

## **EL PAPEL DE LOS MODELOS Y ANALOGÍAS EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS: IMPLICACIONES DESDE LA INVESTIGACIÓN<sup>(\*)</sup>**

*Coll, R.K.<sup>(1)</sup>, France, B.<sup>(2)</sup> y Taylor, I.<sup>(1)</sup>*

*<sup>(1)</sup> University of Waikato. Nueva Zelanda*

*<sup>(2)</sup> Auckland Collage of Education. Nueva Zelanda*

<sup>(\*)</sup> The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), pp. 183-198. 2005.

En este trabajo se justifica y fundamenta el interés de los modelos y analogías en la educación científica, como instrumentos que pueden facilitar la comprensión de los estudiantes sobre diversos aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, contribuyendo asimismo a desarrollar habilidades metacognitivas.

El artículo empieza analizando el papel de los modelos y de los procesos de modelaje en las ciencias, distinguiéndose entre "modelos mentales" y "modelos expresados". Los primeros son las representaciones personales e idiosincrásicas con las que cada científico, individualmente, piensa acerca del mundo y lo interpreta, en especial en aquellos casos en los que los fenómenos son ajenos a la experiencia sensible. Los segundos, por el contrario, son aquellos que los científicos utilizan para expresar o comunicar los modelos mentales, ya sea a través de la acción, de la palabra, del lenguaje escrito o simbólico. Dentro de los modelos expresados, los autores distinguen, a su vez, los "modelos consensuados", que serían aquellos modelos expresados que van siendo puestos a prueba y ganando aceptación social dentro de la comunidad científica. Algunos de estos últimos terminan convirtiéndose en "modelos científicos", si pasan a ser usados ampliamente como referentes en las fronteras de la ciencia; mientras tanto, otros, terminan siendo reemplazados por otros pasando a ser "modelos históricos".

Una vez hechas estas distinciones, el trabajo pasa posteriormente a justificar el papel de los modelos en la educación científica, a través de los "modelos enseñados" que resultan de la adaptación de los modelos científicos al contexto escolar: modelos bidimensionales, como los diagramas de los libros de texto; modelos tridimensionales, como las maquetas y los modelos a escala; analogías y metáforas visuales y verbales; etc. En este contexto, las analogías se consideran como una clase especial de modelos que involucran la comparación de dos dominios o fenómenos que son similares entre sí en algunos aspectos, uno mejor conocido y otro por conocer. Se considera que éstas son usadas tanto por científicos como por profesores de ciencias. Los primeros con objeto de desarrollar y expresar sus modelos mentales, y los segundos con objeto de expresar y hacer más accesibles a los alumnos ideas que son abstractas.

Pero tanto el uso de modelos como de analogías comporta riesgos y dificultades que los autores del trabajo se detienen en revisar:

- Algunos alumnos pueden aprender el modelo en vez del concepto que se pretende ilustrar.
- Los alumnos pueden carecer de conciencia de los límites entre el modelo y la realidad que éste intenta representar.
- Algunos atributos que no se encuentran relacionados, con frecuencia son causa de interpretaciones inadecuadas por parte de los alumnos.
- Dado un rango de modelos, de menor a mayor complejidad, los alumnos suelen tender a continuar usando los modelos menos sofisticados.
- Algunos alumnos carecen de la necesaria imaginación visual.
- Algunos alumnos encuentran dificultad al aplicar el modelo a situaciones distintas al contexto en el que lo aprendieron
- Los alumnos pueden mezclar sus modelos intuitivos personales con los modelos científicos que se les enseña. Por ejemplo, pueden llegar a pensar que el calor hace que las moléculas se dilaten.

Tanto estas dificultades como su posibilidad de superación, dependen en gran parte del modo en el que los profesores usen los modelos y las analogías en sus clases. Así, por ejemplo, las analogías constituyen un recurso muy extendido en la enseñanza de las ciencias, pero casi siempre son usadas de un modo idiosincrásico y se generan en el aula de un modo espontáneo en respuesta a las dificultades que los alumnos muestran al aprender los conceptos. Mientras tanto, la literatura disponible parece indicar que el grado de interacción entre el alumno y el que presenta la analogía (ya sea el libro de texto o el profesor) constituye un elemento clave en la eficacia del aprendizaje mediante analogías, de lo que se deduce la necesidad de un enfoque mucho más estudiado y cuidadoso a la hora de plantear su empleo en el aula. Por ejemplo, no se debería tratar sólo de que los alumnos aprendan analogías o modelos, resulta crucial que sean también ellos los que desarrollen habilidades de comparar y criticar analogías y modelos. O que, llegado el caso, sean éstos los que generen sus propias analogías, y critiquen los modelos mentales que se derivan de ellas tomando como referentes los modelos científicos.

En definitiva, se trataría no sólo de que los alumnos manejen modelos, sino que, especialmente, se detengan a pensar acerca de los modelos con los que trabaja y desarrollen habilidades metacognitivas. Por ejemplo, reconociendo los usos y limitaciones de los modelos con los que trabajan y del propio proceso en sí de modelaje.

No obstante, el uso de modelos no está sólo limitado al desarrollo conceptual de los alumnos. Los alumnos también necesitan aprender acerca de cómo los modelos expresados son debatidos y probados hasta que llegan a ser aceptados por la comunidad científica. Éste es un aspecto que representa bien la dimensión social de la ciencia y que debería ser objeto de estudio y reflexión también desde la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. En este sentido, se han de valorar las prácticas educativas que proporcionan una oportunidad a los alumnos a participar en un tipo de discusión

semejante a la que lleva a cabo la comunidad científica a la hora de seleccionar y consensuar sus modelos.

Por ejemplo, el recurso en el aula a entornos colaborativos que alternen el trabajo en pequeño y en gran grupo, podría proporcionar un lugar idóneo para la discusión y el debate, de modo semejante a cómo se lleva a cabo los procesos de modelaje en la ciencia. Con ello, de una parte, los alumnos tendrán la oportunidad de aprender más ciencia en el ámbito conceptual y desarrollar habilidades cognitivas y metacognitivas. Pero también, de otra parte, aprenderán más acerca de la naturaleza de la ciencia, al experimentar *in situ* un aspecto crucial como es la dimensión social del proceso de modelaje científico, y desarrollarán actitudes positivas hacia las ciencias en el aula.

En suma, un trabajo interesante que viene a reforzar la idea de que la enseñanza-aprendizaje a través de modelos y analogías no sólo constituye una estrategia para favorecer el aprendizaje en el ámbito conceptual, sino que también contribuye a otras facetas del aprendizaje como el desarrollo de una imagen más ajustada de cómo funciona la ciencia y, en relación con ello, de habilidades metacognitivas. Todo ello, al menos, cuando el aprendizaje, ya sea a través tanto de analogías como de modelos, es canalizada dentro de un entorno participativo e interactivo en el que los alumnos tienen la oportunidad de analizar, debatir, discutir y criticar los modelos mentales que, desde ellos, van elaborando.

*José María Oliva*