

UN ESTUDIO SOBRE LAS RELACIONES ENTRE PENSAMIENTO ANALÓGICO Y MODELOS MENTALES DE LOS ALUMNOS SOBRE LA MATERIA

ARAGÓN¹, M^a. M.; OLIVA², J. M^a; BONAT³, M. y MATEO⁴, J.

¹ IES Drago. Cádiz.

² Centro de Profesorado de Cádiz.

³ IES Mar de Cádiz. El Puerto de Santa María (Cádiz).

⁴ IES La Pedrera Blanca. Chiclana de la Frontera (Cádiz).

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre concepciones y cambio conceptual en los alumnos, ha sufrido un cierto desplazamiento en los últimos años. Se ha pasado de la idea de cambio como proceso de sustitución radical a través de estrategias de conflicto cognitivo, a concebirlo como fenómeno evolutivo y gradual en el que el conocimiento inicial del alumno en otros ámbitos y los procesos de metacognición juegan papeles trascendentes. En este contexto, se denota un renovado interés por las analogías como objeto de investigación educativa, al ser consideradas como un recurso útil en la progresión de los modelos explicativos en un dominio dado (procedimientos propios del currículo de ciencias (Dagher; 1994; Oliva, 2004).

En esta investigación se analizan las relaciones existentes entre la comprensión de los alumnos sobre las analogías trabajadas en clase, a lo largo de una unidad didáctica que adoptaba las analogías como núcleo vertebrador sobre el comportamiento de la materia (Oliva et al., 2003), y los modelos mentales desarrollados al final para interpretar fenómenos de ese ámbito.

MARCO TEÓRICO

Entre los diferentes marcos teóricos existentes a la hora de entender el aprendizaje por analogía nos situaremos en el que expusimos en una serie de trabajos anteriores (Oliva et al., 2003; Oliva, 2004). Dicho marco se sustenta a su vez, de una parte, en los trabajos sobre modelos mentales y razonamiento analógico procedentes de la psicología cognitiva, pero también, de otra, en la investigación realizada desde la propia didáctica de las ciencias, particularmente desde el campo de estudio sobre analogías en la enseñanza de las ciencias (Duit, 1991; Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; Oliva et al., 2003, etc.).

Al hablar de analogías, desde el punto de vista escolar, podemos referirnos a dos cosas distintas. De un lado, podemos aludir al estímulo externo que utiliza el libro de texto o el profesor en su discurso, como parte de la transposición didáctica de los modelos y teorías de la ciencia. Dicho estímulo se puede estructurar a partir de la explicación verbal de la analogía, del uso de dibujos e imágenes que sean sugerentes o simplemente mediante algún símil o metáfora. De otro, podríamos pensar en la analogía como fenómeno interno, esto es, como proceso que se activa en la mente del alumno producto de su interacción con el profesor o el libro de texto a lo largo de la clase. Es evidente, que es en este otro contexto en el que hemos de situarnos si queremos comprender los mecanismos del pensamiento analógico, sus virtudes y dificultades.

A la hora de trazar una analogía un primer paso sería elegir el análogo o situación de anclaje de referen-

cia. Se supone que el análogo debe ser mejor conocido y más familiar para el alumno, al menos en aquellas facetas que se pretende representar del blanco. Al evocar la analogía partimos, pues, de un modelo mental previo del alumno sobre la situación blanco, un modelo mental sobre la situación análoga y un conjunto de representaciones didácticas externas, producto de la transposición del conocimiento científico en conocimiento escolar.

Una parte importante de esas representaciones didácticas de los modelos, se elaboran con objeto de estimular el pensamiento analógico en los alumnos, por ejemplo, cuando se utiliza en las clases de ciencias un modelo molecular de bolas, una maqueta a escala para explicar el Sistema Solar o globos inflados para ilustrar la forma de distintos orbitales. Usamos esos recursos como estímulos para evocar imágenes y situaciones que le son familiares a los alumnos, permitiéndoles desarrollar modelos sobre el fenómeno objeto de estudio que de otro modo serían inaccesibles.

En este marco, la comprensión que el alumno elabora acerca de un contenido dado depende, de un lado, del uso de analogías adecuadas por parte del texto y del profesor. Pero también, de otro, la interpretación que el alumno hace de la analogía proporcionada depende a su vez del modelo mental previo del que éste parte sobre el contenido objeto de análisis. Dicho modelo proporciona al sujeto un contexto inicial desde el que dirigir la lectura y dar un sentido determinado a la analogía, entre los muchos posibles, induciéndole a fijar su atención en unas relaciones y no en otras a la hora de interpretar la misma.

En consecuencia, la construcción de la analogía debe entenderse como una tarea compleja que no se verifica de una forma lineal y unidireccional, sino a través de un proceso interactivo entre el objeto y el análogo. Vista de esta manera, una analogía constituye un recurso que puede ayudar al alumno a desarrollar modelos mentales próximos a los que presenta la ciencia escolar. Pero, a la vez, un cierto nivel de comprensión de partida de esos modelos puede ser determinante a la hora de interpretar la analogía planteada en el sentido deseado (ver figura 1).

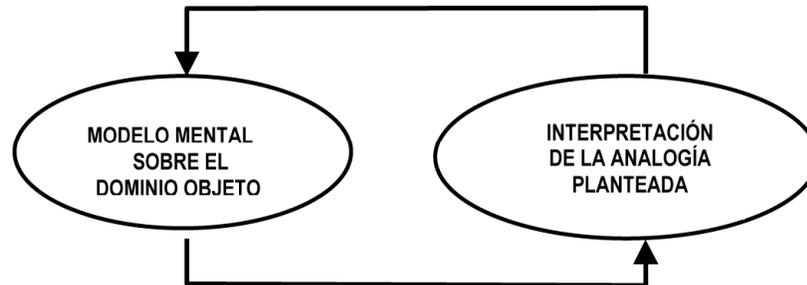


FIGURA 1
Circularidad en la construcción del modelo y de la analogía.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Las cuestiones centrales que orientaron la investigación fueron las siguientes:

- 1º) Cuál es el grado de comprensión que alcanzaron los alumnos acerca de las analogías empleadas en clase.
- 2º) Qué relación existe entre ese grado de comprensión y el nivel de progresión de los modelos de materia evocados en los alumnos.

Como instrumento de evaluación utilizamos un cuestionario abierto (A) destinado a investigar los modelos activados por los alumnos durante la interpretación y predicción de fenómenos físicos (estados de la materia, difusión, etc.). El cuestionario se administró algunas semanas después de completar el tema obje-

to de análisis (Oliva et al., 2003). Junto a este cuestionario se administró otro (B) orientado a evaluar el nivel de comprensión de los alumnos de dos analogías empleadas. Para ello se eligieron dos analogías utilizadas en clase. Una de ellas dirigida a visualizar el espacio intermolecular en estado condensado y en un gas, a través de monedas que se colocaban más próximas o separadas, según el caso. La otra a representar el movimiento molecular y su variación con la temperatura, mediante un conjunto de pelotas de tenis situadas sobre una cama elástica que se agita desde el exterior con más o menos intensidad.

La evaluación se llevó a cabo a partir de una muestra de 65 estudiantes de 3° de ESO provenientes de tres grupos de clase de dos institutos públicos de secundaria de una población rural.

RESULTADOS

Las respuestas a todos los ítems se evaluaron en una escala de 1 a 5 puntos, de menor o mayor acercamiento al punto de vista científico. Los resultados descriptivos del cuestionario A no serán aquí objeto de análisis dado que ya fueron mostrados en un estudio anterior (Oliva et al., 2003). No obstante, si parece importante ofrecer unos breves comentarios en torno a los resultados del cuestionario B.

De una parte, en la analogía de “las monedas”, aparece una fuerte concentración de frecuencias en el nivel intermedio de la escala y una distribución bastante simétrica en torno al mismo. En conjunto, los datos indican un cierto nivel de comprensión de la analogía con un 85% de los alumnos que alcanzan al menos un nivel medio. De otra, en la analogía de “las pelotas de tenis”, la distribución de frecuencias también se muestra bastante simétrica en torno al nivel tres, aunque en este caso los valores aparecen distribuidos de una forma más homogénea entre los distintos niveles, lo que denota una mayor diversidad en el nivel de comprensión de dicha analogía. En este sentido, si bien la analogía de las monedas se mostró globalmente más asequible para los alumnos, al menos para llegar a un cierto mínimo, la analogía de las pelotas de tenis, una vez asimilada, llegaba a mostrar niveles de comprensión más profundos en la fracción de alumnos correspondientes.

Una forma de estudiar de forma estadística la relación entre comprensión de analogías y el nivel de progresión de los modelos mentales evocados es a través de la correlación entre los resultados de las tareas del cuestionario A y del cuestionario B. Antes de ello, estudiamos las correlaciones internas entre ítems de un mismo cuestionario. De una parte, las respuestas de los alumnos al cuestionario A revelan correlaciones altas y significativas por lo general. De otra, las tareas del cuestionario B también correlacionaban bastante bien entre sí, arrojando entre ellas un coeficiente de correlación significativo más allá del valor de $\alpha=0,01$.

La combinación de los distintos ítems del cuestionario A, nos permitió definir una escala global para evaluar el nivel de construcción de un modelo cinético-molecular próximo al punto de vista científico, la cual titulamos como “Modelo de materia”. De forma similar, la combinación de los dos ítems del cuestionario B permitió definir una escala global sobre comprensión de analogías que titulamos “Pensamiento analógico”.

Ambas escalas arrojaron una correlación de 0,50 ($\alpha < 0,001$). Este dato sugiere una importante interrelación entre la comprensión de analogías y el modelo mental de materia sustentando, en consonancia con el marco teórico adoptado al principio del artículo y con los resultados obtenidos por otros autores en otros dominios del currículo de ciencias. La figura 2 ilustra la relación entre ambas variables.

Puede verse cómo un aumento de la variable “Pensamiento analógico” va acompañado de un aumento también de la variable “Modelo de materia”. No obstante, la figura 1 nos dice poco acerca del sentido causal de tal relación. Un análisis de componentes principales, tomando como variables la totalidad de ítems de ambos cuestionarios, nos permitió realizar un estudio más fino en este sentido. Se observó, en primer lugar, que en cuatro de las seis tareas del cuestionario A (ítems 1, 2, 5 y 6) las respuestas de los alumnos

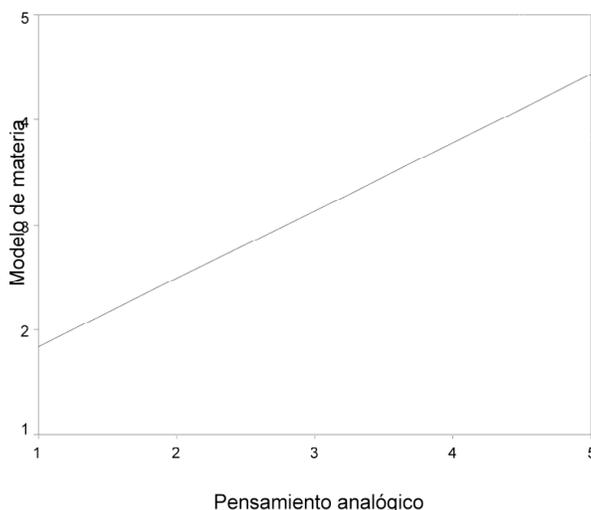


FIGURA 2

dependían no sólo del modelo de materia sustentado, sino también del grado de comprensión de las analogías planteadas, lo que sugiere hasta qué punto dichos recursos influyeron sobre las respuestas de los alumnos al cuestionario A. Esto podría sugerir que, cuando las analogías empleadas son adecuadamente interpretadas por los alumnos, pueden contribuir a que los modelos mentales evocados como respuesta a las tareas que se les plantea, sean más adecuados desde el punto de vista científico.

Visto de forma recíproca, desde el lado de las analogías trabajadas en clase, la comprensión de la analogía de “las monedas” no parecía depender del modelo de materia que presentan los alumnos. Por tanto, la variable espacio intermolecular parece un elemento hasta cierto punto fácil de introducir con esta analogía visual, sin que su asimilación dependa posiblemente de los conocimientos previos del alumno sobre el modelo interno de la materia, otra cosa es llegar a niveles más profundos de comprensión de la misma, aspecto que no parece que haya sido muy posible en nuestro caso como ya se sugiriera antes.

Sin embargo, la comprensión de la analogía de “las pelotas de tenis” sí se veía influida significativamente por el nivel de comprensión del alumno sobre el modelo cinético-molecular. Esto, para nosotros, puede interpretarse mediante la incidencia positiva que pudo tener para los alumnos una comprensión temprana de algunos rasgos del modelo de partículas sobre sus interpretaciones personales posteriores sobre de las analogías que se trabajaron en clase. Por tanto, la comprensión de dicha analogía exigiría como prerequisite la asimilación anterior de otros elementos más básicos del modelo cinético-molecular. De ahí que su correcta interpretación resulte un problema más complejo para aquéllos que no disponen previamente de unos mínimos.

CONCLUSIONES

Desde el marco teórico adoptado, la correlación entre pensamiento analógico y nivel de progresión del modelo de materia sustentado ha de interpretarse de forma bidireccional y no en un sentido único causal. De esta forma, ésta es nuestra hipótesis, la comprensión de analogías influyó positivamente en la resolución de tareas en torno al modelo cinético-molecular. Esto podría sugerir que, cuando las analogías empleadas son adecuadamente interpretadas por los alumnos, pueden contribuir a que los modelos mentales evocados como respuesta a las tareas que se les plantea, sean más adecuados desde el punto de vista científico. Pero, de forma recíproca, podemos pensar también en la incidencia positiva que pudo tener para los alumnos una comprensión temprana de algunos rasgos del modelo de partículas sobre sus interpretaciones personales posteriores sobre las analogías que se trabajaron en clase.

Estos resultados sugieren que la analogía no acaba con la impronta que el sujeto adquiere a partir de una primera comparación, sino que el primer modelo desarrollado se convierte en una especie de hipótesis de trabajo que puede cambiar y/o evolucionar con el tiempo. A través de posibles regulaciones sucesivas, algunos de los rasgos y relaciones sobre los que se ha fijado la atención pueden ir desapareciendo entrando en su lugar otros nuevos. Debido a esta recursividad del proceso, surge la conveniencia de adoptar más de una analogía para propiciar que el modelo mental que se construya sea próximo al modelo deseable desde el punto de vista de la ciencia escolar. Así mismo, parece aconsejable el uso de la misma analogía a lo largo de distintos momentos de la secuencia didáctica, con objeto de mostrar la utilidad de la misma (Duit, 1991; Dagher, 1994).

REFERENCIAS

- DAGHER, Z.R. (1994). Does the use of analogies contribute to conceptual change? *Science Education*, 78(6), 601-614.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- 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.
- OLIVA, J.M^a. (2004). El pensamiento analógico desde las teorías sobre el aprendizaje y desde la perspectiva del profesor. Enviado para su publicación.
- OLIVA, J.M^a; ARAGÓN, M^a.M.; BONAT, M. 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.