



Modelización multidimensional desde un enfoque artefactual: aportes al aprendizaje de la evolución biológica de las especies

López, Ana Milena¹ y Tamayo, Óscar Eugenio²

Resumen

Esta investigación en curso, tiene como propósito central comprender como la modelización multidimensional, desde un enfoque artefactual (los modelos para construir conocimiento) puede aportar al aprendizaje de la evolución biológica de las especies. Para ello, se propone estudiar los modelos mentales de estudiantes de básica secundaria sobre la Teoría de la evolución biológica de las especies, en la que se incluyan aspectos epistemológicos, ontológicos, cognitivo-lingüísticos, metacognitivos y motivacionales. Con relación a los aspectos metodológicos se propone un estudio de caso, en el cual se reconozcan los modelos mentales de los estudiantes y su uso consiente e intencionado para construir nuevos modelos que les permita resolver problemas complejos sobre la evolución.

Palabras clave: Modelos mentales, modelización multidimensional, enfoque artefactual, aprendizaje de la evolución biológica.

Categoría # 2. Trabajos de investigación (en proceso o concluidos).

Tema de trabajo #2. Modelización, argumentación, contextualización en educación en ciencias.

Objetivos

El objetivo de esta investigación es comprender como la modelización multidimensional desde un enfoque artefactual aporta al aprendizaje de la Teoría de la evolución biológica de las especies en estudiantes de básica secundaria.

Para lograr este objetivo, nos hemos trazado dos principales:

¹ Universidad Autónoma de Manizales. ana.lopezru@autonoma.edu.co.

² Universidad de Caldas y Universidad Autónoma de Manizales. oscar.tamayo@ucaldas.edu.co.



Revista Tecné, Episteme y Didaxis. Año 2018. Numero **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

- Describir comprensivamente el aporte de cada uno de los constituyentes de los modelos mentales multidimensionales, como artefactos de conocimiento, al aprendizaje de la Teoría de la evolución de las especies.
- Comprender el alcance de la perspectiva semanticista artefactual como teoría que fundamente el aprendizaje en el aula de ciencias

Marco teórico

Los modelos se han concebido desde dos corrientes, la filosófica y la psicológica. Dentro de esta última, se concibe que los modelos no son imágenes mentales, hacen referencia a representaciones internas de objetos, eventos o procesos que tienen una similitud con lo que se está representando; es decir, que el modelo hace referencia a una mediación entre la realidad y lo que se representa el sujeto en la mente. En otras palabras, son análogos estructurales de lo que se representa (Nersessian, 2002; Vosniadou, 2002).

Por una parte, los filósofos estructuralistas consideraron los modelos como sistemas de reglas semánticas que interpretan el cálculo matemático formal y abstracto y lo que permite establecer si los axiomas son verdaderos (Hartmann, 2008, Knuuttila, 2005, Morrison, 2007, Frigg & Hartmann, 2009; Portides, 2011, citados por Gilbert & Justí, 2016). Sin embargo, hacia los años 70's, los filósofos semanticistas (da Costa & French, 2003, van Fraassen, 1980), refutaron estas ideas, estableciendo un consenso general sobre los modelos como partes constitutivas de las teorías y representaciones de la realidad. Esta perspectiva semanticista dentro de la cual nos ubicamos, explica que un modelo representa una realidad X para un agente, pero en términos de similitudes; es decir, la realidad no se representa de forma exacta, sino que depende del agente que la produce y que, un modelo no se representa por sí solo, sino que la representación ocurre cuando alguien usa el modelo con alguna intención o propósito particular (Gilbert & Justí, 2016, Giere, 2010).

Por otro lado, Morrison & Morgan (1999), dieron comienzo a una idea no representacionista de los modelos y pasaron a una propuesta de producción, ellos ven los modelos como representación de ideas y con poder predictivo; en otras palabras, como agentes activos en la producción del conocimiento, al margen de los datos y la teoría. De la idea de que los modelos son en parte independientes de la realidad y de la teoría, como lo enfatizó Cartwright (1983), Morrison & Morgan (1999), proponen que funcionan de manera autónoma; es decir, que los modelos son una mediación entre la realidad y las teorías. No



obstante, esta idea fue poco desarrollada y retomada por Knuutilla (2005) para proponer el enfoque artefactual de los modelos.

Por otra parte, la modelización se ha convertido entonces en una línea de investigación en la Didáctica de las Ciencias que trata de dar un marco teórico para resolver la representación del pensamiento de los estudiantes y no solo para reconocer el pensamiento estudiantil en la investigación acerca del aprendizaje. En la perspectiva de la modelización, asumimos que esta incluye construir los modelos y manipularlos (Gilbet & Justi, 2016) y, que estos modelos en los que abordamos las ideas previas solo como un componente mínimo de ellos, vemos el valor agregado de las otras dimensiones, las cuales aportan a la comprensión de cómo los sujetos se representan el conocimiento en su mente a partir de sus experiencias y contextos.

En esta investigación, asumimos la modelización como la comprensión y el uso (por parte de los estudiantes) de sus propios modelos en la construcción de conocimiento. La modelización multidimensional hace referencia a considerar que los modelos mentales están constituidos por varias dimensiones: epistemológica, ontológica, cognitiva-lingüística, metacognitiva y motivacional (Tamayo, 2001).

En la actualidad, hablamos del giro epistémico de los modelos, lo cual es simplemente entender que los modelos son importantes para representar algo del mundo, pero más que eso los modelos sirven para construir conocimiento. Knuutilla (2005) propone los modelos como artefactos epistémicos; en la que, la modelización no se puede desligar de la construcción de nuevos fenómenos y procesos de conocimiento y, es aquí donde los modelos adquieren valor epistémico (Knuutilla & Boon, 2009). A partir de estas críticas, Knuutilla (2005) propone su enfoque no representacionalista de la representación, que consiste en dejar de ver los modelos solo como representaciones y lograr reconocer sus distintas funcionalidades: uso, producción, construcción de conocimiento e interacción con el mundo.

Ahora bien, es claro que los modelos son ante todo representaciones, pero cuáles son, entonces, sus objetivos. Para Knuutilla & Boon (2009) los modelos son dispositivos diseñados a propósito con el objetivo de proporcionar respuestas a algunos problemas científicos pertinentes; por lo tanto, el punto de partida de la modelización en la práctica científica es la cuestión que debe responderse en lugar de intentar representar con la mayor precisión posible un cierto sistema objetivo real.



Considerar los modelos como entidades independientes, como lo propusieron Morrison & Morgan, nos impulsa a abordarlos como objetos construidos concretos cuyo valor cognitivo deriva en gran parte de nuestra interacción con ellos (Knuuttila & Merz, 2009). Desde esta perspectiva, los modelos nos dan conocimiento no porque representen sus objetos blanco de forma más o menos precisa, sino porque están construidos a propósito para permitir inferencias de varios tipos. Asimismo, los modelos pueden ser usados con otros fines como la predicción, la medición, la experimentación y la solución de problemas, convirtiéndolos en herramientas epistémicas multifuncionales (Knuuttila, 2005, 2010).

Sobre la teoría de la evolución, González y Meinardi (2015), exponen tres obstáculos centrales frente al aprendizaje de la Teoría de la evolución:

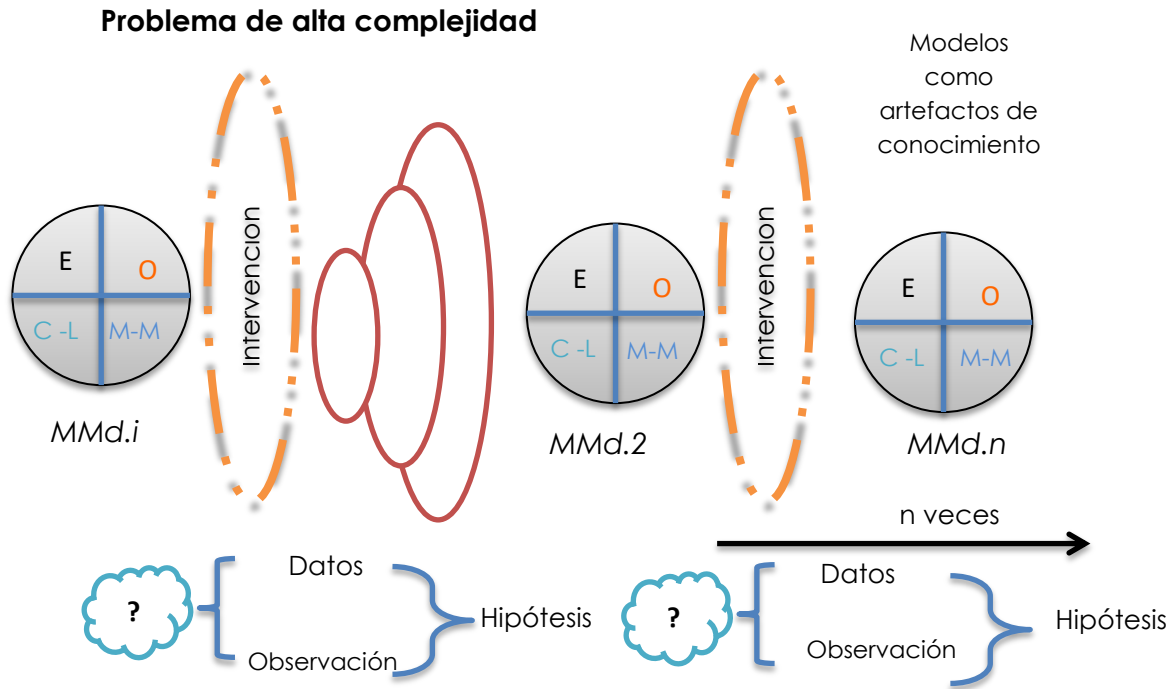
- Teleología de sentido común, que hace referencia al razonamiento según el cual todos los procesos y estructuras biológicos están orientados a la consecución de un fin.
- Razonamiento centrado en el individuo, que es el razonamiento según el cual los procesos biológicos tienen lugar a nivel individual.
- Razonamiento causal lineal, que consiste en transformar en una secuencia cronológica lo que sólo depende de relaciones lógicas no temporales.

Metodología

Nos proponemos realizar un estudio de caso que permita reconocer los modelos mentales multidimensionales iniciales de los estudiantes a partir de un problema socialmente vivo de alta complejidad. A partir de esos modelos, se propone la intervención del maestro, haciendo consciente a los educandos de los alcances y limitaciones de su modelo inicial, para lo cual, los estudiantes deben elaborar un nuevo modelo a través del razonamiento abductivo. Este proceso debe ser reiterativo para que los participantes usen sus modelos en la construcción de unos nuevos que les permita comprender los procesos evolutivos.

La figura 1 representa de forma general el diseño metodológico de la investigación:

Figura 1. Diseño metodológico



El razonamiento abductivo, permite en nuestro caso particular, que los estudiantes al identificar los alcances y limitaciones de sus modelos frente a otros nuevos problemas, tengan que recoger nuevos datos y generar hipótesis, lo cual, a nuestro criterio, podría detonar un modelo que atienda al último propuesto, generando conocimiento o produciendo nuevos aprendizajes.

Resultados esperados

Se espera con este proyecto, crear el alcance de la perspectiva semanticista artefactual como teoría que fundamente el aprendizaje en el aula de ciencias; es decir, trasladar aspectos de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias para construir un perspectiva de aprendizaje que incluya el uso de modelos mentales multidimensionales como artefactos de conocimiento.

Conclusiones

Construir los modelos mentales de los estudiantes, hace referencia no solo a reconocer sus ideas previas (dimensión epistemológica), sino que consideramos



otras perspectivas como la cognitivo-lingüística, la ontológica y la emotivo-afectiva (Tamayo, 2001). En esta línea de ideas, asumimos que modelizar el pensamiento de los estudiantes requiere mayores esfuerzos investigativos en lugar solo de representar sus ideas previas, lo que conllevaría a desarrollar procesos de investigación en el aula sobre el aprendizaje basados en la modelización.

La perspectiva de modelos como artefactos epistémicos, nace al interior de la filosofía de las ciencias y se basa en reconocer que los modelos se construyen con diversos fines; por ejemplo, razonamiento científico, construcción teórica y el diseño de experimentos; sin embargo, estos trabajos no se han desarrollado en el aula y se ha descuidado su potencial en la construcción del conocimiento científico escolar.

Referencias bibliográficas

- Cartwright, N. (1983), *How the Laws of Physics Lie?* Oxford: Clarendon Press.
- da Costa, N. & French, S. (2003). *Science and partial truth. A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning.* Oxford University Press: New York.
- Giere, R.N. (2010). An agent-based conception of models and scientific representation. *Synthese*, 172, 269 – 281.
- Gilbert, J. & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education.* Springer International Publishing Switzerland. 263 pp.
- González, L.M. y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciênc. Educ.*, Bauru, 21(1), 101-122.
- Knuuttila, T. (2005). *Models as Epistemic Artefacts: Toward a Non-Representationalist Account of Scientific Representation.* Academic Dissertation, November 2005. University of Helsinki, Faculty of Arts, Department of Philosophy and Faculty of Behavioural Sciences, Department of Education.
- Knuuttila, T. (2010). Not Just Underlying Structures: Towards a Semiotic Approach to Scientific Representation and Modeling. In: Bergman, M., Paavola, S., Pietarinen, A.-V., & Rydenfelt, H. (Eds.) (2010). *Ideas in Action: Proceedings of the Applying Peirce Conference* (pp. 163–172). Nordic Studies in Pragmatism 1. Helsinki: Nordic Pragmatism Network.
- Knuuttila, T. & Boon, M. (2009). How do models give us knowledge? The case of Carnot's ideal heat engine . Second biennial SPSP conference, september 16.
- Knuuttila, T. & Merz, M. (2009). An objectual approach to scientific understanding: The case of models. In Henk De Regt, Sabina Leonelli & Kai Eigner (eds.).



Revista Tecné, Episteme y Didaxis. Año 2018. Numero **Extraordinario.** ISSN impreso: 0121-3814, ISSN web: 2323-0126 **Memorias,** Octavo Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá

(2009). *Scientific Understanding: Philosophical Perspectives.* University of Pittsburgh Press. pp. 146—168.

Morrison, M. & Morgan, M. (1999), "Models as Mediating Instruments", in Mary S. Morgan and Margaret Morrison (eds.), *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science.* Cambridge: Cambridge University Press, 10-37.

Nersessian, N. J. (2002). *The cognitive basis of model-based reasoning in science.* In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.), *The cognitive basis of science* (pp. 133-153). Cambridge: Cambridge University Press.

Tamayo, Ó.E. (2001). *Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración (Tesis doctoral).* Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.

van Fraassen, B. (1980), *The Scientific Image.* Oxford: Oxford University Press.

Vosniadou, S. (2002). On the nature of naïve physics. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 61–76). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.