

*Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza.* ISSN 2027-1034

Edición Extraordinaria. p.p. 1471 - 1481

Memorias del X Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. V Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

9, 10 y 11 de octubre de 2019.

## EL SIGNO COMO BASE COMUNICATIVA DE LOS MODELOS EN BIODIVERSIDAD

### THE SIGN AS A COMMUNICATIVE BASIS OF THE MODELS IN BIODIVERSITY

Vicente Paz Ruiz <sup>1</sup>

María de la Luz Martínez Hernández<sup>2</sup>

#### Resumen

Con el objetivo de aportar en el conocimiento de las funciones representativas de los Modelos se hace una revisión de autores más relevantes sobre el tema para conocer qué es un modelo, cuál es la taxonomía de su estructura y cómo esta se modifica de acuerdo con su enfoque sea este sintáctico o semántico. Se propone que la base constructiva y comunicativa de los modelos se encuentra en su noción de signo y su uso, en un primer momento se atiende a Pierce (1958) -la semiótica- y en un segundo momento a Saussure (1996) -la semiología-. Al contrastar diversas nociones de modelo, se propone que el enfoque semántico concuerda con la construcción triádica del signo-modelo y su forma de comunicación con el sentido histórico y cultural de sus significados. En Biología, por ejemplo, uno es el modelo del científico que construye un fenómeno partiendo de la naturaleza y otro es el que se construye en la escuela con ese modelo científico como modelo. Se concluye que el fondo de prioridad del desarrollo de un modelo, ahistórico y estructurado o histórico y contextualizado tiene implicaciones en su concepción y validación epistémica, así como en su funcionalidad al emplear el modelo como recurso de comunicación, al igual que Oh y Oh (2011) se propone que esta debe de ser semiótica (mental) y no lingüística ante la imposibilidad relacionar algo ajeno a nuestro lenguaje, esto es fundamental en la forma en que se comunica un modelo a un grupo.

**Palabras clave** Modelo, modelo escolar, enseñanza de la ciencia, semiótica, semiología

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional. Unidad 094, Centro Ciudad de México. [vpaz@upn.mx](mailto:vpaz@upn.mx)

<sup>2</sup> SEP-CSES/UPN Unidad 094 Ciudad de México. [fluzma@hotmail.com](mailto:fluzma@hotmail.com)



## Abstract

With the aim of contributing to the knowledge of the representative functions of the Models, a review of the most relevant authors on the subject is made to know what a model is, what is the taxonomy of its structure and how it is modified according to its approach be this syntactic or semantic. It is proposed that the constructive and communicative basis of the models is found in their notion of sign and their use, at first, Pierce (1958) -the semiotics- is attended and in a second moment Saussure (1996) -the semiology -. When contrasting several notions of model, it is proposed that the semantic approach agrees with the triadic construction of the sign-model and its way of communicating with the historical and cultural sense of its meanings. In Biology, for example, one is the scientist's model that builds a phenomenon based on nature and another is the one that is built in school with that scientific model as a model. It is concluded that the priority fund for the development of a model, ahistorical and structured or historical and contextualized has implications in its conception and epistemic validation, as well as in its functionality when using the model as a communication resource, as well as Oh and Oh ( 2011) it is proposed that this should be semiotic (mental) and not linguistic given the impossibility of relating something foreign to our language, this is fundamental in the way a model is communicated to a group.



**Key Word** Model, school model, science education, semiotics, semiology

## Introducción

La ciencia, es una función social que un grupo de profesionales desarrolla históricamente, su labor es investigar y crear conocimiento, este último se concreta en teorías o leyes que explican y permiten comprender la realidad, se divide al menos en tres aspectos: la creación de conocimiento, su comunicación y divulgación, así como la formación de sus propios elementos. En los tres aspectos la educación tiene mucho que ver, debido a esa condición es que se ha desarrollado la formación primaria de los futuros científicos con base en una disciplina autónoma, la didáctica de la ciencia, según Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002).

Una de las formas emergentes de promover procesos enseñanza y aprendizaje de la ciencia son los modelos, estos constructos mentales que han sido conocidos y aplicados tanto en la ciencia –modelo científico-, en la divulgación –esquemas y maquetas-, así como en la enseñanza –mapas y experimentos escolares- en cada caso el uso del modelo se hace patente, en donde recibe diferentes nombres según su ámbito: científico, divulgación o escolar.

Debido a que los modelos son constructos mentales se deben de comunicar para que se puedan conocer, esta comunicación se da por medio de sus representaciones, los modelos en sí nunca son conocidos sino sus múltiples representaciones; trabajos como los de Gómez (2014) permiten conocer variadas representaciones de un mismo modelo, por medio de estrategias multimodales.

Los modelos han sido estudiados en su naturaleza (Giere, 1999, 2004; Gutiérrez, 2014; Adúriz–Bravo e Izquierdo 2009), estructura (Gutiérrez, 2014) y condiciones comunes (Oh y Oh, 2011), sin embargo, no siempre se refieren al mismo tipo de modelo, pues Giere (2004) al realizar un trabajo etnográfico en el ciclotrón de la Universidad de Indiana habla de un modelo científico. Gutiérrez (2014) preocupada por los profesionales de la educación habla del modelo del profesor, en tanto Gómez (2007) habla del modelo del alumno, estos últimos son modelos escolares.

En 2014, en una publicación en la Universidad de Valparaíso -Chile-, se denota lo que de manera tangencial han notado los estudiosos de los modelos su carácter comunicativo, Galagovsky, Bekerman y Di Giácomo (2014) mencionan que una clase de ciencia es un espacio de comunicación entre el docente experto en una temática y los estudiantes, los autores señalan que un problema central en enseñanza de la ciencia es hablar de ciencia, por la compleja red de significados que esto implica y el uso de términos especializados, así como dejar de lado u omitir que la comunicación es la base que permite promover los procesos pedagógicos y educativos.

Es por ello, que el objetivo de este escrito tiene como fin aportar el sentido comunicativo de los modelos, con la finalidad de que el docente que enseña



ciencia conozca estos aspectos básicos de la construcción del lenguaje científico basado en modelos.

Para ello se hace una revisión relacionado con los temas de lenguaje y comunicación, así como lo concerniente con modelos, con el propósito de tener referentes que permitan vincular a ambos. Este vínculo se da por un proceso de analogías y comparaciones entre la estructura del signo y lenguaje según Pierce (1958) y Saussure (1996), así como de los modelos según Adúriz-Bravo (2009) y Gutiérrez (2014) para articular aspectos comunes entre modelo y semiótica que se hipotetizan y que inciden –otra hipótesis- en la significación de los modelos en su enseñanza.

### **Referentes teóricos**

#### ***Algo de lenguaje y comunicación***

Una de las características fundamentales del hombre en sociedad es el desarrollo del lenguaje, sólo él en una comunidad desarrolla el uso de signos lingüísticos - simbolismo-El simbolismo de nuestro lenguaje implica una estructura y una base semiótica, quien denota esta relación es Descartes, pero Saussure (1996) es quien la establece como disciplina de estudio, la lingüística, en su caso llamándola semiología por la importancia que la relación diádica significado–significante tiene el signo. Por su parte Pierce (1958) aporta la semiótica lo que implica un proceso de semiosis, de construcción de significados que se desarrolla a partir de una relación triádica entre un signo (representamen), un objeto y un interpretamen (tercero).

Para que se construya significado o una cadena de significados se debe de tomar en cuenta el contexto y la cultura, luego es una propuesta histórica. Esta relación triádica es instantánea e inmediatamente dispara una serie de relaciones basadas en el primer representamen que forma una cadena de significados (semiosis).

Por lo que respecta a la ciencia y su comunicación un conocimiento científico es el que desarrolla un profesional en su ámbito y sus reglas de construcción y validación no tienen que ver con las construcciones y validaciones de otros ámbitos, como el cotidiano (Kuhn, 2005). Por ello la diferencia entre el conocimiento científico y el cotidiano es de cualidad, una de esas cualidades diferentes es el lenguaje.



El conocimiento científico tiene como uno de sus paradigmas base el positivismo y su variante transformada, el positivismo lógico, el objeto de estudio de la Filosofía de la Ciencia son los productos más no los procesos de estos, se concentraría en el contexto de descubrimiento no en el de justificación, esto lo volvía ahistórico al concentrar su objeto de estudio en el conocimiento elaborado y de validez universal (Hacking, 1983).

La Filosofía de la ciencia requiere de un análisis del lenguaje, si eso lo extendemos a los modelos –productos de la ciencia- para hablar de ellos se debería de hablar primero del lenguaje que permita comprenderles (citado en Acevedo-Díaz, 2017).

### ***Algo de modelos***

Los modelos han sido conceptualizados por diferentes autores, uno de ellos es Giere (Giere, 1999, p. 9), quien dice que los modelos científicos son constructos humanos, pero algunos proporcionan un mejor ajuste con el mundo que otros, y se puede saber que lo hacen, todas las representaciones son construcciones humanas resultantes tanto de la experiencia individual como social. Para Taper y Lele (2004) tiene una naturaleza funcional, un modelo es la representación de cómo funciona un sistema, para ser científicamente verificable, este modelo debe estar conectado a cantidades observables. En el caso de Aduriz-Bravo el modelo científico es una representación abstracta de fenómenos y procesos para explicarlos. A través de la introducción de datos en el modelo permite estudiar el resultado final (Aduriz-Bravo e Izquierdo, 2009). Por su parte Gutiérrez (2014) señala la polisemia del concepto de modelo científico como un problema para su comprensión, considera que un modelo es el descriptor detallado de los procesos mediante los cuales los humanos buscamos comprender la realidad y actuar eficazmente sobre ella, construimos modelos mentales de los sistemas físicos que en cada momento consideramos relevantes. Para Hilborn y Mangel (1997) los modelos son descripciones formales (herramientas científicas) que relacionan elementos y que están basados en hipótesis.

En todos los casos los modelos aluden ser productos de la ciencia y aportan – como toda la ciencia- en relacionar la teoría con la realidad de forma cada vez más estrecha, tienen un fondo realista pues parte de que la realidad existe y habla

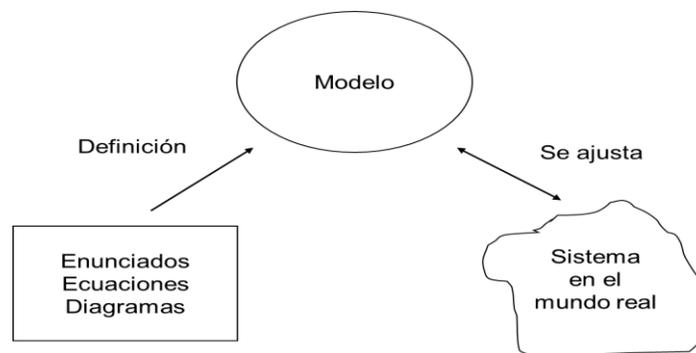
de cosas de la realidad o producto de entes reales, como productos mentales se construyen –son constructivistas- de acuerdo a un entorno específico y cobran significado en un ámbito –son históricos y contextualizados-, a diferencia de las teorías que pretenden ser universales y atemporales.

### Aspectos metodológicos

Para este trabajo se hizo una comparación y analogías entre la relación triádica del signo -semiótica- y los modelos, en este caso bajo las definiciones que se han visto anteriormente -Giere, Aduriz Bravo y Gutiérrez-. En este caso hacemos una separación necesaria entre semiótica y lingüística, ya que el primero incluye el estudio de los signos en tanto que un tipo de signo es el lingüístico, así las relaciones y consecuencias de las relaciones entre signo y modelo serán extensivas a todos los signos y su uso incluidos los lingüísticos.

El esquema del modelo de Giere (1999), tiene los siguientes elementos: sistema de mundo real, el modelo en sí, ajustes al modelo para tener más similitud entre él y el sistema mundo real. El orden no es rígido pues sólo alude la relación del modelo con la realidad, su construcción implica una relación con su entorno en tiempo espacio, en ese sentido es semántico (ver Figura 1).

Figura 1. El modelo y su función, tomado de Giere, 1999.

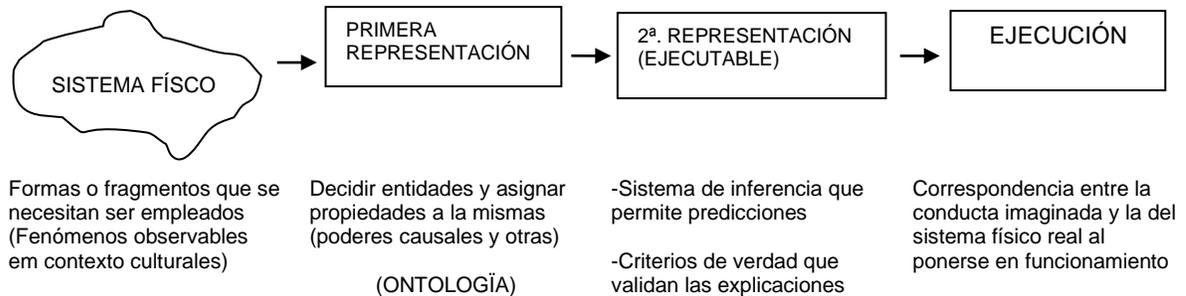


El esquema del modelo de Gutiérrez tiene los siguientes elementos; El sistema físico `mundo real`, la primera representación `ontología`, la segunda representación `epistemología` y la tercera que es la `ejecución`, el orden es preciso y los componentes se aprecian como fenómeno, entidades, propiedades, relaciones, sistema de validación, representación posible o ejecución, aquí el



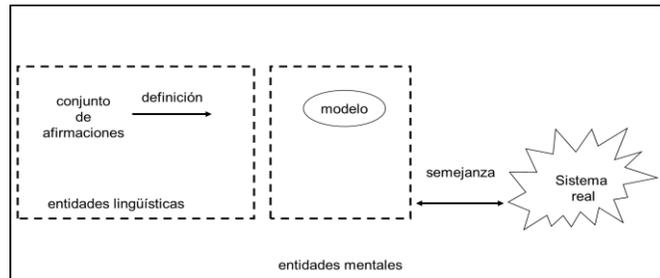
orden es preciso y en secuencia, sólo en ese orden se puede comprender (ver Figura 2).

Figura 2. Elementos del modelo mental, tomado de Gutiérrez, 2005, p.213.



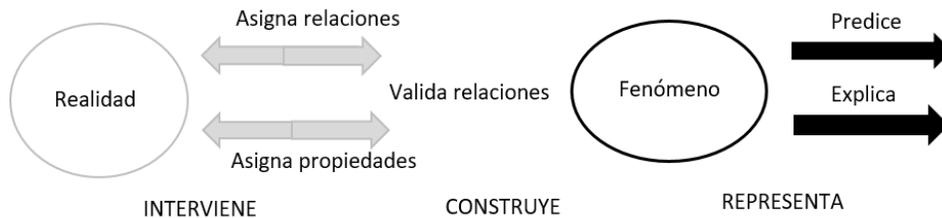
Adúriz-Bravo y Ariza (2014) argumentan sobre la naturaleza del modelo, reconocen que sólo se puede hablar de un modelo, el semántico concebido como una serie de signos. En esta versión de modelo, prácticamente la misma que la de Giere (1999), se reafirma la relación triádica de interpretamen, representamen y objeto– fenómeno, en analogía: quien hace el modelo, el objeto (sistemas reales) y el representamen -el signo- (modelo teórico). Como mencionan Oh y Oh (2011) los modelos se construyen por entidades mentales y no lingüísticas, al respecto Giere (1999) entiende que las entidades lingüísticas y las mentales -semióticas- son diferentes y tienen funciones disímboles en la comprensión de la realidad, aunque ambas aportan a la construcción de semejanzas con lo real. Giere (Tomado de Marzabal, 2012) esquematiza los componentes de una teoría, demarcando el modelo de los enunciados verbales (ver Figura 3).

Figura 3. Relaciones entre los componentes de una teoría, según Giere, tomado de Marzabal 2012



Aquí proponemos que un modelo se puede entender como una construcción mental llena de significados que nos permiten asignar y validar las relaciones que se establecen en la construcción de un fenómeno natural para posteriormente explicar y predecir su comportamiento, (ver Figura 4).

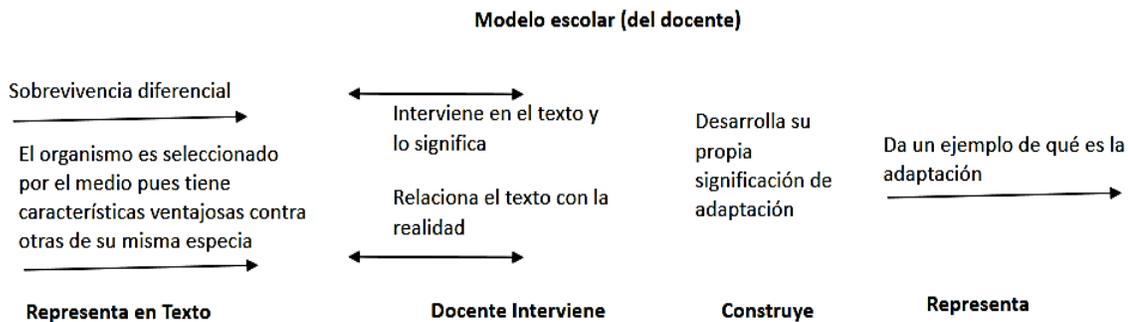
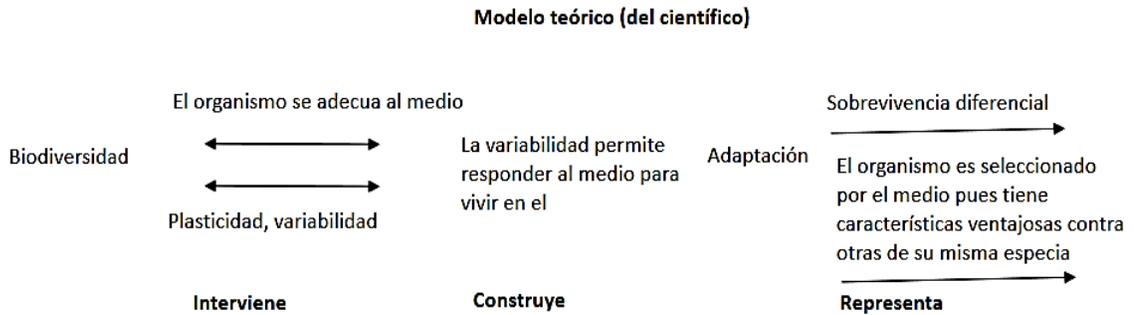
Figura 4. Representación esquemática de un modelo



En donde la fase 1 *Interviene*, la realidad es intervenida asignándole propiedades y relaciones, fase 2 *construcción* del fenómeno como acercamiento a la realidad, fase 3 *representa*, el fenómeno se explica y predice.

Para el caso de la Biología y su enseñanza se construyen al menos dos modelos, el teórico –del científico que construye y estudia un fenómeno- y el escolar del maestro, quien toma objeto el modelo del científico para construir uno propio. Por ejemplo, en el caso de la Biodiversidad, este es un fenómeno, que se puede construir a partir de asignar relaciones y propiedades, las valida y esto construye su fenómeno que ahora lo representa, el conjunto de ello es el modelo de Biodiversidad (ver Figura 5).

Figura 5. Paso de un modelo teórico de científico (superior) a un modelo escolar del docente (inferior).



Pero el maestro que enseñan Biología toma como objeto de estudio el modelo del científico y ahora el construye su propio modelo, un modelo de modelo para la enseñanza.

Los cuatro esquemas de modelo que se han presentado tienen una relación triádica, donde signo es el conjunto de estos tres elementos que se construyen mentalmente de forma instantánea. Tanto el signo según Pierce como el modelo según Giere, Aduriz – Bravo y Gutiérrez tienen coincidencias en su forma construirse mentalmente y no dependen de procesos gramaticales lingüísticos para ello, esta sería una diferencia con la teoría que se expresa como un conjunto de entidades lingüísticas, en tanto que el modelo es un cúmulo de entidades mentales.

## Conclusiones

Para construir un modelo se requiere que este sea mediado por una semiosis, por una red de signos con significados propios dentro de dicha red para conocer algo del fenómeno que así se construye. Al esquematizar el signo según Pierce en su relación triádica, sus partes son interdependientes, pero articuladas una con

base en otra de forma instantánea. El signo es la triada, lo que representa, el objeto es relacionado por el que interpreta, este se vuelve así mismo un significado y define un interpretante donde se alargan o retículan los significados, de la misma forma que un modelo no es lo que se representa, ni cada una de sus partes, es el conjunto de construcciones mentales, se da una analogía entre la relación triádica de construcción del signo y los significados relacionados con el esquema del modelo de Giere (1999). Para el caso de la enseñanza de la Biología, el científico -biólogo- estudia la naturaleza, construye su fenómeno, lo representa, explica y puede predecir. Pero ese modelo científico, ahora es el objeto que el docente interviene, lo construye, representa y explica a los alumnos es su modelo escolar (ver Figura 5). En un proceso de modelización en el trabajo escolar, el modelo es aquello que tiene el sujeto en su mente, es un modelo mental, lo que conoceremos serán sus representaciones, en tanto más representaciones diferentes, más facetas de un solo cristal, pero sólo percibiremos reflejos de ese cristal, nunca lo conoceremos pues al traducir eso a expresiones lingüísticas se pierde la naturaleza semiótica pura del modelo e instantánea del modelo mental.



## **Bibliografía**

- Acevedo-Díaz, J. (2017). Sobre modelos científicos. *Iberoamérica divulga. IBERCIENCIA*. Disponible en; <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Sobre-modelos-cientificos>
- Adúriz-Bravo, A. y Ariza, Y. (2014). Una caracterización semanticista de los modelos científicos para la ciencia escolar. *Bio-grafía, escritos sobre la Biología y su enseñanza*. 7(13), pp. 25-34.
- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Número especial, p. 40-49.
- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M (2002). Acerca de las ciencias como disciplina autónoma- *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), pp. 130-140
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giácomo, A. (2014). Enseñanza de la química lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. En Merino, C., Arellano, M., Aduriz- Bravo, A. (comp.) *Avances en didáctica de la química, modelos y lenguajes*. Chile: Universidad de Valparaíso.

- Giere, R.N. (1999). Del realismo constructivo al realismo perspectivo. En M. Izquierdo (Ed.): *Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, pp. 9-13.
- Gómez, A. (2014). El uso de las representaciones multimodales y la evolución de los modelos escolares. En Merino, C., Arellano, M., Aduriz- Bravo, A. (Ed) *Avances en didáctica de la química, modelos y lenguajes*. Chile: Universidad de Valparaíso.
- Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía, escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 7(13), pp. 37-66.
- Hacking, I. (1983). *Representar e intervenir*. México: IF-UNAM.
- Hilborn, R. & M. Mangel (1997). *The ecological detective: confronting models with data*. USA: Princeton UP.
- Kuhn, T. (2005). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Marzabal, A. (2012). Las actividades de los libros de texto de química para la teoría corpuscular y su contribución a la evolución de los modelos explicativos. *Estudios pedagógicos*. 38(1), pp. 181-19.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview? *International Journal of Science Education*, 33(8), pp. 1109-1130.
- Pierce, Ch. (1958). *La ciencia de la semiótica*. Argentina: Nueva visión.
- Saussure, F. (1996). *Curso de lingüística general*. Argentina: Gedisa.
- Taper, M.L. & Lele, S. (2004). *The nature of scientific evidence*. USA: University of Chicago Press.

