



## MODELOS Y MODELAJE. UNA PRIMERA DESCRIPCIÓN PARA SU USO EN LAS AULAS

**CHAMIZO GUERRERO, J. (1)**

QUIMICA INORGANICA. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

[jchamizo@servidor.unam.mx](mailto:jchamizo@servidor.unam.mx)

---

### Resumen

Nos encontramos en un momento en que muchas de las estrechas recetas sobre la actividad científica provenientes del positivismo lógico, asumidas y operadas por los investigadores y trasladadas a las aulas por los profesores, se encuentran con multitud de dificultades en todo el mundo. Por ello en muchos lugares se vuelve a reconsiderar el repensar completamente las ciencias y su enseñanza a través de sus modelos. Falta, sin embargo, una descripción que recoja la complejidad del tema y permita al mismo tiempo su discusión en las aulas. Aquí se presenta una primera descripción de modelos y modelaje para su uso en las aulas.

---

### OBJETIVO

Construir una primera descripción de modelos y modelaje que permita su discusión en las aulas

### MARCO TEÓRICO

Nos encontramos en un momento en que muchas de las estrechas recetas sobre la actividad científica provenientes del positivismo lógico, asumidas y operadas por los investigadores y trasladadas a las aulas por los profesores, se encuentran con multitud de dificultades en todo el mundo. Por ello en muchos lugares se vuelve a reconsiderar el repensar completamente las ciencias (Giere, 1999; Chamizo, 2009) y su

enseñanza a través de sus modelos (Gilbert, 2000; Clement 2008). Falta, sin embargo, una descripción que recoja la complejidad del tema y permita al mismo tiempo su discusión en las aulas.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Modelos

La palabra modelo es polisémica; se ha empleado y se emplea aún con sentidos diversos. Por un lado es ejemplar, es decir indica aquellas cosas, actitudes o personas que se propone imitar. La valentía de un guerrero, la inteligencia de un sabio, la solidaridad de un médico, la velocidad de un corredor o la belleza de una mujer son ejemplos de modelos en este sentido. Aquí se emplea la palabra modelo en su otro y también generalizado sentido. Así:

*Los modelos (m) son representaciones inexactas, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (M), con un objetivo específico.*

En esta definición todas las palabras son importantes: las *representaciones* son fundamentalmente ideas, aunque no necesariamente ya que también pueden ser objetos materiales. Las representaciones no son por sí mismas, y valga la redundancia, autoidentificantes. Las representaciones lo son de alguien que las identifica como tales. *Inexactas* reconoce desde el principio la no igualdad del modelo con aquello que representa. Una *analogía* está constituida por aquellos rasgos o propiedades que sabemos similares en **m** y **M**. *Que se construyen contextualizando*, remite a un tiempo y lugar históricamente definido lo que además enmarca la representación; *cierta porción del mundo* indica su carácter limitado, los modelos son respecto al mundo **M** parciales. *Un objetivo específico*, establece su finalidad, general pero no necesariamente, el explicar que es una de las más significativas características de las ciencias y también el predecir. Hay modelos que satisfacen solo una u otra finalidad.

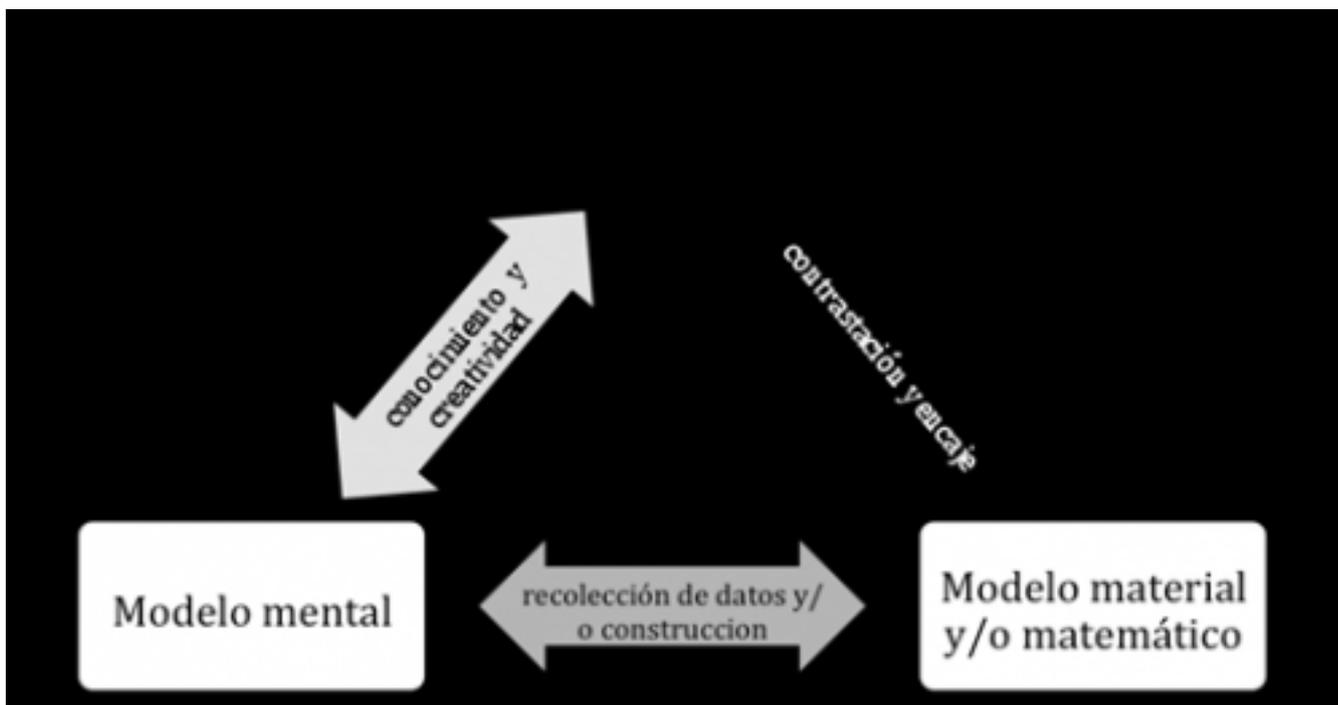
Hay que precisar más aún sobre tres aspectos de los modelos que permiten identificarlos claramente:

- De acuerdo con la analogía los modelos (**m**) pueden ser mentales, materiales o matemáticos.
- De acuerdo a su contexto pueden ser a su vez didácticos o científicos (Galagovsky y Arduriz-Bravo, 2001) dependiendo de la comunidad que los justifique y el uso que se les dé. Aquí es muy importante el momento histórico en el que los modelos son construidos. Puede decirse, en general, que los modelos más sencillos son los más antiguos.
- La porción del mundo (**M**) que se va a modelar puede ser un objeto, un fenómeno o un sistema integrantes del mismo.

## Modelaje

La construcción de un modelo es un compromiso entre las analogías y las diferencias que tienen con la porción del mundo que se está modelando. Así, cuando el modelo no encaja con los datos empíricos puede ser ampliado y corregido. Los modelos se desarrollan a través de un proceso iterativo en el cual la evidencia empírica permite revisar y modificar los presupuestos básicos de los mismos. Un modelo es generalmente uno, en una secuencia histórica en un área particular del saber, ya sea este científico o escolar.

La actividad científica consiste, fundamentalmente, en la construcción y validación de modelos y modelar es construir modelos. Ahora bien la actividad científica no empieza en los hechos, sino en las preguntas; y las preguntas dependen del marco teórico desde el cual se formulan. Así, los hechos no son independientes de los observadores y de sus maneras de ver el mundo. La sociedad en que viven día a día la comunidad científica, los docentes y los alumnos (los dos últimos en un proyecto de ciencia escolar) determina o limita el tipo de preguntas que se hacen o que pueden responder ellos mismos, además de influir en sus conclusiones, debido a la presencia o ausencia de programas educativos o de investigación científica, de reconocimientos o castigos a la misma actividad y de tolerancia o imposición de áreas de investigación. Un primer esquema sobre los modelos y el modelaje se muestra en la siguiente figura, en donde el resultado obtenido de enlazar los tres cuadros (mundo real; modelo mental; modelo material y/o matemático) a través de las tres funciones (conocimiento y creatividad; recolección de datos y/o construcción; contrastación y encaje) es **conocimiento**, ya sea éste escolar o científico.



Así, a partir de las preguntas, se deriva la construcción de un primer modelo: un modelo mental. La flecha que une ambos cuadros tiene dos puntas porque asume que las preguntas dependen de la estructura mental del individuo que las realiza, y por el otro defiende la postura empirista de acuerdo con la cual la

representación depende en su totalidad de los datos obtenidos a partir de la percepción del mundo. Lo anterior recordando que los modelos se construyen contextualizando una determinada porción del mundo con un objetivo específico. No hay ni reglas, ni métodos para aprender a hacerlo, pero sin duda requiere de dos condiciones:

- conocimiento (para saber hasta donde sea posible cómo es esa porción del mundo).
- imaginación y creatividad (para diseñar virtualmente el modelo compatible con esa porción del mundo de acuerdo al objetivo establecido).

El segundo paso en el modelaje consiste en expresar el modelo mental construyendo un modelo material y/o matemático. La expresión es, comparada con la riqueza y diversidad del modelo mental, necesariamente limitada. La persona (s) que esta modelando considera los aspectos más relevantes del modelo mental, recolecta datos, corrige, recomienza, afina y finalmente arriba a una versión final del modelo material. Aquí se promueve una primera discusión entre los diversos constructores del modelo. Es un proceso de ida y vuelta que se construye generalmente contestando las pregunta ¿qué pasaría si? o ¿cómo explicar esto? de allí que la flecha que une ambos cuadros también sea bidireccional.

Finalmente el modelo material debe ser sometidos a la prueba más importante que es la del experimento real, siempre y cuando éste sea posible. El contraste y encaje entre el modelo material y el mundo real implica la observación del modelo material y la conducta del objeto, fenómeno o sistema de referencia. Es una observación pública indicada con una flecha también bidireccional, una vez que resultado de la misma observación se pueden realizar adecuaciones al modelo material de manera que encaje de la mejor manera con el mundo real. En el encaje se prioriza la calidad de la explicación y de las predicciones hechas por el modelo. Aquí, dependiendo de la postura filosófica de la persona o la comunidad que construyó el modelo se puede ser más o menos estricto haciendo notar que un modelo material le puede quedar bien a cierta realidad concreta, tal y como un traje le puede quedar bien a una persona y mal a otra.

Así si el modelo encaja satisfactoriamente con la porción del mundo (**M**) que se identificó previamente (objeto, fenómeno o sistema) de acuerdo al objetivo establecido, una importante y última pregunta que deben hacerse los constructores del modelo (**m**) es si el modelo puede extenderse a otras porciones del mundo. Lo anterior sin olvidar que se puede tener al final más de un modelo (**m1, m2, m3...etc.**) de diferente complejidad para la porción del mundo modelada (**M**).

## CONCLUSIONES

Una primera descripción de modelos y modelaje como la aquí presentada se ha empezado a discutir en los salones de clase con alumnos de secundaria ([www.modelosymodelajecientifico.com](http://www.modelosymodelajecientifico.com)), bachillerato y primeros años de la universidad con resultados que serán motivo de una próxima comunicación.

## REFERENCIAS

Chamizo J.A. (2009), 'Filosofía de la química I. Sobre el método y los modelos', *Educación Química*, 20, 6-11.

CLEMENT J.J. (2008), *Creative Model Construction in Scientist and Students*, Springer, Boston.

Galagovsky, L. y Arduriz-Bravo, A. (2001), Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales, El concepto de modelo didáctico analógico, *Enseñanza de las ciencias*, 19, 232-242.

Giere, R.N., (1999), *Science without laws*, Chicago University, Press, Chicago.

Gilbert, J.K., Boulter C.J., (2000) *Developing Models in Science Education*, Kluwer Dordrecht.

## CITACIÓN

CHAMIZO, J. (2009). Modelos y modelaje. una primera descripción para su uso en las aulas. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2057-2061  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2057-2061.pdf>