo no aprecian ninguna implicación entre cuerpo compuesto y cuerpo puro, sino que ambos atributos no pueden corresponder al mismo cuerpo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAAMAÑO, A., MAYOS, C., MAESTRE, G. y VENTURA, T., 1983 Consideraciones sobre algunos errores en el aprendizaje de la Química en el Bachillerato *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. I (3), pp. 198-200.

CARRASCOSA ALIS, J., 1983, Errores conceptuales en la enseñanza de las Ciencias: Selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. I (1), pp. 63-65.

CARRASCOSA ALIS, J., 1985, Errores conceptuales en la enseñanza de la Física y Química: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. III (3), pp. 230-234.

FURIO MAS, C.J. y HERNANDEZ PEREZ, J., 1983, Ideas sobre los gases en alumnos de 11 a 15 años. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. I (2), pp. 83-91.

FURIO MAS, C.J., 1986, Metodologías utilizadas en la detección de dificultades y esquemas conceptuales en la enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. IV (1), pp. 73-77:

GIORDAN, A., 1982, *La enseñanza de las Ciencias* (Siglo XXI, Madrid).

LLORENS MOLINA, J.A. y LLOPIS CASTELLO, R.,

1985, Diseño de pruebas para la caracterización del perfil cognitivo de los alumnos que comienzan el estudio de la Química en las enseñanzas medias. I Congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas. Barcelona 25 a 28 de Septiembre.

PIAGET, J. e INHELDER, B., 1985, *El desarrollo de las cantidades en el niño* (Istmo. Madrid).

APENDICE I

En cada pregunta, subraya las contestaciones que tu creas son las correctas.

Atención: Si crees que en alguna pregunta hay más de una respuesta correcta, por favor, indicalo subrayando todas esas respuestas.

1ª. — Si enfrías 20 grs de agua líquida hasta convertirla en hielo: a) se ha producido un fenómeno físico; b) se ha producido un fenómeno químico; c) se ha producido un fenómeno meteorológico; d) no sé qué se ha producido.

2ª. — Con aquellos 20 grs de agua líquida has obtenido: a) 20 grs de hielo; b) más de 20 grs de hielo; c) menos de 20 grs de hielo; d) no sé cuántos gramos de hielo he obtenido.

3ª. — Si aquellos 20 grs de agua líquida los calientas obtienes vapor, teniendo lugar un fenómeno: a) físico; b) químico; c) meteorológico; d) no lo sé.

4ª. — Cuando has convertido los 20 grs de agua líquida en vapor, la masa de vapor será: a) 20 grs; b) más de 20 grs; c) menos de 20 grs; d) no lo sé.

5ª. — Si a un vaso que contiene 50 grs de agua líquida le añades 2 grs de sal de cocina y agitas hasta que la sal desaparezca de tu vista, se ha producido: a) un fenómeno físico; b) un fenómeno químico; c) un fenómeno mágico; d) no lo sé.

6ª. — Cuando añadiste a los 50 grs de agua líquida los 2 grs de sal de cocina y agitaste hasta que la sal desapareciera de tu vista, lo que resulta tiene una masa de: a) 52 grs; b) más de 52 grs; c) menos de 52 grs; d) no lo sé.

7ª. — Cuando añadiste a los 50 grs de agua líquida los 2 grs de sal de cocina y agitaste hasta que desapareciera de tu vista la sal, se ha producido: a) un cuerpo puro; b) un cuerpo compuesto; c) una mezcla; d) no lo sé.