

## 6 Los modelos científicos y su relación con la ficción.

Italo Alejandro Ortiz

**Resumen:** El propósito de este trabajo fue indagar sobre la relación que existe entre los modelos, como soporte teórico explicativo de hechos reales, y el rol que juega la ficción en el desarrollo de los mismos. Para lograr esto el método usado consistió en la lectura y análisis de bibliografía referente al tema. Como resultado de este análisis se encontró que los investigadores utilizan los modelos como elementos ficticios, por medio de los cuales intentan explicar los hechos utilizando hipótesis simplificadoras para facilitar el acceso perceptual y cognitivo. Las hipótesis se construyen en función del propósito y utilizando elementos que le son comunes al investigador, como un intento de reutilización del lenguaje. Una vez comprendido el hecho se modifica el modelo introduciendo nuevas hipótesis para que este coincida en forma más precisa con la realidad. Al introducir nuevas hipótesis se incrementa el universo del discurso y del lenguaje particular de la ciencia.

**Palabras claves:** modelos, ficción, lenguaje.

### 1. Qué son los modelos.

Se ha encontrado que no hay una definición única ni exacta de lo que es un modelo, ya que esta palabra es utilizada en la ciencia de formas muy diversas, algunas de las definiciones encontradas se mencionan a continuación:

Un modelo matemático es una relación entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones por un lado, y por el otro, una situación o fenómeno de naturaleza no matemática (Blomhøj, M., 2004)

Un modelo es una descripción interpretativa de un fenómeno, objeto o proceso, que facilita tanto el acceso perceptual como el acceso intelectual a dicho fenómeno (Bailer-Jones, D., 2003)

Un modelo es una versión simplificada de un sistema físico, sistema para el cual estudio detallado sería una tarea demasiado complicada (Frigg, R., 2010).

La corriente estructuralista (G. Stegmüller, J.Sneed, U. Moulines, G. Balzer) enfatiza que un 'modelo' es una estructura que hace verdadero un determinado enunciado, interpretación que proviene de la metamatemática (Cuadrado, G., 2008).

Se puede observar que los puntos de vista que los autores tienen sobre los modelos son muy variables, en algún caso se vincula al modelo con una entidad matemática, otras veces se trata como si fuera un elemento descriptivo de una situación o hecho particular. También se lo vincula con el concepto de verdad, o desde el punto de vista de la simplificación del hecho y el acceso perceptual al mismo.

Como quiera que sea, un modelo siempre representa a un objeto por lo que el propósito principal de este documento es indagar sobre cómo los modelos representan a los objetos, y cual es la relación entre los modelos y los sistemas reales.

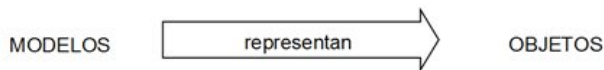


Figura 1 - Los modelos representan objetos

## 2. La intencionalidad del modelo.

Frigg (2010; 251-268) sostiene que el primer paso para abordar un problema es elaborar un modelo adecuado, y que este modelo es una representación estilizada y distorsionada del objeto bajo investigación, para el cual estudio detallado sería una tarea demasiado complicada.

También opina que cuando un modelo es presentado se llevan a cabo dos actos diferentes: el primer acto es la presentación como objeto de estudio de un sistema hipotético, también llamado *sistema modelo*; el segundo acto consiste en afirmar que el sistema hipotético representa una parte o algunos aspectos del mundo bajo estudio, ó *sistema objetivo*.

Esta división plantea preguntas relacionadas con cada uno de los actos de la representación. Para el primer caso lo que se pretende identificar es: qué es un modelo, qué cosas se pueden aprender a través de los modelos, y si un modelo puede ser en sí mismo considerado como verdadero o falso.

El segundo acto está vinculado a: la forma en que un modelo representa al sistema objeto, cuál es la relación entre el modelo y el sistema objeto que le permite al primero representar al segundo; y cuál es el rol que juegan las personas que utilizan a los modelos para representar al sistema objetivo.

Russell y Norvig (2010, cap. 22), sostienen que la relación existente entre los agentes inteligentes y el lenguaje es el sentido pragmático que los oyentes le dan a las frases que emite el orador. Cuando el orador habla el agente percibe un conjunto de palabras, el agente utiliza una gramática determinada, deriva de la misma un conjunto de interpretaciones semánticas posibles e interpreta el mensaje.

Puede considerarse que la construcción del mensaje opera en los niveles sintácticos y semánticos, el primero porque se debe utilizar en forma correcta las reglas de formación del mensaje, las cuales dependen del lenguaje, en el nivel semántico está implicado lo que se quiere decir. Sin embargo la interpretación se encuentra en un nivel pragmático, debido a que es dependiente del contexto en el cuál se emite el mensaje.

Supóngase que alguna persona dice lo siguiente: “*Aré lo que pude*”. Un observador externo al hecho podría pensar que es esa frase hay errores de sintaxis, y que la construcción correcta sería “*Haré lo que pueda*”. Sin embargo si se considera que la primer frase es una explicación al hecho que un obrero no pudo arar más de lo que aró por determinada circunstancia, entonces “*Aré lo que pude*” es correcta desde el punto de vista sintáctico. El receptor del mensaje lo decodifica y entiende que solo se hizo lo que se pudo.

Ahora se puede comprender que en la interpretación se debe tener en cuenta cuál ha sido la intención del orador, considerada

como un *acto del habla*, y el oyente debe descifrar qué tipo de acción conlleva el acto de habla emitido por el orador en función de la intención y el contexto.

En el ámbito de los modelos científicos, y en consonancia con la posición de Russell y Norvig, se encuentra el punto de vista de Giere (2010), quien dice que la representación científica tiene una concepción intencional ya que la selección del modelo depende del propósito para el que es utilizado.

Esta concepción intencional se puede representar por la siguiente fórmula: *los Agentes, A intentan; usar un modelo, M; para representar una parte del mundo, W; con algún propósito, P.* En la Figura 2 (extraída de Giere (2010)), se puede ver esta fórmula representada en forma esquemática.

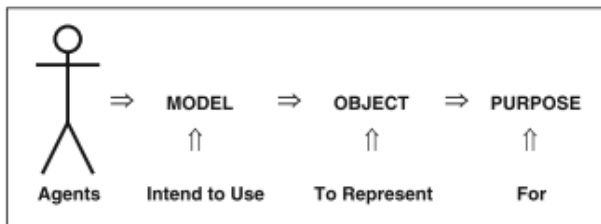


Figura 2 – Concepción intencional de un modelo

El punto de vista de Giere contrasta con la visión convencional mostrada en la Figura 1 e indica que el acto de modelar es más complejo que lo que habitualmente se piensa, y que tiene una carga intencional fuertemente dependiente de lo que el modelador desee representar por medio del modelo.

En otras palabras el modelo elegido para representar a un sistema objeto, considerando a esto como un hecho real, depende del propósito que se desee obtener con la representación.

### 3. Los modelos como ficciones

Algunos autores modernos sostienen que hay una fuerte semejanza entre las ficciones literarias y los modelos. Contessa (2010) clasifica los modelos científicos según su ontología en tres tipos: modelos materiales, modelos matemáticos, y modelos de ficción.

Un *modelo material* es por ejemplo una maqueta que representa a un edificio, o un modelo a escala de un determinado objeto real como podría ser la conocida hélice que representa al ADN. Los *modelos matemáticos* son expresiones escritas en algún lenguaje formal, como por ejemplo la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que define el comportamiento de un oscilador armónico simple:

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ecuación 1 - Frecuencia de un oscilador armónico simple

Otro ejemplo de este tipo es la representación en lenguaje formal de una sentencia en lenguaje de programación, Ben Ari (2001):

$$\forall x \forall y (x' = x \wedge (x \geq 0 \rightarrow y' = \sqrt{x}) \wedge (\neg(x \geq 0) \rightarrow y' = |x|))$$

Esta fórmula representa, en lenguaje de programación Pascal, a la sentencia:

if x>=0 then y := sqrt(x) else y := abs(x)

Dentro de la tercera clase, *modelos de ficción*, se incluyen objetos que no tiene existencia real, tales como el oscilador armónico simple, o un péndulo ideal.

Godfrey-Smith (2010) propone una clasificación similar, aunque no exactamente igual, al decir que la ciencia basada en modelos requiere o incluye al menos tres tipos de trabajos.

El primer trabajo es construir un *modelo real* para analizar y comprender a un sistema real; por ejemplo se construye un modelo a escala de un automóvil y se analiza su comportamiento a gran velocidad, realizando pruebas en un túnel de viento.

El segundo trabajo consiste en realizar *simulaciones por computadora*, práctica que es utilizada cada vez con mayor asiduidad.

Finalmente, el tercer tipo de trabajo consiste en la construcción de *modelos descriptivos informales* para describir procesos y mecanismos, recurriendo a la utilización de diagramas de flujo o dispositivos similares. Por ejemplo un algoritmo puede ser modelado por medio de una descripción informal del proceso, o bien por medio de un diagrama de flujo.

Puede verse que, el punto de vista de ambos autores es coincidente en la tercera clase de modelos, ya que ambos piensan que es posible describir un fenómeno utilizando otro objeto, ya sea este una fórmula, un diagrama de flujo, o una descripción del proceso en lenguaje natural.

Tomando por ejemplo la Ecuación 1, ésta no es el sistema masa-resorte, sino que es una descripción del movimiento periódico que realiza la masa cuando se la desplaza de su punto de equilibrio luego se la libera. Este movimiento es una oscilación armónica, cuya frecuencia depende de la masa y de la constante de elasticidad del resorte.

El sistema descrito por la Ecuación 1 no es un objeto concreto sino un sistema ideal, puesto que en él se han idealizado algunas de sus características, se ha considerado que el resorte no tiene fricción interna, y que la masa es puntual. Entonces, en tanto que sistema ideal, no tiene existencia física real, y por lo tanto se puede postular que es una ficción.

Esta ficción es una simplificación del sistema objeto, para el cual un estudio detallado sería muy complicado (Frigg, R., 2010), describe en forma interpretativa el fenómeno, y facilita tanto el acceso perceptual e intelectual a dicho fenómeno (Bailer-Jones, D., 2003)

#### 4. El modelo en relación con el lenguaje

Giere, R. (2010) afirma que la *lingüística basada en el uso* es un tipo de como *lingüística cognitivo-funcional*, y afirma que "alguien usa una porción de la lengua con un propósito comunicacional determinado, y por lo tanto se puede asociar a esta porción del lenguaje una función determinada".

Además, sostiene la "determinación de la dimensión simbólica o funcional de la comunicación lingüística, la cual implica en todos los casos el intento de una persona para manipular los estados intencionales o mental de otras personas".

Giere (2010) también menciona que el patrón de búsqueda de habilidades es de dominio general, en el sentido de que permiten a los agentes, cualquiera sea la clase de estos, categorizar diferentes aspectos de su mundo en un *número manejable* de clases de cosas y eventos.

Esto podría asociarse a una necesidad intrínseca de economizar esfuerzos en torno a la representación, reutilizando objetos, tal como se hace en la Programación Orientada a Objetos con los denominados *casos de uso*.

Centrando la perspectiva en el uso del lenguaje, se podría pensar que lo que los agentes reutilizan patrones en un intento por obtener una "economía del lenguaje". Quizá las formas nemotécnicas de aprendizaje estén basadas en la economía del lenguaje y en la similaridad entre objetos bien conocidos y objeto que se intentan conocer o representar.

Por otra parte no se debe dejar de lado la perspectiva basada en la intencionalidad, que nuevamente acerca el punto de vista de Russell y Norvig con el de Giere, en el sentido que el orador desea que el oyente crea (o comprenda) que un modelo M representa a un objeto O. Y ya que M no es O, sino que lo representa es posible considerar que M es una ficción de O.

Este es el caso de un actor que en una obra de teatro representa a un personaje, en la visa real el personaje es la ficción y el actor

lo real, sin embargo cuando se adopta el punto de vista desde la obra de teatro lo real es el personaje, convirtiendo al actor en una ficción que representa al personaje.

Ahora bien dado que un mismo actor puede representar a varios personajes cabe preguntarse si un mismo modelo  $M$  puede representar a varios objetos  $O$ , es decir si  $M$  no resulta ser polisémica.

La respuesta es que sí existen modelos que pueden representar a distintos objetos, veamos para esto el siguiente ejemplo.

La frecuencia de oscilación de un sistema mecánico masa-resorte dada en la Ecuación 1 también puede expresarse como se muestra abajo, donde  $H$  es la relación entre la constante de elasticidad del resorte y la masa suspendida de él;  $H=k/m$ .

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{H}$$

Esta última expresión se puede utilizar para representar a un oscilador inductivo-capacitivo (LC), reemplazando  $H$  por el producto de  $L$  y  $C$ ;  $H=L.C$ . La selección de  $k/m$ , o de  $LC$  depende del contexto en el que se utilice el modelo, sin embargo independientemente de este contexto la hipótesis simplificadora del modelo permite el acceso perceptual al hecho real. Esta hipótesis simplificada no explica el fenómeno en forma total ni exacta, pero ayuda a comprenderlo.

Una vez comprendido en su forma más simple, el modelo se puede mejorar introduciendo otras variables que lo expliquen con mayor precisión, por ejemplo agregando el efecto de la fricción en el modelo mecánico o de la pérdida de calor por efecto Joule en el modelo electrónico.

Esta modificación del modelo contribuye a aumentar el lenguaje particular del contexto para el que se elaboró el modelo.



## 5. Conclusiones

En el acto de modelar se utilizan elementos ficticios (*sistema modelo*) con el objeto de representar hechos reales (*sistema objeto*). Los sistemas modelos son hipótesis simplificadoras del sistema objeto, que tiene como propósito facilitar el acceso perceptivo y cognitivo.

El investigador elabora las ficciones utilizando elementos que le son conocidos y por medio de analogías construye el modelo. El uso de analogías permite economizar esfuerzos en cuanto a la utilización del lenguaje y a la construcción de conocimiento.

La selección de una ficción u otra depende del propósito para el cual se elabora el modelo, y del receptor del modelo, ya que este último debe ser capaz de comprenderlo utilizando el lenguaje que dispone en ese momento. El receptor al interpretar el modelo puede generar nuevos conocimientos a partir de los que ya posee.

## Bibliografía

- Bailer-Jones, D (2003), "When scientific models represent" en *International studies in the philosophy of science*. Vol. 17, No. 1, pp. 59-74
- Ben Ari, M (2001). *Mathematical logic for computer science*. Londres: Springer-Verlag.
- Blomhøj, M (2004). "Modelización Matemática - Una Teoría para la Práctica Matemática" en *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics*. National Center for Mathematics Education. Suecia, p. 145-159. Traducción: María Mina
- Contessa, G (2010). "Modelos científicos y objetos ficticios" en *Synthese*. Vol. 172, pp.193-195. Springer Science+Business Media B.V.
- Cuadrado, G (2008). *Revaloración de la falsación en la corriente estructuralista de la concepción semántica*.

- Frigg, R (2010). "Models and fiction" en *Synthese*. Vol. 172, pp. 251-268. Springer Science+Business Media B.V.
- Giere, R (2010). "*An agent-based conception of models and scientific representation*" en *Synthese*. Vol. 172, pp.269-281. Springer Science+Business Media B.V.
- Godfrey-Smith, P (2010). "Models and fictions in science" en *Synthese*. Vol. 172, pp. 101-116. Springer Science+Business Media B.V.
- Russell S. y Norvig P. (2010). *Artificial Intelligence, a modern approach*. 3ra Edición. Pearson Educación.

\* \* \*