

ENSEÑANZA DE UN MODELO SOBRE DISOLUCIONES EN EL CONTEXTO DEL CONSUMO DE AGUA DE BEBIDA ENVASADA

Francisco Rodríguez-Mora
Universidad de Málaga

Ángel Blanco-López
Universidad de Málaga

RESUMEN: En este trabajo se presenta una secuencia de actividades para la enseñanza de un modelo de disolución utilizando el consumo de agua de bebida envasada como contexto educativo, que fue llevada a la práctica con un grupo de 25 estudiantes del tercer curso de la Educación Secundaria Obligatoria. Los resultados obtenidos al valorar la capacidad de los estudiantes para describir y explicar el proceso de disolución muestran distintos niveles de desempeño en las diferentes etapas del proceso, concluyéndose que la descripción y explicación del fenómeno de disolución utilizando un modelo de partículas no fue una tarea fácil para los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: modelo, disolución, enseñanza en contexto, agua envasada.

OBJETIVOS: Presentar una propuesta de actividades para enseñar un modelo sobre disoluciones en un contexto de enseñanza relacionado con el consumo de agua de bebida envasada. En segundo lugar, mostrar los resultados obtenidos sobre el nivel de desempeño de los participantes cuando describen y explican el proceso de disolución de un cristal de sal en agua con la ayuda de un modelo de partículas presentado en forma gráfica.

MARCO TEÓRICO

Podemos decir que las disoluciones pertenecen por igual al mundo de la química y al de la vida cotidiana, por lo que su estudio se considera relevante para que el estudiante comprenda el entorno que lo rodea. En el ámbito curricular conforman un núcleo de contenidos de especial interés para una adecuada comprensión de la química, y de la ciencia en general, por lo que su aprendizaje se considera básico desde los niveles iniciales de la educación obligatoria (Blanco, 2000). No obstante, su estudio encierra importantes dificultades de comprensión (véase la revisión realizada por Çalik, Ayas y Ebenezer, 2005), sin olvidar la influencia de algunas de las concepciones alternativas o ideas previas de los estudiantes en el aprendizaje de este tópico escolar (Selley, 2000).

Los modelos desempeñan un importante papel para la correcta interpretación de las disoluciones (Holding, 1987). Así, no es ajeno para los docentes de ciencias planificar en el aula actividades que

hagan uso de modelos, –entendidos como herramientas para ayudar a los estudiantes a la comprensión y explicación de fenómenos que no pueden ser directamente observables como puede ser, a escala submicroscópica, el proceso de disolución–, así como de actividades de modelización para una mejor comprensión de los contenidos de ciencia, y en particular, de química (Justi, 2006; Oliva *et al.* 2015).

Por otro lado, y en el marco de un aprendizaje significativo, se muestra necesario que el estudiante dote de sentido y encuentre utilidad a aquello que se le enseña en el aula (Caamaño, 2005). Así, los enfoques de enseñanza de las ciencias basada en contexto (Gilbert *et al.*, 2011), y más concretamente, el uso de situaciones y problemas de la vida cotidiana como escenarios donde desarrollar los contenidos de ciencia, se vienen utilizando por parte de los docentes para mejorar sus clases de ciencias y para el desarrollo de la competencia científica (Marchán y Sanmartí, 2014).

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación que aquí se presenta se enmarca en el diseño, implementación y análisis de una propuesta de trabajo, en forma de secuencia didáctica, dirigida al alumnado del tercer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), que plantea cómo relacionar contenidos del currículo de Física y Química, en nuestro caso el estudio de las disoluciones, con situaciones relevantes del contexto del consumo de agua de bebida envasada (Rodríguez-Mora, 2016). Este proceso requirió, por un lado, de un desarrollo iterativo de varios ciclos basado en el enfoque metodológico de las investigaciones de diseño (DBRC, 2003), así como de la descripción pormenorizada de las situaciones observadas en el aula a través de estudios de caso (Yin, 1989).

Se muestra evidente que comprender el “agua de bebida envasada” como sistema material necesita que el estudiante conozca y maneje una serie de conocimientos relacionados con las disoluciones (Fuertes *et al.*, 1999). Así, profundizar en el estudio de la composición química de un tipo de agua mineral requiere analizar cómo las sales quedan disueltas en el agua, lo que nos lleva a plantear la explicación del proceso de disolución. Por otro lado, y puesto que las disoluciones son sistemas homogéneos en los que no es posible apreciar los componentes de la mezcla, se muestra necesario utilizar modelos científicos para poder entender qué sucede durante esta transformación, esto es, para explicar, a escala submicroscópica, cómo y por qué se disuelven ciertas sustancias en agua.

Dado que “el agua de bebida envasada” como sistema químico presenta un buen número de sustancias disueltas se decidió focalizar la atención exclusivamente en el proceso de disolución de la sal común, un componente habitualmente presente en este tipo de aguas que constituye, por otro lado, una sustancia de uso cotidiano bastante conocida por los estudiantes. En la tabla 1 se describen las actividades que muestran cómo se abordó con los estudiantes el tratamiento de un modelo para la disolución de la sal común en agua, como parte de una secuencia más amplia sobre el consumo de agua de bebida envasada (Rodríguez-Mora y Blanco, 2015).

Tabla 1.
Secuencia de actividades para la explicación del proceso de disolución

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES
A1. Necesidad de los modelos para la explicación de fenómenos científicos.
A2. Análisis de distintas acepciones que el término “modelo” presenta en la vida diaria y en la ciencia. Conocer sus significados en el contexto científico.
A3. Utilización progresiva de diversos modelos escolares.
A31. Visualización de animaciones para interpretar la estructura interna de la sal común y del agua líquida. Posteriormente, descripción de las ideas básicas del modelo presentado.
A32. Lectura de un texto científico y visualización de animaciones sobre el proceso submicroscópico de disolución de la sal común en agua. Identificación de los factores clave del modelo presentado.

Se comenzó la intervención (A1) poniendo de manifiesto la importancia de los modelos y la necesidad de recurrir a ellos para explicar y comprender fenómenos que no pueden ser observados directamente (en nuestro caso, el proceso de disolución a escala submicroscópica). Se consideró, igualmente importante, hacer conscientes a los estudiantes de la polisemia de la palabra modelo (A2), ayudando a reconocer sus posibles significados y usos diferentes de acuerdo al contexto elegido (cotidiano y científico), desde la premisa de que el manejo correcto de este término en la terminología científica solo es posible si se conocen sus diferentes acepciones en entornos más familiares.

Para la explicación gradual del proceso de disolución de la sal común en agua, se comenzó con el uso de modelos dinámicos de partículas para representar las estructuras internas de las sustancias participantes (A31)¹. Se perseguía poner de manifiesto que el proceso de disolución iba a depender no solo del soluto o del disolvente, sino de la interacción de ambos. Los estudiantes debían recoger en una tabla los aspectos esenciales del modelo en cuanto a la organización y movimiento de “las partículas de sal y agua”, como se presenta, a modo de ejemplo en la figura 1.

Sustancia	Partículas	
	Organización	Movimiento
Sal común (sólido)	estructura ordenada	de vibración
Agua (líquido)	estructura más desordenada	moleculas de agua en continuo movimiento.

Fig. 1. Respuesta de un estudiante sobre los aspectos básicos del modelo de partículas

Como actividad final (A32) se trabajó con los estudiantes un texto científico creado *ad hoc* para explicar el fenómeno de la disolución de un cristal de sal en agua, tarea que se combinó con la utilización de una animación que mostraba a los estudiantes cómo iba transcurriendo el proceso de disolución a escala submicroscópica, a partir de un modelo de partículas². Se trata de un modelo escolar sencillo (figura 2) basado en presentar la interacción y el movimiento entre partículas como los factores clave que permiten una adecuada interpretación del proceso de disolución de un sólido en agua líquida (Blanco 2000).

1. Disponibles en <https://www.youtube.com/watch?v=vSS4XCPNr34> y <https://www.youtube.com/watch?v=x8Atqz5YvzQ>.
2. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=EBfGcTAJF4o>.

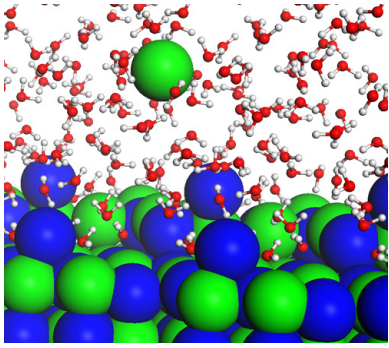
<i>¿Cómo y por qué se produce la disolución de la sal?</i>	
<p><i>En la sal sólida sus partículas están oscilando. Al entrar en contacto con el agua, cuyas moléculas se mueven más libremente, éstas y las partículas de la superficie del cristal de sal se atraen con mayor intensidad que las partículas de sal entre y sí las de agua entre sí.</i></p> <p><i>El resultado es que las partículas de sal “son arrancadas” y se van separando de las que están a su alrededor. Una vez que las partículas de sal están fuera del cristal son rodeadas completamente por las moléculas de agua y se difunden por todo el volumen de agua obteniéndose así una distribución uniforme y estable de partículas de sal y agua mientras no se cambien las condiciones.</i></p> <p><i>Puedes observar una animación del proceso si haces clic aquí. Se está produciendo la mezcla de la sal (sóluto) y el agua (disolvente) a nivel molecular.</i></p> <p><i>Podemos hacer uso de un lenguaje más técnico y explicar el anterior proceso utilizando el concepto de interacción entre las partículas: la atracción entre las partículas de agua y sal son suficientemente fuertes como para superar la atracción entre las partículas de sal en el cristal.</i></p>	

Fig. 2. Presentación del modelo escolar utilizado para explicar la disolución de la sal común en el agua

Tras la lectura del texto y la visualización de la animación los estudiantes tenían que identificar los factores clave que explicaban el proceso de disolución (interacción y movimiento molecular).

Tras la implementación de la secuencia didáctica los estudiantes realizaron una prueba de evaluación escrita integrada por nueve tareas, en una de las cuales debían ofrecer una descripción del proceso de disolución, en términos de partículas submicroscópicas, con el apoyo visual de una sencilla imagen tomada de un texto escolar (figura 3).

2.- En el siguiente diagrama se presenta de forma gráfica un modelo de partículas para explicar cómo se disuelve un cristal de sal común en agua. Utiliza este modelo para describir detalladamente cómo ocurre el proceso de disolución.

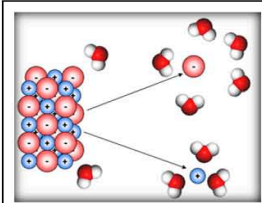


Fig. 3. Tarea de evaluación (explicación de fenómenos científicos a través de modelos)

Se trataba de elaborar una explicación en la que el estudiante debía aplicar los conceptos básicos del modelo de disolución tratado en la secuencia de actividades, para interpretar por qué un cristal de sal común llega a disolverse en agua y relacionar las variables que influyen en tal proceso.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para analizar las respuestas de los estudiantes a esta tarea de evaluación se construyó una rúbrica con cinco indicadores y con cuatro niveles de desempeño para cada uno de ellos. Los indicadores utilizados fueron los siguientes:

- a) Construcción narrativa de la explicación desde el punto de vista lingüístico.
- b) Utilización de los términos propios del modelo de partículas presentado.
- c) Descripción del papel que juegan las sustancias durante el proceso de disolución.
- d) Descripción del proceso.
- e) Descripción del estado final.

A modo de ejemplo, se muestra en la tabla 2 la redacción de los niveles de desempeño en relación a cómo el estudiante describe el proceso de disolución (indicador D). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3, en la que se recoge el número de respuestas para cada uno de los niveles de desempeño y el nivel promedio obtenido en cada uno de los indicadores.

Tabla 2.
Descripción de los niveles de desempeño para valorar el indicador D.

INDICADORES VALORACIÓN	NIVELES DE DESEMPEÑO			
	1	2	3	4
<i>D. Descripción del proceso.</i>	No habla en términos de partículas. Sólo hace referencia a los aspectos macroscópicos. Las claves del proceso (fases y causas) no están claras.	Mezcla la interpretación microscópica con el proceso macroscópico. Las claves del proceso no aparecen en términos microscópicos.	Interpreta el proceso en términos de partículas, pero falta precisión. Aparecen los aspectos básicos del proceso microscópico.	Interpreta con claridad y precisión el proceso en términos de partículas. Las claves del proceso están claras.

Tabla 3.
Niveles de desempeño de los estudiantes en la tarea de evaluación.

NIVEL DE DESEMPEÑO	INDICADORES DE VALORACIÓN				
	A	B	C	D	E
Nivel 1	3	7	7	6	11
Nivel 2	11	8	8	9	2
Nivel 3	7	7	7	8	7
Nivel 4	3	2	2	1	4
No contesta	1	1	1	1	1
Nivel promedio	2,32	2,08	1,92	2,08	1,76

Como se aprecia, la construcción narrativa de la explicación (A) aparece como el indicador con mejores resultados (2,32), mientras que la descripción del estado final, en términos de partículas dispersas (indicador E), obtiene el peor resultado (1,76). Algo menos de la mitad de los participantes (9 de 25) manejó en sus respuestas la terminología propia del modelo de partículas presentado (indicador B), mientras que 15 de ellos ignoraron el papel del agua en el proceso de disolución, al referirse a la sal como único agente del proceso (indicador C). Se observa cómo 9 estudiantes explicaron la disolución en términos de partículas, sin referencias a aspectos macroscópicos, y de acuerdo con los factores “movimiento e interacción” que se proponían en el modelo (indicador D); finalmente, 11 estudiantes hicieron una correcta descripción del estado final de la muestra, con referencia a las “partículas de sal” distribuidas en el seno del agua líquida (indicador E).

CONCLUSIONES

La descripción y explicación del fenómeno de disolución a través de un modelo de partículas no fue una tarea fácil para los estudiantes, a tenor de los resultados obtenidos. De interés fue encontrar cómo una importante muestra de los participantes ignoró el papel del agua (centrando su atención únicamente en el cristal de sal) para explicar el proceso de disolución, como si tal transformación no fuera una consecuencia de “estar en el agua”. De todo ello se deriva la necesidad de revisar los modelos utilizados teniendo en cuenta que, tanto en los aspectos gráficos como en los verbales, se debe prestar más atención al papel que juega cada sustancia en el proceso, así como a la descripción del estado final.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación de Excelencia “Desarrollo y evaluación de competencias científicas mediante enfoques de enseñanza en contexto y de modelización. Estudios de caso” (EDU2013-41952-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO, A. (2000). Implicaciones didácticas de los estudios sobre las concepciones de los alumnos: las disoluciones. En M. Limón y otros (Eds.), *Aspectos didácticos de Física y Química* 9 (101-143). Zaragoza: ICE de la Universidad de Zaragoza.
- CAAMAÑO, A. (2005). Presentación de la monografía: Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 46, pp. 5-8.
- Çalik, M., AYAS, A., y EBENEZER, J.V. (2005) A review of solution chemistry studies: insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), pp. 29-50.
- DBRC (The Design Based Research Collective) (2003). Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- FUERTES, C., LLITJÓS, A., MIRÓ, A. MORALES, M.J y SÁNCHEZ, M.D. (1999). Pautas de análisis para una actividad didáctica: aplicación al estudio de las etiquetas de agua envasada. En S. García y M.C. Martínez (Coords), *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales* (523-535). A Coruña: Universidade da Coruña.
- GILBERT, J. K., BULTE, A. M. W. y PILOT, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 17-837.
- HOLDING, B. (1987). Investigation of school children's understanding of the process of dissolving with special reference to the conservation of matter and the development of atomic ideas. Tesis doctoral. Leeds: University of Leeds.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.
- MARCHÁN. I. y SANMARTÍ, N. (2014). Una revisión sobre el uso de contextos en la enseñanza de las ciencias y su potencial para el desarrollo de la competencia científica. Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (702-710). Huelva, 10-12 de septiembre de 2014.
- OLIVA, J. M, ARAGÓN, M.M. y CUESTA, J. (2015). The competence of modelling in learning chemical change: a study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(4), 751-791.

- RODRÍGUEZ-MORA, F. (2016). El “consumo de agua de bebida envasada” como contexto para el desarrollo de competencias científicas. Un estudio de caso en 3^{er} curso de la Educación Secundaria Obligatoria. Tesis Doctoral no publicada. Málaga: Universidad de Málaga.
- RODRÍGUEZ-MORA, F. y BLANCO, A. (2015). ¿Por qué bebemos agua embotellada? Una propuesta para la enseñanza de la Física y Química en 3^o de ESO. En A. Blanco y T. Lupión (Eds.), *La competencia científica en las aulas. Nueve propuestas didácticas*. Santiago de Compostela: Andavira Editora.
- SELLEY, N. (2000). Students' spontaneous use of a particulate model for dissolution. *Research in Science Education*, 30(4), 389-402.
- YIN, R. (1989). *Case Study Research. Design and methods*. Londres, Reino Unido: SAGE Publications.

