

PERCEPCIÓN DEL PROFESOR DE UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA, UTILIZANDO ANALOGÍAS, SOBRE DE LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

Josefa Rubio Cascales, Gaspar Sánchez Blanco, M^a Victoria Valcárcel Pérez
Universidad de Murcia

RESUMEN: Se presenta la valoración de cinco profesores de una propuesta de enseñanza, implementada en nueve grupos de 3º de ESO, sobre los estados de agregación de la materia que utiliza diferentes analogías, como recurso didáctico, del modelo cinético particular. El profesorado considera las analogías empleadas como una herramienta útil para los estudiantes pues les ayuda no solo a imaginar el modelo cinético sino a comprender y explicar las propiedades y cambios de estado de la materia.

PALABRAS CLAVE: Educación Secundaria Obligatoria. Propuesta de enseñanza. Estados de Agregación de la Materia. Analogías. Percepción del profesor.

OBJETIVOS: En el año 2014 se llevó a cabo un proyecto de investigación e innovación educativa denominado: Implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza basada en analogías sobre los estados de agregación de la materia. La evaluación de la propuesta de enseñanza ha supuesto atender tanto a los aprendizajes de los alumnos como a su valoración por los profesores y estudiantes implicados. En relación con los aprendizajes, los resultados obtenidos avalan la utilidad de las analogías en la evolución de los modelos mentales de los estudiantes y en la construcción de las ideas asociadas al modelo científico didáctico. Para ello, tal como señalan otros autores (Jiménez-Tenorio, Aragón y Oliva, 2016) es determinante la percepción que los sujetos implicados, estudiantes y profesores, tienen del papel que juegan las analogías en la propuesta de enseñanza. El conocimiento de sus percepciones nos puede aportar una visión más global y realista de la viabilidad de la propuesta y de cómo puede mejorarse. El objetivo de esta comunicación se centra en la valoración que hacen los profesores de la propuesta de enseñanza, tras ser implementada en sus aulas.

MARCO TEÓRICO

El estudio de la química requiere la interrelación de tres niveles de conocimiento acerca de la materia: el nivel macroscópico, el submicroscópico y el simbólico. El paso de un nivel a otro, y la necesaria relación que debe establecerse entre ellos, no es fácilmente percibida y comprendida por quienes aprenden, como se ha puesto de manifiesto en diferentes trabajos (Sánchez y Valcárcel, 2003; Talanquer, 2010).

La comprensión y utilización de las teorías sobre la estructura de la materia requiere que los alumnos participen más activamente en su reconstrucción y encuentren sentido a estos conocimientos. Para ello, desde hace más de dos décadas, se viene reclamando un mayor uso de actividades centradas en el uso de analogías al entender que pueden ofrecer las oportunidades necesarias, mediante el razonamiento analógico, para que los alumnos comprendan y encuentren sentido a las teorías escolares sobre la estructura de la materia (Dagher, 1995). Aunque las analogías puedan utilizarse en diferentes tópicos sobre la estructura y composición de la materia, nos parece deseable que los estudiantes comiencen a utilizar las analogías en el estudio de los estados de agregación de la materia y la teoría cinético-molecular pues, en la ciencia escolar, es la puerta de entrada a la dimensión submicroscópica de la materia y a los procesos de modelización.

Sin embargo, investigaciones precedentes han mostrado que la solución mediante analogías al problema de la construcción de modelos científicos no es fácil, pues comporta riesgos y dificultades (Oliva y otros, 2003; Oliva, 2004; Coll y otros, 2005). La literatura disponible parece indicar que el grado de interacción entre el estudiante y la analogía constituye un elemento clave en su eficacia del aprendizaje y que tanto las dificultades como las posibles soluciones dependen en gran parte de cómo los profesores usan las analogías en sus clases. Por ello, resulta necesario avanzar en la respuesta a la cuestión de cómo debe utilizar el profesor las analogías para que favorezca el aprendizaje de los estudiantes. Aunque existe un interés creciente en nuestro contexto educativo por esta cuestión, creemos que todavía son insuficientes las investigaciones sobre propuestas de enseñanza que se hayan llevado al aula.

PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Nuestra propuesta de enseñanza (Sánchez, 2017) está estructurada en 4 fases (iniciación, desarrollo, aplicación y conclusión) diferenciadas por su intencionalidad didáctica y coherentes con un enfoque constructivista. La propuesta incluye una secuencia de 12 actividades para ser desarrolladas en 8 sesiones de clase; a su vez, cada actividad incluye un número de tareas que realizan los estudiantes y profesores. El número de sesiones diseñadas, así como las tareas y contenidos desarrollados, se muestran en la Tabla 1 y con mayor desarrollo en el anexo. Como puede verse, primero, se estudia a nivel macroscópico los estados de agregación y cambios de estado de la materia (sesiones 1-3); después, se introduce el modelo cinético particular y se explica el comportamiento macroscópico de la materia utilizando diferentes analogías (batallón militar, pista de baile y partido de fútbol) para discutir y comprender el nivel submicroscópico de la materia (sesiones 4-6); esto incluye la invención de una analogía por los estudiantes para los cambios de estado de agregación. Por último, se analizan nuevos fenómenos y las gráficas de cambios de estado para aplicar los conocimientos adquiridos así como la evaluación de los aprendizajes y proceso de enseñanza (sesiones 7-8). Las valoraciones de los profesores, objeto de esta comunicación, se limitan a las sesiones 4, 5 y 6.

Tabla 1.
Secuencia resumida de actividades de la propuesta didáctica completa

Sesiones	ACTIVIDADES	TAREAS	CONTENIDOS
1, 2 y 3	A1-A6	18 tareas	Análisis macroscópico de los estados de agregación y cambios de estado de la materia. Observación, identificación, descripción y estudio de diversos fenómenos macroscópicos.
4	A7	5 tareas	Interpretación submicroscópica de la materia: Modelo Cinético Particular. Uso de una analogía para el estado sólido: batallón militar.
5	A8	7 tareas	Uso de dos analogías: la pista de baile para el estado líquido y el partido de fútbol para el estado gaseoso.
6	A9	2 tareas	Modelo Cinético Particular y uso de una analogía para los cambios de estado: inventamos una analogía.
7 y 8	A10-A12	8 tareas	Análisis de nuevos fenómenos. Gráficas de cambios de estado. Valoración del uso de las analogías.

El diseño de las actividades de enseñanza (A7, A8 y A9), donde los estudiantes trabajan con analogías, se fundamenta en dos estrategias didácticas: *Aprendizaje con Analogías* (González, 2002) y *Modelo Didáctico Analógico* (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001). La selección de las analogías utilizadas es el resultado de su análisis desde los criterios estructurales que deben concurrir en una analogía para que sea posible el razonamiento analógico deseable y, consecuentemente, el proceso de modelización (González, 2002; Sánchez, 2017).

METODOLOGÍA

La propuesta de enseñanza se implementó en cinco centros educativos públicos de la Región de Murcia por cinco profesores, en nueve grupos de 3º ESO con un total de 218 estudiantes.

Para evaluar la propuesta de enseñanza por el profesorado se planteó la recogida de información en torno a los siguientes tres interrogantes generales:

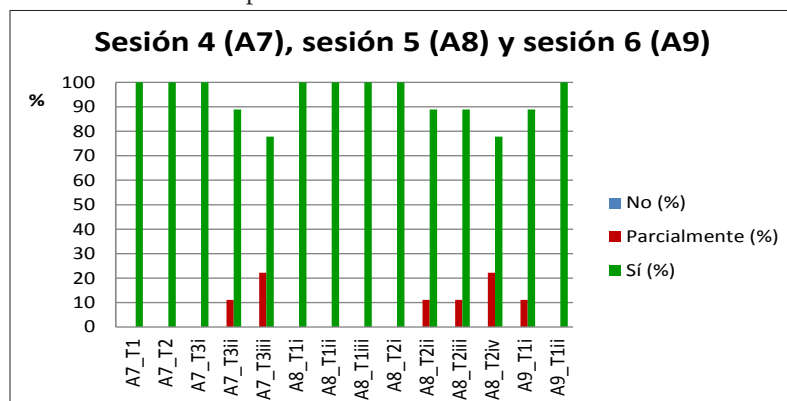
- ¿Qué ha ocurrido en tu clase durante el desarrollo de la propuesta de enseñanza?
- ¿Qué valoración te merece la propuesta de enseñanza y su desarrollo?
- ¿Qué cambios habría que introducir para mejorar la propuesta de enseñanza?

Para responder al primer interrogante, consideramos conveniente que se registrara lo realizado respondiendo cada día a un breve cuestionario sobre la sesión y dejar abierto un espacio de observaciones. Los dos interrogantes restantes propusimos responderlos al finalizar el desarrollo de la unidad. En el primer interrogante, los profesores valoraron tras cada sesión, mediante escalas Likert, el grado de desarrollo de las diferentes tareas, el grado en que los estudiantes habían trabajado en equipo, el grado de apoyo dado por el profesor, el grado de autonomía mostrado por los estudiantes y el grado de participación de los estudiantes al trabajar en equipo y en las puestas en común. Los dos interrogantes restantes se plantearon tras finalizar el desarrollo completo de la propuesta de enseñanza. Para el segundo interrogante, cada profesor valoró diferentes aspectos que definen la propuesta de enseñanza: el enfoque general, la secuencia de contenidos, la secuencia de enseñanza y los materiales escritos utilizados con los estudiantes y de apoyo al profesorado, mediante una escala Likert de cinco niveles y atendiendo a los criterios de comprensión de la propuesta, de compatibilidad con sus ideas, de adecuación al nivel de 3º de ESO, de viabilidad en su aula y de interés de la propuesta para la enseñanza de las ciencias. Para responder al tercer interrogante se recogió, por escrito, los cambios sugeridos por el profesorado.

RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE LOS PROFESORES

Los datos obtenidos, en respuesta a la primera cuestión, se presentan en el Gráfico 1 y en la Tabla 2. El Gráfico 1 revela que el grado de implementación de las actividades y tareas de la propuesta didáctica ha sido superior al 77,8% en todos los grupos y en todas las sesiones.

Gráfico 1.
Grado de implementación de las tareas en cada sesión



Los cinco profesores manifiestan que les ha faltado tiempo para desarrollar de modo completo las tareas propuestas en cada sesión debido, principalmente, a que los estudiantes no están habituados a trabajar en equipo y a expresar sus opiniones. Por ese motivo, la implementación de estas actividades ha requerido cuatro sesiones y, en algunos grupos, se han desarrollado parcialmente.

La Tabla 2 nos muestra que se han producido pocas diferencias significativas en las tres sesiones. El parámetro estadístico t-student da diferencias significativas en cuanto al apoyo dado por el profesor y el grado de autonomía presentado por los estudiantes mientras que en el resto de variables no hay diferencias significativas. Se obtiene un valor de alfa de Cronbach de 0,808 entre todas las variables de la sesión 6, lo que sugiere niveles de consistencia interna muy altos.

Se observa una progresión creciente del trabajo en equipo de la sesión 4 a la sesión 6. El descenso producido en la sesión 5 respecto a la sesión 4 se debe al incremento en el número de tareas que debe realizar el estudiante. En la sesión 6, en la que los estudiantes analizan o inventan una analogía para explicar los cambios de estado, el 100% de los grupos trabajan en equipo. Estos resultados son acordes con los obtenidos en el grado de apoyo o ayuda dada por el profesor pues, en la sesión 5, ha sido bastante-mucho en el 88,9% de los grupos mientras que la ayuda ha sido menor en las sesiones 4 y 6. Los cinco profesores argumentan que, al haber necesitado más tiempo del estimado para la sesión 5, decidieron que las siguientes tareas, referidas a las analogías de los estados líquido y gaseoso, las realizarán los estudiantes por parejas o de forma individual.

Tabla 2.
Datos obtenidos sobre el grado de desarrollo
de la propuesta de enseñanza en nueve grupos

	Los estudiantes han trabajado en equipo (%)			Las tareas en equipo se han completado (%)			Grado de autonomía del estudiante (%)		
	No	Parcialmente	Sí	≈50%	≈75%	≈90%	Disminuye	Igual	Aumenta
sesión 4	0	11,1	88,9	22,2	55,6	22,2	22,2	44,4	33,3
sesión 5	44,4	0	55,6	33,3	55,6	11,1	0	66,7	33,3
sesión 6	0	0	100	33,3	22,2	44,4	0	22,2	77,8
	Apoyo dado por el profesor (%)					Participación en las puestas en común (%)			
	Poco	Regular	Bastante	Mucho		Baja	Media	Alta	Muy alta
sesión 4	11,1	33,3	33,3	22,2		11,1	22,2	66,7	0
sesión 5	0	11,1	66,7	22,2		0	22,2	66,7	11,1
sesión 6	33,3	11,1	55,6	0		0	11,1	77,8	11,1

En cuanto al grado en que se completan las tareas podemos ver que, en todas las sesiones, la mayoría de los estudiantes hicieron más del 75% de ellas en equipo y todos los grupos completaron más del 50% de las tareas. El profesorado manifiesta que los estudiantes no están habituados a este tipo de metodología de manera que cuesta, al principio, estabilizar y situar los grupos para poder trabajar. A pesar de ello, sorprendió la relativa facilidad con la que los estudiantes inventaban una analogía en la sesión 6, lo que es confirmado con los datos sobre el grado de autonomía de los estudiantes, ya que ha ido progresando sesión tras sesión; destaca el gran aumento percibido en la sesión 6 (77,8%) respecto a las sesiones 4 y 5.

Los datos sobre la participación de los estudiantes durante las puestas en común y debates de todo el grupo muestran que en todas las sesiones ha sido alta.

La respuesta al segundo interrogante se recoge en la Tabla 3, en una escala de 1 a 5. Los datos nos muestran que los cinco profesores valoran los diferentes aspectos con niveles de comprensión, compatibilidad, adecuación, viabilidad e interés entre bastante y mucho, a excepción de la viabilidad en el enfoque general que es algo inferior quedando explicado en las propuestas de cambio que realizan. Estos resultados nos indican que la percepción que tiene el profesorado sobre esta propuesta de enseñanza es positiva en todos los aspectos analizados y desarrollados.

Tabla 3.
Valoración del profesorado sobre distintos aspectos de la propuesta

	Comprensión	Compatibilidad	Adecuación	Viabilidad	Interés
Enfoque general	4,2	4,4	4,6	3,8	4,6
Secuencia de contenidos	4,4	4,6	4,6	4,4	4,6
Secuencia de enseñanza	4,8	4,6	4,8	4,6	4,6
Hojas de trabajo	4	4	4,2	4	4,2
Materiales de apoyo	4,6	4,4	4,8	4,4	4,6

Consideramos que el grado de consistencia interna en los resultados obtenidos, referidos a esta parte, puede emplearse como un indicador de fiabilidad. Por ello, se llevó a cabo este análisis, obteniéndose un valor de alfa de Cronbach de 0,967, lo que sugiere niveles de consistencia interna muy altos.

La respuesta al tercer interrogante se recoge en la Tabla 4.

Tabla 4.
Cambios propuestos por el profesorado

Nivel	Aspecto	Cambio propuesto
Propuesta de enseñanza	Enfoque general	Ajustar la propuesta fijándola en cuatro sesiones en vez de tres.
	Secuencia de contenidos	No se propone cambio alguno.
	Secuencia de enseñanza	No se propone cambio alguno.
	Hojas de trabajo del estudiante	Uno de los profesores propone realizar una presentación más llamativa del cuaderno. El resto opina que está bien.
	Los materiales de apoyo del profesor	No se propone cambio alguno.
Experiencia y formación necesaria del profesor	El profesor debe comprender bien la propuesta, conocer en profundidad las analogías, conocer o realizar antes las actividades prácticas y moderar bien el tiempo en las sesiones. Realizar alguna actividad de formación sobre las analogías.	
Condiciones del aula	Dificultades presentadas: grupos con treinta estudiantes son muy numerosos, dos horas semanales no dan para darle una continuidad adecuada y la franja horaria influye bastante en el grado de concentración de los estudiantes, siendo la peor la correspondiente a la penúltima y última hora de la jornada. Propuesta: que el aula esté organizada en pequeños grupos desde el inicio pudiendo ser de 2-3 estudiantes y controlar muy bien el tiempo que se da para realizar las tareas en el pequeño grupo, prefiriendo que sean breves para debatirlo mejor en la puesta en común del grupo completo.	

Puede verse que, sobre la propuesta de enseñanza, sólo se propone ajustar el número de sesiones. En cuanto a la experiencia y formación necesaria del profesorado, se plantea que se debería realizar alguna actividad formativa sobre las analogías; por último, añaden varios cambios deseables en las condiciones del aula quedando explicitado que éstas son importantes para mejorar la viabilidad de la propuesta. Los profesores comparten que el proceso de enseñanza y aprendizaje es más difícil con ratios elevadas de estudiantes por grupo pero, ante esa realidad educativa, realizan una propuesta de mejora muy concreta: organizar el aula en pequeños grupos y hacer una buena gestión del tiempo utilizado en cada tarea.

CONCLUSIONES

La propuesta de enseñanza sobre los estados de agregación se ha implementado en su totalidad, ajustándose en gran medida a lo planificado, con la salvedad de haber necesitado una sesión más de las previstas inicialmente.

Durante su desarrollo, se ha observado una mejora del trabajo del estudiante ya que ha trabajado en equipo, ha completado las tareas y su grado de autonomía ha ido aumentando progresivamente. También se ha constatado que los estudiantes necesitan el apoyo del profesor y que su participación va siendo más activa en las puestas en común, aunque los estudiantes no están familiarizados con este tipo de metodología.

El profesorado ha considerado que la secuencia de contenidos utilizada ha sido adecuada, así como la secuencia de enseñanza seguida: caracterizar el análogo, analizar las relaciones entre el análogo y el modelo cinético particular y aplicar la analogía para explicar las propiedades de cada estado de agregación o los cambios de estado.

Los materiales escritos que se han elaborado para el trabajo en el aula han sido valorados por los profesores de forma positiva, pero manifiestan la importancia de comprender la intencionalidad didáctica de las analogías en el proceso de modelización.

En resumen, los resultados obtenidos sugieren que el uso de las analogías empleadas para el estudio de los estados de agregación de la materia, con estudiantes de 3º ESO, es comprendido, adecuado, viable y de interés por el profesorado aunque demanda mejorar las condiciones del aula para aumentar la viabilidad de la innovación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLL, R.K., FRANCE, B. AND TAYLOR, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- DAGHER, Z. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79 (3), 295-312.
- GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.
- GONZALEZ, B.M. (2002). Las analogías en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Ciencias de la Naturaleza. Tesis Doctoral. La Laguna: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna.
- JIMÉNEZ-TENORIO, N., ARAGÓN, L., OLIVA, J.M. (2016). Percepciones de estudiantes para maestros de educación primaria sobre los modelos analógicos como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 91-112.
- DOI.org/10.5565/rev/ensciencias.1943
- OLIVA, J.M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 363-384.

- OLIVA, J.M., ARAGÓN, M.M., BONAT, M. y MATEO, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 429-444.
- SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M.V. (2003). Los modelos en la enseñanza de la química: concepto de sustancia pura. *Alambique*, 35, 45-52.
- SÁNCHEZ, G. (coord.) (2017). Los estados de agregación de la materia: una propuesta de enseñanza para 3º ESO basada en analogías. Publicaciones Consejería de Educación y Universidades de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
http://www.carm.es/edu/pub/08_2015/
- TALANQUER, V. (2010). Construyendo puentes conceptuales entre las varias escalas y dimensiones de los modelos químicos. *Educació Química*, 5, 11-18.
DOI: 10.2436/20.2003.02.35 <http://scq.iec.cat/scq/index.html>

