

Reseña: *Simulation and Similarity* de Michael Weisberg

MICHAEL WEISBERG

Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World. Oxford: Oxford University Press, 2013, 208 pp.

ISBN: 978-0199933662

Itatí Branca¹

Recibido: 30 de agosto 2016.

Aceptado: 2 de septiembre de 2016.

La utilización de modelos para representar y comprender distintos fenómenos del mundo es una estrategia tan antigua como la ciencia misma. En el año 2000 AdC Egipcios y Babilónicos ya empleaban modelos matemáticos para intervenir e introducir mejoras en su vida cotidiana (Schichl, 2004). No obstante, el uso sistemático de estos dispositivos en ciencia puede enmarcarse a partir del siglo XIX, tratándose principalmente de modelos mecánicos (Bailer-Jones, 2013), y sólo recientemente el estudio de este tema cobró particular importancia en el marco de la filosofía de la ciencia y la epistemología.

Este interés epistemológico sobre la construcción de modelos y sus usos en las prácticas científicas comenzó a manifestarse tímidamente en 1950, a partir de la apreciación de la ubicuidad de su uso en ciencia, siendo analizado su rol en relación al desarrollo de las teorías (Bailer-Jones, 1999). Posteriormente, fue señalado cada vez con mayor énfasis el lugar privilegiado que ocupan los modelos en la ciencia, llegando a considerarse cierta autonomía en la actividad del modelado respecto de las teorías (Morgan & Morrison, 1999), o incluso a afirmarse que eran los modelos y no las teorías los auténticos vehículos del conocimiento científico (Suppe, 2000).

Ahora bien, se agrupan bajo la noción de “modelo” a una gran variedad de dispositivos, abstractos o concretos, tales como sistemas de ecuaciones matemáticas, gráficos, estructuras computacionales, físicas, entre otros. A su vez, estos son utilizados con fines muy variados como el de precisar predicciones, resumir datos, el diseño heurístico de experimentos, la representación y explicación de fenómenos, etc (Bogen, 2005). Esta heterogeneidad en las formas, contenidos y usos de los modelos, han convertido a su abordaje una tarea particularmente compleja.

El libro “Simulación y similaridad” de Michael Weisberg representa una contribución muy relevante al poner a disposición de científicos y filósofos un marco general, unificado, que aborda preguntas centrales que atraviesan la cuestión del modelado en ciencia: ¿Qué son los modelos?, ¿Qué tipos hay?, ¿Cómo se construyen?, ¿En qué consisten las idealizaciones?, ¿Cuál es el rol de las interpretaciones de los modeladores?, ¿Qué relaciones existen entre los modelos y los fenómenos del mundo?

Quizás una de las mayores virtudes del libro resida en el abordaje claro y organizado de todas estas cuestiones, siempre con la mirada puesta en las prácticas científicas y el desarrollo de ejemplos concretos. Este estilo da lugar a un libro sumamente accesible para principiantes y el público general, sin dejar de atender al mismo tiempo a discusiones claves, y plantear aportes novedosos que lo vuelven igualmente interesante

¹ CONICET/CIFyH – UNC

✉ itatibranca@gmail.com

Branca, Itatí; (2016); Reseña: *Simulation and Similarity*; *Epistemología e Historia de la Ciencia*; 1(1); 87-93. ISSN: 2525-1198



para cualquier experto en el área. En lo siguiente presentaremos brevemente algunos de estos desarrollos, para luego detenernos en el análisis de algunas cuestiones o aspectos que merecen ser profundizadas.

Continuando con la perspectiva pragmática de Giere (2004), Weisberg define a los modelos como “estructuras interpretadas que pueden ser utilizadas para representar un fenómeno real o imaginado” (Weisberg, 2013, p. 15). Estos dos componentes, la “estructura” y la “interpretación”, conforman el núcleo esencial sobre los que se erigen la mayoría de los aportes subsiguientes en el libro.

La consideración por los distintos tipos de estructuras constitutivas, lleva a Weisberg a distinguir entre tres clases de modelos utilizados en las prácticas científicas contemporáneas: *modelos concretos*; *modelos matemáticos*; y *modelos computacionales*. De cada una de los cuales desarrolla un ejemplo paradigmático al que recurrirá en lo sucesivo (el modelo hidráulico de la bahía de San Francisco; el modelo Lokta-Volterra de las relaciones presa-predador; y el modelo de segregación urbana de Schelling).

Presentada esta taxonomía, Weisberg se introduce de lleno en el análisis de la constitución o “anatomía” de los modelos. De acuerdo a esta propuesta, los modelos se componen por tres elementos claves: una estructura –concreta, matemática o computacional–, una interpretación² y una descripción. La descripción puede ser concreta o abstracta, y su función consiste en especificar al modelo (al menos parcialmente). La interpretación, a su vez, introduce un aspecto de especial relevancia en la propuesta de Weisberg: la intención de los modeladores. Dicha interpretación agrupa la definición de la *asignación*, esto es, cómo se mapean las distintas partes del sistema de interés (“target”) en el modelo; el *alcance* deseado por parte de los modeladores, qué aspectos del sistema se intentará representar mediante el modelo; y los *criterios de fidelidad* que capturan el grado de ajuste modelo-mundo aceptable para los modeladores. Esto incluye tanto a la exactitud de los resultados o comportamientos que arroja el modelo con respecto a los observados en el sistema de interés (*fidelidad dinámica*), como a la medida en que la estructura del modelo mapea la estructura del sistema en el mundo (*fidelidad representacional*).

A esta estructura general, Weisberg suma un factor que cumple un rol adicional en la construcción de los modelos: las ontologías populares. Estas involucran a las imágenes mentales, y la capacidad de apelar a escenarios ficcionales que tienen un lugar privilegiado a la hora de pensar, construir y analizar los modelos. Mediante la introducción de esta noción el autor intenta evadir a las perspectivas ficcionales de modelado. Perspectivas que además objeta mediante una serie de argumentos en los que no nos detendremos aquí pero que resultan convincentes.

En el libro, Weisberg también realiza un gran trabajo en conducir al lector a una visita guiada a la cocina del modelado en las prácticas científicas. Aquí presenta nuevamente dos grandes variedades de estilos, los modelos construidos con un sistema de interés específico como objeto, y modelos no orientados a un sistema concreto. En relación a estos tipos de modelos desarrolla múltiples ejemplos de las formas en que son construidos y analizados, señalando distintas particularidades que estos presentan en cada caso. En esta gran cocina, los objetivos y alcance esperado por los modeladores son la sal del modelado, los cuales se encuentran determinados a un nivel más general por los ideales representacionales adoptados. En el capítulo seis, Weisberg detalla estos distintos tipos de ideales que suelen regir la construcción, análisis y evaluación de modelos: *completitud*, *simplicidad*, *causal-1*, *maximización* (“maxout”) y *generalidad-p*.

² El término que Weisberg utiliza para hacer referencia a la interpretación es el de “Construal” que no tiene traducción directa al castellano, por lo que adoptaremos la palabra “interpretación” como equivalente.

A su vez, la adopción de algunos de estos ideales también determina el tipo de idealización que será implementada a la hora de introducir distorsiones en los modelos. Estas distorsiones pueden ser introducidas a fines de simplificar y reducir detalles para hacer el modelo más abordable en un principio siendo luego completado de manera progresiva (*idealizaciones galileanas*); focalizar el núcleo de relaciones causales más relevantes presentes en el sistema de interés (*idealizaciones mínimas*); o abordar un fenómeno de interés complejo mediante distintos modelos simples que varían en las características que representan del sistema y sus asunciones (*idealización de modelos múltiples*).

La perspectiva general de Weisberg sobre los modelos se completa luego en el capítulo ocho, en donde el mismo presenta su perspectiva de *similaridad* como la relación que debe establecerse modelo-mundo. Esta noción no involucra una forma prefijada y única en la que el modelo puede relacionarse al mundo sino que existen muchas relaciones posibles. Los objetivos teóricos de los científicos, su reconstrucción del sistema de interés y el contexto, son los que determinan en cada caso cuáles son los aspectos relevantes del sistema a ser representados y en qué grado los modelos deben ser similares en estos aspectos para considerarse adecuados (nótese aquí la fuerte influencia de los desarrollos de Giere, 1988). Con esta definición, el autor consigue dar respuesta a discusiones clásicas sobre la noción de similaridad, y a la crítica de que “cualquier cosa podría ser similar a otra”: El modelo debe ser similar al sistema en aspectos y grados específicos que son definidos por los modeladores en cada caso de acuerdo a sus intereses y teorías. Al mismo tiempo, la relación de similaridad no siempre se establece entre el modelo y el sistema de interés de manera directa. Frecuentemente, el modelo es contrastado con una representación matemática o abstracta de dicho sistema. De esta forma, el autor también consigue dar respuesta a algunos problemas clásicos en relación a la capacidad de representación de los modelos matemáticos, computacionales o abstractos, sobre fenómenos concretos/físicos.

Ahora bien, el punto más novedoso en la propuesta de Weisberg reside en el desarrollo de una sofisticada fórmula que permite evaluar el grado de similaridad entre el modelo y el sistema de interés. Esta fórmula se inspira en los trabajos psicológicos previos de Tversky (1977), quien estudió los juicios de similaridad o disimilaridad efectuados por sujetos experimentales. De acuerdo a estos desarrollos, los juicios de similaridad dependen en gran medida del peso que le otorgan los sujetos a las características de los objetos y cuáles consideran más relevantes para ser contrastadas. Esta valoración es formalizada –mediante la teoría de conjuntos– en una función que permite sopesar la relevancia de las distintas características y el grado en que son compartidas por ambos objetos. Mientras las características compartidas sean mayores a las no compartidas podrá decirse que estos son similares. Esta perspectiva le brindó a Weisberg un marco formal para introducir la noción de la “interpretación” de los modeladores. Del mismo modo en que los sujetos ponderan las características y definen a unas como más relevantes que otras, los modeladores otorgan un peso diferente a las características del sistema de acuerdo a sus objetivos, criterios de fidelidad y el contexto en el que se desarrolla el modelo. Sólo habiendo definido la relevancia de cada característica, puede valorarse luego la medida en que son representadas por el modelo. La ponderación del conjunto total de características, permite establecer el grado de similaridad modelo-sistema.

Por último, Weisberg presenta una herramienta epistémica más para el abordaje de los modelos: el análisis de robustez. Este tipo de análisis consiste básicamente en introducir variaciones en el modelo ya sea en los valores de los parámetros, los componentes vinculados a los mecanismos estructurales o incluso el modelo completo

modificando la forma en la que este es representado. Estas variaciones permiten determinar cuán robustos son los atributos mecánicos del modelo, y este en su totalidad. Weisberg defiende que esta prueba tiene un valor epistémico fundamental al permitirnos determinar la confiabilidad del modelo, como así también de las predicciones y explicaciones que obtenemos de él.

Habiendo realizado un recorrido por los contenidos abordados por Weisberg puede apreciarse ahora lo ambicioso que es el libro, y lo sustancial que resulta como una guía para el abordaje epistemológico de distintas cuestiones que atañen al tema del modelado en las prácticas científicas. Esta gran variedad de temas abordados en los distintos capítulos, sin embargo, se presenta a veces poco articulada en una estructura más general, y es tarea del lector ir entretejiendo estos contenidos. Quizás esto se deba a que Weisberg reúne en este libro muchos contenidos trabajados en publicaciones anteriores (Weisberg, 2006, 2007a, 2007b, 2012). Al mismo tiempo, como un buen libro de tal envergadura, deja abierta numerosas preguntas y puntos a profundizar. En esta dirección se nos presentan algunos temas que merecen una mayor atención.

El primer punto del que cualquier lector debiera quedar advertido es que este no es un libro sobre simulaciones. Más allá de la promesa en el título, Weisberg casi no se detiene en el tema a lo largo del libro, que como podrá notarse es sobre los modelos en ciencia. Si bien estas nociones, modelado y simulaciones, se encuentran estrechamente vinculadas (sobre todo en el caso de los modelos computacionales) existe una clara distinción entre las mismas (Maria, 1997). De hecho Weisberg las distingue, al hablar sobre análisis numérico menciona

Otras veces, el análisis numérico involucra simulación, computar el comportamiento del modelo usando un set de condiciones iniciales, lo que da un resultado sólo para ese set de condiciones iniciales (Weisberg, 2013, p.82, mi traducción).

Notando esta distinción que el mismo autor establece, no se explica luego el título elegido, o la falta de desarrollo sobre este tema específico.

En segundo lugar, atendiendo a un tema de importancia menor, podemos notar que los criterios que Weisberg utiliza para establecer su taxonomía de modelos no resultan claros. Como anticipamos, el autor enuncia que de acuerdo a la “estructura” componente pueden distinguirse modelos concretos, matemáticos o computacionales. Sin embargo, luego agrega que los modelos computacionales bien podrían ser descriptos como modelos matemáticos. Para Weisberg las razones para mantener la distinción entre estos modelos entonces residen en que son usados de distintas formas para “dar explicaciones científicas” (p.20). Mientras los modelos matemáticos centran su fuerza en los estados del sistema y relaciones entre variables, los modelos computacionales atienden a las reglas de transición o procedimientos, “Entonces mientras que ontológicamente no son distintos tipos de modelos, estos funcionan diferente en la práctica y tienen capacidades representacionales diferentes, por lo que deben serles dadas sus propias categorías” (Weisberg, p.20, mi traducción).

Si bien la distinción que Weisberg señala entre modelos matemáticos y computacionales es plausible, el criterio de distinción ahora ya no está puesto en las diferencias en la estructura, sino en la función y formas de uso. Con este criterio en mente, ahora se vuelve confuso clasificar en un mismo grupo de modelos concretos, a modelos como los construidos a escala y modelos de organismo. Si bien ambos tipos de modelos tienen una estructura física, estos también funcionan diferente en la práctica y tienen capacidades representacionales diferentes. Como bien señala Eric Winsberg (2013) en su propia reseña de este libro, lo que justifica las inferencias que podemos extraer es muy

distinto en el caso de los modelos de organismo y los modelos contruidos. Mientras que en el primer caso nuestras inferencias se ven justificadas por una historia evolutiva o factores biológicos que el modelo organismo comparte con el sistema de interés; en el segundo caso estas se justifican por haber podido reconstruir a escala de una forma exacta las características del fenómeno de interés. En este sentido, los modelos contruidos pueden ser erróneos, mientras que los modelos de organismo no. Estas, entre otras diferencias, nos obligarían a establecer mayores distinciones entre los modelos “concretos”, nótese que estos además incluyen a los modelos de experimentos y modelos de poblaciones.

Exigir una profundización exhaustiva que considere las características particulares de todas las clases de modelos en el desarrollo de una taxonomía es un contrasentido, no obstante, sí es deseable que las distinciones generales trazadas conserven un criterio claro.

Otra cuestión llamativa del libro es que al introducirse en el tema de la idealización Weisberg omite enmarcarla en la distinción clásica de abstracción e idealización desarrollada en la literatura (Cartwright, 1999; Harré, 2002; Jones, 2005). Para Weisberg, todos los casos presentados son idealizaciones, las cuales consisten en introducir distorsiones en el modelo de manera intencional. Estas “distorsiones” involucran la simplificación, restringir detalles, asumir características falsas no relevantes, entre otros. La única mención que realiza del término abstracción, es en el marco de los modelos mínimos para referir a la exclusión de detalles no causales que estos presentan. Sin embargo, en los otros tipos de “idealización” también se implementa la abstracción (ya sea para “simplificar” en el caso de las *idealizaciones galileanas*, o para focalizar sólo alguna característica en el caso de los *modelos múltiples*). Distinguir las nociones de abstracción e idealización permitiría esclarecer el modo en que estas estrategias son utilizadas en los distintos casos presentados por Weisberg. Asimismo, hubiera resultado interesante que el autor realizara algún abordaje del tema de la introducción de elementos falsos o ficciones en los modelos, y los usos y funciones que este tipo de estrategia tiene en ciencia³.

Finalmente, existe una última cuestión a revisar que atañe a un eje central del libro: la perspectiva de similaridad basada en la ponderación de características. A pesar de la flexibilidad que tiene la fórmula desarrollada por Weisberg para ser aplicada a la gran variedad de modelos utilizados en las prácticas científicas, esta no resulta del todo satisfactoria para dar cuenta de la relación de similaridad. Es en todo caso una buena propuesta para evaluar la adecuación del modelo en relación a los objetivos e interpretaciones de los modeladores, pero no para determinar cuan adecuado es el ajuste modelo-mundo.

La definición de Weisberg de que un modelo debe ser similar al sistema en aspectos específicos que se determinan de acuerdo a los objetivos adoptados por los modeladores, es en principio una idea plausible. El problema en la generalidad de esta propuesta surge cuando se evalúa la fórmula que presenta Weisberg. Como anticipamos, al aplicar esta fórmula para determinar el grado de similaridad modelo-sistema de interés, se otorga un peso específico a cada característica a contrastar. Esta valoración de cada característica depende de los objetivos y criterios de fidelidad adoptados por el modelador. Así, por ejemplo, si el interés del modelador fue el de identificar mecanismos *posibles* que expliquen el comportamiento del sistema, no será valorado que el modelo presente un alto el criterio de fidelidad representacional respecto a los mecanismos. Esto se verá luego

³ Weisberg presenta en el capítulo siete a los modelos hipotéticos que son altamente ficcionales, sin embargo, esto es muy lejano a la introducción de elementos falsos o ficciones en modelos no hipotéticos como puede ser el uso de la noción de poblaciones infinitas.

reflejado en la fórmula, no siendo valorada la similaridad a nivel de mecanismos pero sí a nivel de los atributos. El problema entonces es que un modelo que presenta un “mecanismo posible” podría ser determinado altamente similar al sistema de interés, mientras que sólo presenta similaridad respecto a los resultados que arroja. Como puede apreciarse, esto muestra como en verdad la fórmula no nos permite apreciar el grado de similaridad del modelo al sistema, sino cuán adecuado es respecto a los ideales establecidos por los modeladores. Esta noción de similaridad, además, no nos dice nada acerca de cómo establecer si las relaciones representacionales son adecuadas, ni cómo establecerlas.

Más allá de todos estos señalamientos, el libro de Weisberg es realmente un mapa extenso que aborda numerosas cuestiones del modelado en las prácticas científicas, invitando al lector a introducirse en este complejo mundo. El libro tiene además la virtud de mostrar al lector una serie de problemas filosóficos que debieran ser abordados a la hora de pensar en los modelos y sus usos en las prácticas científicas.

1. Agradecimientos

La revisión conjunta y discusiones sobre este libro que llevamos a cabo con Juan Durán, Manuel Barrantes y Andrés Ilcic representaron un aporte fundamental a pensar los temas aquí presentados. A ellos quiero agradecer por ese espacio de discusión tan motivador que hemos construido.

2. Referencias

- Bailer-Jones, D. M. (1999). Tracing the Development of Models in the Philosophy of Science. En L. Magnani, N. J. Nersessian, & P. Thagard (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*; 23-40. Springer
- Bailer-Jones, D. M. (2013). *Scientific Models in Philosophy of Science*. Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh Press.
- Bogen, J. (2005). Regularities and causality; generalizations and causal explanations. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36(2), 397-420.
- Cartwright, N. (1999). *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge, UK: New York, NY: Cambridge University Press.
- Giere, R. N. (2004). How Models Are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science*, 71(5), 742–752.
- Harre, R. (2002). *Cognitive Science: A Philosophical Introduction*. SAGE Publications.
- Jones, M. R. (2005). Idealization and Abstraction: A Framework. En M. R. Jones & N. Cartwright (Eds.), *Correcting the Model: Idealization and Abstraction in the Sciences*; 173–218. Rodopi.

- Maria, A. (1997). Introduction to Modeling and Simulation. En *Proceedings of the 29th Conference on Winter Simulation*; 7–13. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.
- Morgan, M. S., & Morrison, M. (1999). *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*. Cambridge University Press.
- Schichl, H. (2004). Models and the History of Modeling. En J. Kallrath (Ed.), *Modeling Languages in Mathematical Optimization*. pp. 25-36. Springer US.
- Suppe, F. (2000). Understanding Scientific Theories: An Assessment of Developments, 1969-1998. *Philosophy of Science*, 67(3), 115.
- Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84(4), 327-352.
- Weisberg, M. (2006). Robustness Analysis. *Philosophy of Science*, 73(5), 730-742.
- Weisberg, M. (2007a). Three Kinds of Idealization. *Journal of Philosophy*, 58, 207–233.
- Weisberg, M. (2007b). Who is a Modeler? *The British Journal for the Philosophy of Science*, 58(2), 207-233. Weisberg, M. (2012). Getting Serious about Similarity. *Philosophy of Science*, 79(5), 785-794.
- Winsberg, E. (2013). [Review of *Review of «Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World»*, por M. Weisberg]. Recuperado a partir de <http://ndpr.nd.edu/news/38637-simulation-and-similarity-using-models-to-understand-the-world/>