



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Idealizaciones y aproximaciones en la construcción de modelos: una justificación pragmática

Dairon Alberto Arboleda Quintero

**PhD. Universidad del País vasco, Gestión de la innovación
Tecnológica.**

dairoarboleda@itm.edu.co

Instituto tecnológico metropolitano (Medellín, Colombia)

Resumen

Referente a los modelos científicos y las idealizaciones, simplificaciones y aproximaciones usadas en su construcción, se han generado intensos debates que se abordan en este trabajo: ¿Qué es un modelo y como se clasifican los modelos usados en ciencia?, ¿Los modelos solo representan la realidad o además tienen carácter interventivo?, ¿Las idealizaciones son mentiras útiles o verdades por convención?. Respecto a estos cuestionamientos se defienden y proponen unas tesis que se expondrán en el cuerpo del artículo.

Palabras claves

Modelo, idealización, abstracción, representación, convención, falsacionismo

1. Introducción

Cuando se construyen modelos es usual usar simplificaciones o suposiciones que generan debates entre la comunidad educativa o científica: planos infinitos en un mundo esférico, mercados en equilibrio perfecto, masas como puntos o hilo sin masa en un péndulo, son solo algunos ejemplos. Grandes científicos y filósofos incluso, han cuestionado el uso de idealizaciones y cláusulas Ceteris Paribus en la ciencia. En este trabajo se trata de mostrar que las idealizaciones no son la



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

excepción, sino la norma en la ciencia (Lakatos,) y por lo tanto se deben seguir utilizando, porque se puede corroborar que aún con estas incorporadas, los modelos científicos son útiles a nivel práctico. Lo más importante es que el usuario del modelo sea consciente de dichas simplificaciones y su alcance a nivel pragmático. Por ejemplo, el modelo matemático usado para datar fósiles con Carbono catorce, es útil para menos de X años y se debe utilizar otros elementos Químicos cuando la edad del fósil supere este límite. En este trabajo se tratarán de dilucidar algunos cuestionamientos acerca de los modelos científicos y se mostrarán los resultados más importantes de mi trabajo Doctoral relacionada con esta temática. Las tesis básicas que se defienden apuntan a que no se debe hablar de modelos falsos o verdaderos, sino que los modelos son útiles o inútiles a nivel práctico y que antes de usar un modelo el usuario debe conocer las limitantes y alcance de este: idealizaciones, abstracciones, aproximaciones, clausulas Ceteris Paribus, entre otras.

Frigg & Hartmann (2006, p.1) mencionan una gran variedad de modelos y argumentan que corresponden a problemas distintos: en la semántica se pregunta por la función representacional, la ontología qué tipo de cosas son los modelos, para el epistemólogo interesa como aprendemos de los modelos y la filosofía de la ciencia indaga por la relación entre los modelos y las teorías científicas.

2. ¿Qué es un modelo, algo material o en el reino del pensamiento?

Es muy complicado definir el concepto de modelo por la gran variedad de estos que se usan en el quehacer científico y por las distintas funciones que pueden



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

cumplir en el ámbito de la ciencia. Hay modelos abstractos en la matemática, pero también hay modelos materiales como los modelos tridimensionales a escala usados en la construcción de una represa, por ejemplo. Hay quienes consideran que la función primordial de un modelo es representar el mundo real, pero otros van más allá y dicen que los modelos intervienen y modifican el sistema representado, porque es sabido que todo modelo es una representación, pero no toda representación es un modelo (Mapas, estatuas). En las últimas décadas se les atribuye a los modelos una función epistémica, porque se puede aprender de los modelos. El único punto en el que hay un relativo consenso, es en el hecho de que todos los modelos son manipulables y mejorables, porque desde que construimos un modelo, este nos hace pensar en sus propias mejoras y que los modelos nos ayudan a realizar inferencias acerca del sistema correspondiente.

Una definición apropiada del concepto de modelo debe responder por lo tanto, tres cuestionamientos básicos: ¿Qué es un modelo, cuál es su función y que limitantes tiene? Propongo de acuerdo a esto una definición corta, pero que enfatiza en estos tres puntos: “Un modelo es una abstracción que permite realizar inferencias acerca de un sistema real, el cual generalmente contiene aproximaciones y asunciones idealistas manipuladas intencionalmente por el investigador”

Esta es una definición que a pesar de ser corta y simple indica que es un modelo (abstracción), cuál es su función (inferir), cuáles son sus limitantes (idealización) y además resalta la manipulabilidad que le permite el modelo al investigador. La mayoría de las definiciones se quedan cortas en algún aspecto: los filósofos estructuralistas enfatizan en la función representacional de los modelos, para Friedman (1953) es el poder predictivo la virtud más sobresaliente que puede poseer el modelo, en tanto que para Samuelson (1963) es el poder explicativo lo fundamental. Para Knuuttila & Voutilainen (2002) los modelos son artefactos



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

epistémicos en contraste con la percepción duhemiana, que no les atribuye la virtud de generar conocimiento.

A continuación se esbozan otras concepciones relacionadas con los modelos donde predominan las nociones de modelo como descripción o como representación básicamente.

Bailer-Jones (2003, p.1) concibe el modelo como una descripción interpretativa de un fenómeno, donde se entiende por fenómeno un hecho o evento en la naturaleza que merece investigación amplia (lluvia que cae, estrellas que irradian luz). Las descripciones interpretativas pueden consistir en idealizaciones y simplificaciones, por lo que los modelos tienden a ser descripciones parciales. Coleman (2002) presenta una definición de modelo donde aparecen explícitos los términos idealización y simplificación, por lo que parece más completa que la definición de Bailer-Jones que requiere elucidación al respecto: “A simplified or idealized description or conception of a particular system, situation, or process (often in mathematical terms: so mathematical model) that is put forward as a basis for calculations, predictions or further investigation” (Coleman, 2002, p.4).

La definición de Haefner (2005) es muy simple y también necesita ser complementada con notas explicativas: “A model is a description of a system” (Haefner, 2005, p.3). Donde una descripción se concibe como un signo que puede ser decodificado o interpretado por Humanos. Para Giere (1988) los modelos son entidades abstractas (no verdaderas ni falsas) que definen situaciones idealizadas de los fenómenos naturales. Los modelos son representaciones que usan los científicos para representar el mundo.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Cartier *et al* (2001) resalta en su definición el carácter explicativo y predictivo de los modelos, que es una función primordial de éstos: “A Scientific Model is considered to be a set of ideas that describe a natural process. A scientific model conceived in this way can be mentally run, given certain constraints, to explain or predict natural phenomena” (Cartier *et al*, 2001, p.4).

Stockburger (1998) menciona otra característica de los modelos que los diferencia de las teorías científicas; el modelo debe ser cambiado o manipulado con relativa facilidad: “A model is a representation containing the essential structure of some object or event in the real world” (Stockburger, 1998). Clasifica esta representación solo en dos clases: físicos (modelo de un aeroplano) y simbólico (lenguaje natural, ecuación matemática). Dice que los modelos son necesariamente incompletos y que el científico busca lo necesario para explicar el fenómeno. El modelo debe ser cambiado o manipulado con cierta facilidad (cambio de parámetros). Propone la construcción de modelos en cuatro fases: simplificación-idealización (identificar características relevantes del mundo real), representación-medida (que significa cada símbolo), manipulación-transformación (llevar a otro lenguaje), verificación.

Ducheyne (2008) también enfatiza en la función representacional de los modelos: “Scientific Models are functional objects designed by users to represent certain aspects of the natural world. Scientific models are a subset of mental representations” (*Ibid.*, p.8).

En cuanto a la diversidad de criterios usados para clasificar los modelos en ciencia, se propone que se centren en las verdaderas potencialidades de los modelos: la manipulabilidad, la posibilidad de interacción que le brindan al usuario y su intervención directa (mediada por el usuario) en el avance científico. Se desestima el énfasis en la representación en una postura netamente pragmática:



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

los modelos más que representar intervienen activamente en el quehacer científico (Knuuttila, 2004; Hacking, 1998). Se propone una clasificación aparentemente simple pero acorde con este enfoque: modelos interactivos y pasivos. Los primeros son los que permiten una verdadera interacción con el usuario y brindan conocimiento de diversas maneras diferentes a la mera representación. Los modelos pasivos cumplen básicamente una función representacional y en este trabajo se identifican con muchas analogías usadas en ciencia, de las cuales no se desconoce su gran valor desde el punto de vista didáctico.

2. ¿Los modelos representan, intervienen o realizan ambas funciones?

Hay autores como Hacking (1998) que no le prestan tanta importancia a la función representacional de los modelos y la mencionan como una entre las tantas funciones de estos, recalcando más bien en su función interventiva. Knuuttila & Voutilainen (2002) diferencian la naturaleza representacional de los modelos de su carácter interventivo. Es decir que los filósofos mencionados no consideran necesaria una discusión acerca de la representación científica: hay que pasar de los conceptos de verdad y representación a los de manipulación y experimentación (Hacking, 1998). Knuuttila (2004) comenta que aunque hay muchas críticas a las teorías representacionales (Suárez, 2003; Frigg, 2002) se niegan a abandonar esta idea a la hora de analizar el papel de los modelos en la ciencia y propone considerar más bien los modelos como artefactos, como mediadores entre la teoría y la realidad y no como representaciones de esta (en Madrid, 2009, p.103). Madrid trata de mostrar utilizando la teoría cuántica que la ciencia no es representación del mundo. Invoca a Hacking que va mas allá de la representación del realismo estructural y de la predicción del instrumentalismo, centrándose en la experimentación (*Ibíd.*, p.179). Frigg (2002, p.2) dice que dentro las múltiples funciones que tiene el modelo la



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

representación es de gran importancia: para ser una fuente de conocimiento un modelo debe ser representativo y si queremos aprender acerca del mundo a través de un modelo, esto involucra alguna clase de representación. Su crítica va dirigida al estructuralismo y a la noción de isomorfismo entre modelo y sistema designado.

En su libro *Representar e intervenir* (1998), Hacking propone pasar de los conceptos de verdad y representación a la manipulación e interpretación. Los científicos al representar el mundo lo intervienen, lo modifican. Las representaciones científicas no solo están cargadas de teoría sino que consideran la tarea para la cual fueron realizadas. De acuerdo a Clark (1989), representar es actuar y no solo conocer analógicamente el mundo. Por lo tanto en una teoría representacional se debe tener en cuenta toda la actividad científica (Echeverría, 1998a, p.10). Hacking (1998) le otorga una significativa importancia a las prácticas experimentales: los modelos cambian de manera impredecible y no hay una división entre modelos matemáticos y físicos. En cualquier caso, el objetivo principal de estos modelos es permitir la experimentación, la creación, producción y estabilización de fenómenos que no existen fuera de los artefactos de los experimentadores.

Es muy importante lo que señala Hacking (1998) de no diferenciar entre modelos físicos y matemáticos, porque los primeros están cargados de matemática y los segundos tienen sentido cuando se contextualizan al mundo físico. En la clasificación que se ha propuesto en este trabajo, ambos son modelos interactivos. Los modelos de la lógica matemática pertenecerían a los modelos representativos, hasta tanto no se apliquen a un fenómeno concreto.

3. ¿Las idealizaciones son mentiras útiles o verdades por convención?



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Aunque en matemáticas se usan convenciones como asumir que cero factorial es uno ($0!=1$) y en la física se clasifican los cuerpos celestes como planetas también por convención (más de x tamaño o diámetro), se argumenta en este trabajo que en las ciencias naturales se usan idealizaciones no como mentiras útiles o convenciones, sino para fijar los límites prácticos del modelo. Se muestra con un caso concreto del modelo del péndulo simple, que dichas idealizaciones tienen su justificación a nivel empírico, mostrando una divergencia poco significativa entre los experimentos idealizados y no idealizados.

Contrario a la creencia de ciertos filósofos, la mayoría de los modelos construidos en el quehacer científico usan idealizaciones y abstracciones, lo cual amerita un análisis profundo de estas y su defensa desde un punto de vista pragmático. Se muestra con el modelo del péndulo, como la diferencia entre un experimento idealizado y este mismo sin usar idealizaciones, es poco significativa a nivel práctico. Es decir, que no tiene sentido afirmar que los modelos son verdaderos o falsos, sino más bien que son útiles o inútiles a nivel empírico.

Para Poincaré los axiomas de la geometría son como verdades disfrazadas y no pueden ser juicios sintéticos *a priori* ni hechos experimentales. Son convenios y aunque la elección entre muchos convenios posibles es guiada por hechos experimentales, siguen siendo libres y solo limitados por la necesidad de evitar toda contradicción (Rescorla, 2011)

Poincaré acepta que la matemática y la ciencia (física) se asemejan en sus métodos de descubrimiento, pero recalca que se diferencian en sus formas de confirmación. Según Poincaré, no es posible confirmar experimentalmente la geometría euclidiana ni otro tipo de geometría. Las ciencias naturales además del componente matemático tienen componentes hipotéticos y experimentales. De



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

todas formas considera Poincaré que las ciencias físicas presentan cierta convencionalidad en sus inferencias, porque el investigador escoge la hipótesis óptima entre varias posibles y además la física tiene leyes que son verificables y también principios convencionales que no se pueden probar empíricamente; tal es el caso del principio de conservación de la energía que es convencional porque básicamente define el concepto de energía.

Los modelos económicos, en contraste con los modelos de las ciencias naturales de validez universal (al menos en la tierra), presentan una fuerte dependencia de factores locales o contextuales que conlleva rasgos de convencionalidad o que pueden depender de convenciones, en el sentido de que ciertas medidas gubernamentales se adoptan por consenso entre los parlamentarios de una nación:

El desmoronamiento y el abandono del sistema de cambio convertible a partir de Breton-Woods, la decisión de Nixon de suspender la convertibilidad del dólar (1971), las dos crisis petroleras y el continuo incremento de la inflación, marcan el final de la modelación estructural en economía porque los grandes modelos macroeconómicos se adaptan mal al nuevo contexto. (Armatte, 2006, p.54)

Bunge (2005, p.460) afirma que toda hipótesis y toda teoría es una ficción útil, observando el ficcionalismo como una combinación de pragmatismo y convencionalismo, pero recalca que estas ficciones (idealizaciones, abstracciones y aproximaciones) no tienen nada afín con la literatura fantástica. Incluso este connotado filósofo les resta importancia a las convenciones usadas en matemáticas puras:



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

El convencionalismo es el punto de vista de que las teorías o hipótesis son convenios útiles más que representaciones más o menos verdaderas (o falsas) de los hechos. Esto suena a verdadero en las matemáticas puras que son una creación mental constreñida solo por los requisitos de exactitud y no contradicción. Pero hasta en las matemáticas el número de convenciones es poco significativo frente al número de proposiciones obtenidas (Bunge, 2005, p.460).

Complementa Bunge señalando que el convencionalismo es inaplicable a las ciencias factuales, dado que estas se caracterizan por el descubrimiento y explicación de los datos de la experiencia, que no pueden ser convenciones. El investigador asume la coherencia empírica (aproximada) tan solo como un indicador de la verdad factual.

Parece entonces, que el convencionalismo es más prometedor en ciencias como la geometría o la economía, que en las ciencias naturales y por lo tanto, se propone en este trabajo justificar el uso de idealizaciones en un contexto pragmático.

4. Conclusiones

En este trabajo se propone una definición del concepto de modelo que responda a varios cuestionamientos y se clasifican los modelos en una forma muy simple (Interactivos y pasivos), pero que develan una gran diferencia entre los modelos que permiten interacción con el usuario y las simples analogías o modelos de bolas y palos usados en Química.

No se desestima la función representacional de los modelos, sino que se propone enfatizar en otras funciones en el contexto práctico: construcción y optimización de



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

los modelos, relación con las leyes y teorías científicas y sobre todo, el potencial de los modelos para generar conocimiento.

Se defiende el uso de idealizaciones en un contexto pragmático, descartando de entrada que se conciban como mentiras útiles para la ciencia o verdades por convención. Los modelos son útiles o inútiles, pero no tiene sentido decir que son verdaderos o falsos.

5. Bibliografía

Frigg, R. (2002). *Models and representations: Why structures are Not Enough*. Measurement in Physics and Economics Project Discussion Paper Series, DP MEAS 25/02, London School of Economics. Retrieved June 15, 2008, from: <http://www.citeulike.org/article/3624575>.

Giere, R. (2004). *How model are used to represent reality*. Minnesota: University of Minnesota. Retrieved March 7, 2008, from: <http://www.tc.umm.edu/~giere/hmurr.pdf>.

Giere, R. (2008). *An Agent-Based Conception of Models and Scientific representation*. University of Minnesota. Retrieved May 5, 2009, from: <http://philsci-archive.pitt.edu/>.

Hacking, I. (1998). *Representar e intervenir*. Barcelona Ediciones Paidós.

Hartmann, S. (2005). *Model as a tool for theory construction some: strategies of preliminary physics*. Retrieved November 30, 2007, from: <http://philsci-archive.pitt.edu/>

Ibarra, A. & Larrañaga, J., (2007). *¿Los modelos de la ecología de poblaciones como representaciones interventivas?*. Representaciones, 3 (2), pp. 43-62

Ibarra, A; Mormann, T. (2000). *Una teoría combinatoria de las representaciones científicas*. Crítica, vol XXXII, Nro 95: 3-46.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Ibarra y Mormann (2005). *Interactive Representations*. Representaciones vol. 1, SIRCA Publicaciones Académicas. Vol. 1 numero 1 2005: 1-20.

Ibarra, A; Mormann, T. (2006). *Scientific theories as intervening Representations*. Retrieved July 26, 2009, from: http://personal.lse.ac.uk/frigg/Ibarra-Mormann%20Scientific%20Representaion%20Theoria_55.pdf .

Knuuttila, T.; Voutilainen, A. (2002). *A parser as an epistemic artefact: a material view on models*. Retrieved July 10, 2007, from: <http://philsci-archive.pitt.edu/>

Lakatos. (1978). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.

Larrañaga, J. (2009). *La constitución de una población: prácticas representacionales en ecología de poblaciones*. Tesis doctoral. Donostia: Universidad del País Vasco.

Madrid, C. (2009). *La equivalencia matemática entre mecánicas cuánticas y la impredecibilidad en la teoría del caos*. Dos casos de estudio para el debate realismo-instrumentalismo. Tesis doctoral. Madrid: Universidad complutense de Madrid.

Suárez, M. (2002). *An inferential conception of scientific representation*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635