

MODELOS Y MODELIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Óscar Eugenio Tamayo Alzate
Universidad de Caldas. Universidad Autónoma de Manizales

RESUMEN: El propósito del presente documento es mostrar en términos generales las principales tendencias en investigación en modelos y modelización, para lo cual se describen de manera no exhaustiva algunos de los principales aportes de diversos investigadores en este campo. Asimismo, se presenta una propuesta conceptual para la enseñanza de las ciencias a partir de la modelización de los aspectos epistemológicos, ontológicos, cognitivo-lingüísticos y motivacionales. Este proceso de modelización conduciría a la identificación de posibles obstáculos para el aprendizaje y al diseño de ambientes de enseñanza orientados a la superación de los obstáculos previamente caracterizados. Se concluye el documento con la presentación de algunos de los temas de investigación vinculados con los procesos de modelización en las aulas de clase en relación específica con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

PALABRAS CLAVE: Modelos, modelización, enseñanza, aprendizaje, ciencias.

OBJETIVOS

Identificar los principales aportes y tendencias de la investigación en modelos y modelización en enseñanza de las ciencias.

MARCO TEÓRICO

Los estudios pioneros realizados sobre modelos y modelización desde la didáctica de las ciencias estuvieron orientados a conocer cuáles eran las representaciones internas que tenían los alumnos en dominios específicos del conocimiento, tanto los que hacían referencia a conocimientos de orden intuitivo como los adquiridos mediante la enseñanza. En la actualidad la orientación básica en el estudio de los modelos mentales reside en comprender cuál es el proceso de construcción y de cambio de esas representaciones, qué clases de procesos determinan su uso y cuáles son los procesos mentales que permiten su creación, lo cual implica reconocerlas, saber cómo están representadas en su mente, cómo son usadas por los sujetos para su razonamiento y cómo son empleadas por los profesores en función del logro de aprendizajes significativos en sus estudiantes. Nos interesa aquí centrarnos en el papel que juegan los modelos mentales de los estudiantes, como un tipo de representación (Johnson-Laird 1983, 1991, Nersessian 2008), en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que representan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior. Estas representaciones son construidas tanto por científicos como por cualquier otro sujeto. Podemos representar en nuestra mente todo lo que percibimos con los sentidos, asimismo, podemos representar algo que imaginamos sin necesariamente verlo o sentirlo. En cuanto a las representaciones, en términos generales podemos referirnos a ellas como externas e internas. Las externas son de carácter público y producidas en gran medida por la acción, intencionada o no, de las personas. Las representaciones internas son de carácter individual y *ocupan un lugar* en la mente de los sujetos. Nos permiten mirar el objeto en ausencia total del significante perceptible y pueden ser conceptos, nociones, creencias, fantasías, guiones, modelos mentales, imágenes, entre otras. El uso de nuestras representaciones no se circunscribe a ambientes específicos, las empleamos para la resolución de cualquier problema, bien sea este del ámbito educativo, familiar o laboral; para ello ponemos en juego diferentes formatos para representar la información según la complejidad del problema, nuestra experiencia, los propósitos de la inferencia y nuestra habilidad para utilizar inteligentemente los códigos de representación, (Rivière, 1986).

La teoría de los modelos mentales difiere de las teorías de razonamiento centradas en reglas deductivas. Parte de una tradición investigativa llamada *razonamiento informal* (Voss, Perkins & Segal, 1991), perspectiva que examina caminos diferentes a los seguidos por la lógica formal para evaluar el pensamiento. La teoría de los modelos mentales plantea que la gente construye modelos mentales que pueden ser considerados “análogos estructurales del mundo real o de situaciones imaginarias” (Nersessian, 1992, p. 9). Los modelos mentales de las personas reflejan sus creencias sobre el sistema, en tal sentido, debe existir correspondencia entre el modelo mental construido por el sujeto y el mundo real al cual este modelo hace referencia. En este mismo sentido, es importante destacar que los modelos mentales son dinámicos, incompletos, inespecíficos, parsimoniosos y evolucionan permanentemente al interactuar con el contexto. Independientemente de estas características los modelos mentales pueden ser usados de forma adecuada por los sujetos en los contextos en los que ellos se desenvuelven (Johnson-Laird, 1983, Norman, 1983, Vosniadou y Brewer, 1992, Vosniadou, 1997). Desde la perspectiva de Johnson-Laird el discurso sobre un modelo mental se basa en tres ideas centrales: a.) un modelo mental representa el referente de un discurso, esto es, la situación que el discurso describe, b) la representación lingüística inicial de un discurso captura el significado de ese discurso, o sea, el conjunto total de situaciones que puede describir y c) un discurso es juzgado como cierto si incluye como mínimo un modelo del mundo real. Asimismo, el autor diferencia entre modelos conceptuales como aquellos que representan asuntos más abstractos y modelos físicos, los que representan el mundo físico.

El estudio de los modelos mentales en la didáctica de las ciencias no es nuevo, según Tamayo (2009), se encuentran trabajos importantes en muy diversos dominios del conocimiento: el movimiento de los objetos, circuitos eléctricos, magnetismo, cambio químico, sistemas de propulsión, diagnóstico médico, movimiento de la tierra, sistema nervioso, bioenergética respiración, cadena respiratoria biológica, fotosíntesis, ecología. Además de la intencionalidad descriptiva, el uso de la modelización como estrategia de enseñanza y de aprendizaje ha conducido a una fructífera línea de investigación denominada, en términos generales, enseñanza y aprendizaje basado en modelos (Gilbert and Boulter, 2000, Clement and Rea-Ramirez, 2008, Nersessian 2008), la cual tiene como propósito central lograr aprendizajes en profundidad en los estudiantes, determinar la validez de modelos expresados y lograr mejores comprensiones de los modelos históricos en los diferentes campos del saber a través de la enseñanza. El uso de los modelos con estos fines se constituye en una estrategia para la cualificación de la enseñanza de las ciencias, la cual podría potenciarse a través de la identificación de obstáculos frente al aprendizaje como puente entre los modelos mentales y las actividades de enseñanza. Los obstáculos a los que hacemos referencia pueden ser de naturaleza epistemológica, ontológica, cognitivo-lingüística

y motivacional. Como se ilustra en la figura 1, la identificación de los modelos mentales de los estudiantes tiene como propósito central, en nuestro caso, reconocer los obstáculos que ellos tienen frente al aprendizaje de los conceptos enseñados por los profesores, de tal manera que se constituyen en punto de partida del actuar de los profesores en el aula.

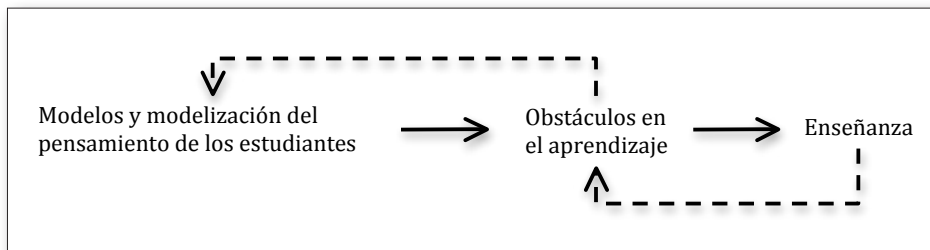


Fig. 1. Ruta general del proceso de investigación. La identificación de los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto respiración tiene como propósito central identificar los obstáculos que los estudiantes tienen frente al aprendizaje de estos conceptos, a partir de los cuales se propone la enseñanza.

El estudio sobre los modelos y la modelización en el aula de clase ha permitido identificar factores importantes en el aprendizaje y, asimismo, ha posibilitado la elaboración de propuestas curriculares. Estos estudios presentan una propuesta de enseñanza basada en modelos, que potencie el logro de aprendizajes en los estudiantes. En términos generales, la enseñanza de las ciencias no ha estado orientada a favorecer la construcción de modelos mentales por parte de los estudiantes. La fuerte influencia de la enseñanza tradicional en el área de las ciencias naturales propicia encontrar, tanto en los libros de texto como en las intervenciones orales de los profesores, teorías como estructuras acabadas e inmutables. Es frecuente hallar, dentro de este enfoque tradicional, la presentación de leyes y fenómenos siguiendo rigurosos criterios lógico-deductivos. Estos dos aspectos hacen sólo referencia a la estructura de la ciencia enseñada, si a ellos integramos los provenientes de la intervención didáctica característica de los enfoques tradicionales de la enseñanza, queda claro que históricamente no se ha favorecido ni el conocimiento ni la construcción, consciente y deliberada, de modelos mentales por parte de los alumnos.

Frente al conocimiento de los modelos mentales y al uso que se les dé a ellos para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos científicos, encontramos diferentes tendencias. En primer lugar, es posible considerar los modelos mentales, bien desde perspectivas de análisis unidimensional o multidimensional, como tipos de representaciones estáticas en las que el propósito final es la construcción del modelo mental sobre un concepto determinado y, en segundo lugar, fijar la atención más en el proceso que lleva a la construcción del modelo mental. Centrar la atención en los procesos que permiten u obstaculizan el paso de ciertos modelos mentales iniciales a otros modelos mentales finales, nos introduce en un nuevo y rico campo de investigación en la enseñanza de las ciencias, el cambio conceptual visto como un cambio en los modelos de los estudiantes.

Algunas líneas de investigación que en la actualidad se desarrollan en este campo son:

1. La naturaleza de los modelos, su formato representacional y el procesamiento de información que implica el uso del modelo.
2. Representaciones internas, externas y sistemas acoplados. Cómo la modelización mental acopla representaciones externas y procesos internos.
3. Estudio de la imaginación, las analogías y su relación con los procesos de modelización.
4. Papel de los modelos en el razonamiento, la solución de problemas y la comprensión del discurso.

5. Comprensión del razonamiento basado en modelos mentales. Modelos mentales, memoria de trabajo y memoria a largo plazo.
6. Comprensión de la modelización mental en: simulación imaginativa en imaginación mental, animación mental, representación basada en percepción.
7. Razonamiento basado en modelos y su relación con el cambio conceptual.
8. Conocimiento de las interacciones entre el formato representacional y los mecanismos de procesamiento de la información en función de comprender el aprendizaje en dominios específicos y la enseñanza en éstos.
9. La naturaleza de las representaciones en la memoria a largo término y su relación con el empleo de los modelos mentales.
10. Estudio de las relaciones entre simulación mental, modelización mental, y experticia. Modelización en expertos y novatos.
11. Dilucidación de la naturaleza de los mecanismos cognitivos a través de los cuales los mundos externo e interno interactúan, se entrecruzan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clement, J. J. and Rea-Ramirez, M. A. (2008). *Model Based Learning and Instruction in Science*. USA: Springer.
- Gilbert, J. K. Boulter, C. and Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (Eds.). *Developing Models in Science Education*, pp.3-18. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nersessian, N. (2008). Mental model in conceptual change. In: Vosniadou, S. (Ed). *International Handbook on Conceptual Change*, pp. 391-416.
- Nersessian, N. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. R. Giere (Ed.). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In: Gentner, D. & Stevens, A. L. (Eds.). *Mental Models*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Riviere, A. (1986). *Razonamiento y representación*. Siglo XXI: España.
- Tamayo, O. E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Educación y Pedagogía*, Vol. XVIII, (45), pp. 39 – 49.
- Tamayo, O. E. (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias* (1ª Ed.). Manizales: Universidad de Caldas.
- Voss, J. F. Perkins, D. N. & Segal, J. W. (1991). Informal reasoning and education. Hillsdale, NY: LEA.
- Vosniadou, S. and Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: A study of the conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, pp. 535-585.
- Vosniadou, S. (1997). On the development of the understanding of abstract ideas. In: Härnqvist & Burgen (Eds.). *Growing up with science. Developing early understanding of science*. Great Britain : Atheneum Press.