

Algunas observaciones críticas a la noción de modelo en el Enfoque Heredado

Juan Redmond^a

Resumen

En el presente artículo presentamos algunas observaciones críticas a la noción de modelo en el llamado enfoque heredado de la filosofía de la ciencia.

Palabras clave: Modelo, Enfoque Heredado, representación, lógica.

Abstract

In this paper we present some critical remarks on the notion of model in the so-called received view in the philosophy of science.

Keywords: Model, Inherited Approach, representation, logic.

En los libros de literatura clásica sobre filosofía de la ciencia se indica que, con el desarrollo del llamado empirismo lógico (círculo de Viena), surge una noción original de teoría científica. El enfoque que emerge del trabajo de estos autores es conocido en nuestros días como el Enfoque Heredado. En el núcleo de una teoría científica, de acuerdo con estos autores, se ubican axiomas y principios generales expresados en el lenguaje formal de la lógica y acompañados por una relación de consecuencia lógica que permite derivaciones deductivas a partir de ellos¹. En este sentido se dice que una teoría científica $[T]$, en términos

^aUniversidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Contacto: juan.redmond@uv.cl

¹En nuestros días esta idea estaría puesta en cuestión por núcleos de conocimiento donde no pueden reconocerse ni leyes ni axiomas. Sería el caso, por ejemplo, de la Biología.

formales, es un conjunto deductivamente clausurado $[D]$ de afirmaciones: $D(T)$. Es decir, $D(T)$ contiene todas las deducciones que pueden hacerse a partir de T . Así, una teoría T se identifica con la clausura deductiva de sus axiomas. Siguiendo a Carnap (1938, p. 199), cuando estos axiomas son interpretados aparece otro elemento fundamental de una teoría científica: las leyes. A su vez, el lenguaje propio de la teoría, expresado lógicamente, se divide en términos lógicos (conectivas, cuantificadores) y no lógicos. Estos últimos se dividen en observacionales: términos que se interpretan como refiriéndose a objetos observables; y no observacionales o términos teóricos (energía, protón, etc.), que se interpretan como conectados a la observación por medio de reglas de correspondencia.

Interpretar un lenguaje formal significa construir una relación entre los elementos de ese lenguaje y algo externo al lenguaje. El Enfoque Heredado sostiene, siguiendo los lineamientos generales del pensamiento lógico de Tarski, que el lenguaje formal de una teoría se interpreta por medio de modelos². Analicemos a continuación el rol que desempeñan los modelos en la construcción del significado de una teoría según el enfoque heredado.³

1. Modelos formales y Modelos representacionales

Del universo de modelos posibles hay dos clases que son bien identificables: los modelos en las ciencias formales, especialmente en lógica y matemática, y los modelos que emergen de la práctica científica que se propone representar porciones de los fenómenos. Los primeros se denominan modelos formales (lógicos o matemáticos) mientras que los últimos pueden denominarse modelos representacionales (Cf. Frigg 2022, p. 47).

²“A possible realization in which all valid sentences of a theory T are satisfied is called a model of T ” (Tarski 1953, p. 11); “The type of reasoning which has just been applied is known as the METHOD OF PROOF BY EXHIBITING A MODEL” (Tarski 1994, p. 116).

³Dejaremos para una futura publicación un análisis crítico de la relación entre los términos teóricos y observacionales y los modelos.

Modelo formal

Un modelo formal o lógico es una colección de objetos que se encuentran en cierta relación entre sí y a los cuales se les puede atribuir ciertas propiedades. La función u objetivo de una colección de este tipo es interpretar un cierto lenguaje. Interpretar un lenguaje significa poner en relación los símbolos de un lenguaje con los miembros de esta colección. Si un modelo interpreta, por ejemplo, las oraciones de un cierto lenguaje, decimos entonces que estas oraciones son verdaderas. En este sentido se dice que un modelo ofrece una semántica a un cierto lenguaje. Por ejemplo, consideremos la oración $Pa \Rightarrow Qa$. La sintaxis que rige este lenguaje nos dice que las minúsculas se refieren a objetos y las mayúsculas a propiedades. Pa significa que el objeto señalado o referido por a posee las propiedades P y Q , respectivamente. Estas indicaciones de la sintaxis son puramente formales. Dar una interpretación a esta oración significa hallar una colección que la haga verdadera. Por ejemplo, si consideramos un modelo donde $a =$ Gabriela Mistral, $P =$ nacida en Vicuña, provincia de Elqui y $Q =$ nacida en Chile, diremos que la interpretación de $Pa \Rightarrow Qa$ en este modelo es verdadera, pues es verdadero que ‘si Gabriela Mistral nació en Vicuña, entonces nació en Chile’.

En principio lo que podemos inferir de este modo de entender la interpretación de un lenguaje formal por medio de modelos, es que puede haber tantas como uno quiera. Y esta variedad puede ser tan diversa como uno quiera. Pero lo notable aquí, desde nuestro punto de vista, es que, si bien el propósito de estos modelos no es representacional, están interpretando axiomas y leyes que sí quieren dar cuenta de la regularidad de los fenómenos. Más abajo nos referiremos a esto último.

Modelo representacional

Un modelo representacional es aquel que está destinado a representar algo. No interpreta un lenguaje, sino que su función es la de subrogar una porción fenoménica. Cómo sea esta subrogación depende del enfoque de representación científica que consideremos (Cf. Frigg & Nguyen 2017). Pero ninguna de estas funciones es la de interpretar un lenguaje. Aquello que representa el modelo se denomina el sistema objetivo del modelo (target system) y que normalmente constituye una porción fenoménica. De entre todas las porciones fenoménicas distinguimos en nuestro trabajo un subconjunto que llamamos porciones problemáticas de los fenómenos y las consideramos del mayor interés

de estudio porque son las que presentan, desde nuestro punto de vista, los mayores desafíos filosóficos sobre la práctica de modelización.

En general, creemos que hablamos de porciones problemáticas de los fenómenos en los siguientes casos⁴:

1. sabemos que hay algo, pero no sabemos realmente cómo es [Si pensamos, por ejemplo, en las diferentes formas dadas al átomo desde Dalton hasta Bohr];
2. no sabemos si hay algo o no [si pensamos en el Modelo Planetario que proponía el planeta Vulcano entre Mercurio y el Sol];
3. sabemos que tal cosa no existe [modelos de agentes perfectos (los agentes perfectos no existen)].

De acuerdo con Frigg y Nguyen (2017), toda perspectiva sobre la representación científica debe ser capaz, en primer lugar, de rellenar el espacio en blanco del siguiente esquema:

‘ R es una representación científica del sistema objetivo SO
si y solo si ____.’⁵

Esta fórmula es conocida como el Problema de la Representación Científica/Epistémica (Scientific Representation Problem; Epistemic Representation Problem). La diferencia entre científico y epistémico se refiere a lo que Callender y Cohen (2006, pp. 68-69) señalan como el “problema de demarcación” (siguiendo a Popper) para las “representaciones científicas”, para quienes demarcan las representaciones científicas de las que no lo son; y “representaciones epistémicas” para quienes consideran irrelevante esa distinción, siguiendo la sugerencia de Contessa (2007) de ampliar el alcance de la investigación.

Otros temas y condiciones a los cuales debe responder una práctica de modelización para que sus modelos sean considerados como representacionales son las siguientes:

⁴Cf. Redmond 2021, p. 302

⁵Hemos reemplazado aquí ‘ S ’ (scientific representation) por ‘ R ’, y también ‘ T ’ (target system) por ‘ SO ’ (sistema objetivo), del esquema original de Frigg y Nguyen (2017).

- El problema de la demarcación representacional: la cuestión de cómo las representaciones científicas difieren de otros tipos de representaciones.
- El problema del estilo: ¿qué estilos hay y cómo se pueden caracterizar?
- La formulación de normas de exactitud: ¿cómo identificar lo que constituye una representación exacta?
- El problema de la ontología: ¿qué tipo de objetos sirven como representaciones?

Y de modo adicional, como condiciones de adecuación o de suficiencia se deben tener en consideración las siguientes cuestiones:

- Razonamiento sustituto: los modelos como representaciones científicas deben permitir generar hipótesis sobre sus sistemas objetivo.
- Posibilidad de distorsión (misrepresentation): si R no representa exactamente a SO , entonces se trata de una distorsión pero no de una no-representación.
- Modelos sin objetivo (Targetless): dar respuesta a la pregunta ¿qué debemos hacer con las representaciones científicas que carecen de targets, pero que son exitosos de igual manera?
- Requisito de direccionalidad: las representaciones científicas se refieren a sus targets, pero los targets no se refieren a sus representaciones.
- Aplicabilidad de las matemáticas: ¿cómo el aparato matemático utilizado en algunas representaciones científicas se vincula o enlaza con el mundo físico?

Destacaremos a continuación los tres enfoques sobre la representación científica que, desde nuestro punto de vista, son relevantes para nuestro análisis: el enfoque del Semanticismo (Suppes 1960, 1970; Stegmüller 1970; Balzer et al. 1987; Suppe 1989), el Enfoque Similarista de Ronald Giere (año) y el Inferencialismo de Mauricio Suárez (2004). De acuerdo con el Semanticismo, la noción de representación se enmarca en la práctica de reconstrucción teórica y matemática de las teorías científicas en términos de una clase o conjunto de modelos definidos como representaciones adecuadas de los fenómenos (Díez

& Moulines 2016, p. 348). Según este enfoque, estas representaciones, cuando se aplican efectivamente al mundo, permiten a las teorías describir las características de los fenómenos del mundo. Como demostración, los semanticistas construyen caracterizaciones axiomáticas bastante eficientes (en términos de teoría de conjuntos) de la relación entre un modelo y el sistema de fenómenos. Estas últimas son definidas en términos de un morfismo (homomorfismo, isomorfismo, entre otros). Esto supone la existencia de estructuras matemáticas y fenoménicas, con las que se ponen en relación. Es decir, esta relación se entiende como una relación diádica de correspondencia (o identidad, aproximación, subsunción, etc.) entre las estructuras representativas y las estructuras fenoménicas a las que se dirigen. Tratándose de modelos representacionales y no modelos formales, se trataría de encontrar las mejores caracterizaciones de cómo es que un modelo científico M representa a su objetivo TS . Pero esto último ocurre si y sólo si TS es isomorfo a M .

En el caso del enfoque similarista (o perspectiva cognitivista) de Giere, si bien se inscribe en la discusión estructuralista sobre la representación, ahora hace hincapié en los diversos usos que los científicos hacen del término, ya no en términos lógico-matemáticos. Para Giere, los modelos, más que estructuras o entidades matemáticas (entidades conjuntivas), son entidades de naturaleza más amplia y sin forma determinada (diagramas, dibujos, mapas, organismos, etc.), que se utilizan a partir de una conexión diferente a la de las conexiones matemáticas o conexiones lógicas (en términos conjuntivos): la idea de similaridad. La noción estructuralista de isomorfismo entre los modelos y el mundo pretende captar sólo una de las formas en que los científicos utilizan los modelos. Los modelos sólo serían similares en ciertos aspectos y en grados suficientes en función de su uso y según un contexto epistémico específico (Giere 1988, p. 81). Asimismo, las relaciones que se establecen entre un modelo y el sistema real al que se dirigen también serían relaciones de semejanza: “Un sistema real es identificado como semejante a uno de los modelos [de la teoría]” (Giere 1988, p. 86). Giere propone que la función representacional de un modelo, entendida como similaridad, lleva a pensar los modelos en términos cognitivos y pragmáticos: “son ‘mapas internos’ del mundo externo” (Giere 1988, p. 6). Esto implicaría más bien tomar en consideración los factores cognitivos que intervienen en las estrategias de los científicos para construir mapas del mundo con el fin de cartografiar, y así resolver, los problemas que surgen de los fenómenos que estudian. En conjunto, Giere no intenta ofrecer una de-

finición precisa de la similaridad: el éxito de nuestras representaciones del mundo se sustenta en nuestras capacidades cognitivas (lenguaje, atención, percepción, imaginación, explicación, etc.). Así pues, para estudiar el éxito de una representación, hay que estudiar los resultados de las ciencias cognitivas, lo que permite demostrar y explicar el éxito del esfuerzo del conocimiento científico a gran escala. Su enfoque cognitivista de la ciencia muestra así que el problema de la representación está relacionado con las capacidades naturales de los agentes del conocimiento en el contexto de la utilización de los recursos disponibles para representar el mundo. Por lo tanto, el agente de conocimiento seguiría estando en el centro de una teoría cognitiva de la ciencia, término que utiliza para referirse a su enfoque. “Que los humanos (y los animales) crean representaciones internas de su entorno (así como de sí mismos) es probablemente la noción central en las ciencias cognitivas” (Giere 1988, p. 6). Sin embargo, esta noción de representación para los modelos que acuña Giere no parece estar alineada con las exigencias del Enfoque Heredado. En efecto, en esta última no es posible pensar los modelos, sino que conteniendo una estructura (ver más abajo) que guarda una relación isomorfa con aquello que representa. Más distante aún se encuentra la perspectiva inferencialista de Suárez.

Con el inferencialismo de Mauricio Suárez (2004), la noción de representación se desplaza, y el foco se vuelve hacia las inferencias sustitutivas sobre fenómenos a partir de modelos. Los modelos se definen entonces como herramientas que nos permiten apuntar y generar hipótesis plausibles sobre sus sistemas de fenómenos. Esta idea sugiere una definición deflacionaria de la representación. Así, la función primordial de un modelo es su función inferencial, que crea la posibilidad de adquirir conocimientos sin examinar directamente el ST , sino mirando directamente a M , siempre que M sea “coherente.” “aborde.”^{el} sistema objetivo en los aspectos apropiados y en grado suficiente. La afirmación anterior supone que las inferencias tienden puentes entre el “mundo modeloz los fenómenos, ya sean deductivas, inductivas o abductivas (López Orellana 2020). La modelación científica procede de esta manera y depende sólo de la habilidad -o agencia- del científico para señalar y hacer inferencias a partir de modelos. La representación científica se define entonces de la siguiente manera: M representa TS sólo si la fuerza representacional de M apunta hacia TS , y M permite a agentes competentes e informados hacer inferencias específicas respecto a TS (Suárez 2004, p. 773).

Tenemos entonces que, en términos generales, el proceso de modelización se puede esquematizar del siguiente modo:

1. El modelo es presentado e identificado por medio de descripciones cuantitativas (matemática) y/o cualitativas (propiedades, relaciones, funciones, etc.), ambas recuperadas tanto de la información que aporta la porción problemática de los fenómenos que es objeto de nuestro estudio (mayormente por la vía de las mediciones) como de diferentes enfoques teóricos (Física, Química, Biología, etc.).
2. A partir de los datos del modelo se infieren conclusiones según distintos tipos de ‘relaciones inferenciales’ (deducción, inducción, abducción, etc.).
3. Lo inferido en el modelo es transpuesto y cotejado o evaluado –en carácter de hipótesis– en la porción problemática de los fenómenos.

2. Observaciones críticas

Lo que resulta destacable, desde nuestro punto de vista, es la relación que guardan estos dos tipos de modelos entre sí. En principio son independientes el uno del otro, es decir, algo puede cumplir la función de modelo formal sin ser representacional y viceversa. Pero, sin embargo, un modelo puede cumplir con las dos funciones al mismo tiempo, como ya señalaba Hesse (1967, p. 354). En efecto, como señalamos más arriba, un modelo formal se propone interpretar un lenguaje formal, pero no es excluyente que al mismo tiempo cumpla con una función representacional.

Ahora bien, nos preguntamos, ¿qué sentido tendría dar un significado por medio de modelos si estos no representan a los fenómenos? La respuesta que dieron los gestores del enfoque heredado fue clara: el uso de modelos brindaría la posibilidad de dar significado al formalismo de una teoría con nociones y objetos familiares y que facilitarían el entendimiento. Es el caso, entre otros, de Nagel y Braithwaite que recalcan las dotes heurísticas de los modelos para la construcción de teorías (Cf. Nagel 1961; Braithwaite 1953). Pero al mismo tiempo ambos advirtieron sobre los peligros de dejarse llevar por las representaciones asociadas al uso de estos modelos. Nagel los califica de “potential intellectual trap” (1961, p. 115). Lo que subyace a estas consideraciones

es que estos modelos no están destinados a mediar entre los axiomas de la teoría y el mundo del que habla la teoría. En palabras de Frigg:

Models as construed in the Received View are not used representationally, and they play no role in bringing about, or even understanding, the theory's relation to the world. The theory relates to its subject matter through observation terms and correspondence rules, and models are immaterial in this. (Frigg 2022, p. 51)

Frigg señala que diferentes autores consideraron en su momento que esta noción de modelo del empirismo lógico, no hacía justicia a los casos de modelos que se encuentran en las ciencias (especialmente en la Física). A los defensores del enfoque heredado –señala Frigg (2022, p. 54)– no les habría impresionado esta crítica porque consideran que ni el análisis de lo que piensan los físicos ni el análisis de los ejemplos de la práctica científica son competencia de la filosofía de la ciencia. En efecto, la prioridad para estos autores, al parecer, la tiene el lenguaje formal que representa los axiomas y las leyes que dan cuenta de la regularidad de los fenómenos. Lo que queda claro para estos autores es que los modelos no subrogan a porciones fenoménicas y por ende no hay relación inferencial entre ellos. Es decir, no hay razonamiento subrogado a partir del modelo y sobre su sistema objetivo (target system). Los encadenamientos lógicos que llevan a conclusiones sobre los fenómenos se realizarían desde el sistema axiomático de base.

Autores que se opusieron a esto último fueron Achinstein, Spector y Swanson⁶ que sostenían que los modelos de las teorías debían ser representacionales. De este modo los modelos eran pensados como llevando una relación sustantiva con el mundo que pretendían representar. Pero incluso en estos autores, de acuerdo a nuestro punto de vista, no estaría permitido hacer lógica desde el modelo. Es decir, si bien los modelos se corresponden representacionalmente con los fenómenos, no sería desde ellos desde donde justificamos lógicamente nuestras afirmaciones sobre los fenómenos sino también desde el sistema axiomático de base.

⁶Cf. Frigg 2022, p. 54

3. Modelos y estructuras

Las nociones de modelo formal y estructura van de la mano. Una estructura se define como entidad compuesta formada por (i) un conjunto no vacío U de objetos denominado dominio (o universo) de la estructura y (ii) un conjunto indexado R (es decir, una lista ordenada) de relaciones sobre U .

Por ejemplo, definimos la estructura $E_1 = (U, R)$ como compuesta de un dominio U donde están las entidades a_1 y a_2 , y las relaciones R_1 (binaria) que extensionalmente la definimos como (a_1, a_2) , y R_2 (monádica) que la definimos como $\{a_1\}$.

Definida de este modo se denomina ‘estructura teórico-conjuntista S' ’ (set-theoretical structure). Ciertamente podemos agregar otros elementos a esta base estructural S y obtener otro tipo de estructuras. Frigg (2022, p. 56) señala dos variantes:

1. Agregando a S operaciones que mapean elementos del dominio sobre ellos mismos. Al igual que las relaciones, se presentan extensionalmente.
2. Agregando una colección de símbolos (la signatura Σ) más una función interpretación.

Las estructuras del tipo 2 se llaman modelo-teoréticas. Estas estructuras contienen símbolos denotando partes de la estructura, pero no tiene elementos sintácticos para expresar afirmaciones o un argumento.

Un ejemplo de esta última sería el siguiente: dada la estructura conjuntista del caso anterior: $E_1 = (U, R)$, le agregamos la signatura $\Sigma = \{\sigma_{a1}, \sigma_{a2}, \sigma_{R1}, \sigma_{R2}\}$ y la interpretación I que dice que σ_{a1} se refiere a a_1 , σ_{a2} se refiere a a_2 , σ_{R1} se refiere a R_1 , etc.

De todas estas estructuras las relevantes para el Enfoque Heredado son las teórico-conjuntistas. En efecto, consideremos la afirmación siguiente: Fa y veamos qué valuación nos da en el Modelo E_1 . Para ello consideremos que a se refiere a a_1 y F se refiere a R_2 . De acuerdo con esta Interpretación, Fa es verdadera pues $R_2 = \{a_1\}$.

Con estas herramientas en la mano, ahora se puede estudiar la clase de modelos de una teoría. Consideremos un conjunto de oraciones formales como las presentamos más arriba y consideremos este conjunto como una teoría y lo denotamos por T . Podemos entonces definir la clase C_T de todas las estructuras que son modelos de T . Es decir, C_T

contiene todas las estructuras que hacen que todas las oraciones de T sean verdaderas bajo alguna interpretación de los términos de T .

Ahora bien: ¿cómo es esta clase? ¿Qué tipo de estructuras encontramos en esta clase y cómo se relacionan entre sí?

Lo primero que podemos indicar, como señalamos más arriba, es que un conjunto de oraciones formales $[T]$ puede interpretarse con un número infinito de modelos. De las relaciones que puedan existir entre esos modelos hay dos que resultan relevantes para nuestro estudio: o son isomorfos o no. Si es un conjunto de modelos isomorfos, una Teoría conformada de ese modo tendría un solo modelo y se llamaría Teoría categórica. Otras teorías ganan su significado a partir de modelos, por ejemplo, con diferente número de elementos, es decir, conjuntos de modelos que no son isomorfos, es decir, se trataría de Teorías no categóricas.

4. Desde el modelo a la interpretación

Otro punto importante a considerar es que la práctica científica no parece orientarse siempre desde un conjunto de oraciones formales hacia la búsqueda de un modelo sino al revés. En efecto, los modelos de este tipo que estarían al inicio de esta práctica se llamarían modelos dados (intended models) que, en principio, no permitirían satisfacer ninguna teoría y por ello es necesario buscarla. Es decir, dicho al revés, el punto de partida es una estructura de cierto tipo y vamos a buscar el conjunto de axiomas que la describe. Por el contrario, un modelo sin propósito (unintended model) es aquel que no teníamos previsto o dado y que sí satisface nuestro conjunto de oraciones.

Respecto de los modelos dados, vemos que se corresponde con muchos casos en la ciencia. En efecto, podemos pensar, como ejemplo, en el conjunto de números naturales como modelo que tuvo en Peano, Dedekind y Frege los gestores de sus axiomas. Para estos casos cuesta creer que no tomaran estos modelos como representacionales. De otro modo sería ridículo pensar en que los científicos buscaran sistemas axiomáticos, por ejemplo, para bolas de billar golpeándose sobre un paño (en alusión a la teoría cinética de gases).

Ahora bien, cabe preguntarse, si esta práctica científica a partir de modelos dados es la misma o no que la práctica de modelización que consideramos en nuestros días. En general parecen compartir algunos puntos, pero veamos más en detalle.

1. En la práctica de modelización el punto de partida es un modelo que intenta representar una porción fenoménica. Para el Enfoque Heredado el punto de partida es un modelo dado (intended model) pero no está claro si éste tiene por objetivo representar una porción fenoménica. En el caso de los números naturales, este conjunto considerado como modelo no tiene por objetivo representar nada. Podríamos decir que él mismo constituye una parte del mundo.
2. En la práctica de modelización el modelo es conformado a partir de información tomada de dos lugares: (i) la porción fenoménica que intenta representar, (ii) información teórica que a veces proviene de más de una teoría. En el Enfoque Heredado el modelo permite conformar un sistema axiomático que lo tiene como interpretación y que define una teoría.
3. En la práctica de modelización el modelo es descrito con lenguaje lógico y matemático que permite sacar conclusiones sobre aquel o aquella a quien subroga el modelo (razonamiento sustituto). En el Enfoque Heredado el modelo dado dispara la búsqueda de axiomas cuya interpretación sería este modelo dado. Pero cuán científica sería esta última tarea si no fuera que ese modelo guarda una relación estrecha con los fenómenos. Una explicación posible es que el Enfoque Heredado considera aquí como modelos a porciones representativas de los restantes fenómenos. Al modo como podríamos tomar a nuestro sistema solar como modelo de todos los sistemas planetarios del universo, y buscar las leyes y principios que rigen sus movimientos (Kepler).
4. En la práctica de modelización se establece una relación científica entre el modelo y su sistema objetivo. En el Enfoque Heredado el modelo dado establece una relación con los axiomas buscados.

Pero este sistema axiomático ¿de quién habla? ¿De los fenómenos o solo del modelo que guarda relación con los fenómenos? Una vez más lo repetimos, en este último caso no tendría sentido pensar la tarea a partir de modelos dados si no fueran modelos representacionales. Aunque como ya señalamos más arriba, la tarea emprendida a partir de los Números Naturales no parece ser el caso.

Ahora bien, dado lo anterior, podemos considerar el caso en que en el inicio de ambas tareas se encuentre un modelo. Por ejemplo, para la

práctica de modelización, la propuesta de que el sistema solar es heliocéntrico para resolver problemas de posición de los astros (por ej. El movimiento de retroceso de Marte). Para un/a científico/a que sigue los lineamientos del Enfoque Heredado, se podría tratar de hallar las definiciones, axiomas, leyes, etc., para un modelo dado que no proviene, como en el primer caso, de la búsqueda de explicaciones para una porción fenoménica sino de la búsqueda de una teoría dentro de la cual este modelo dado es una interpretación válida. ¿hasta qué punto estas tareas coinciden?

En principio tenemos la idea de que ambas apuntan a una ampliación de nuestros conocimientos. Pero la calidad de los mismos parece diferente. Podríamos aventurar que mientras que en la primera no sabemos realmente cómo son las cosas y modelamos para saberlo, en la segunda ya sabemos cómo son y buscamos las fórmulas que la describan. Casi diríamos de que se trata de un tema ontológico o de cuáles son los compromisos ontológicos de cada práctica. De acuerdo con la práctica de modelización, no modelamos para probar que algo existe. En todo caso, si el modelo es exitoso podemos creer que hay razones para que la porción fenoménica tenga la forma que anuncia el modelo. Pero esto último, o bien es falso en muchas ocasiones científicas, o bien es imposible de determinar. Mientras que en el Enfoque Heredado diríamos que este compromiso es mayor.

Referencias

Balzer, W., Moulines, C. U., & Sneed, J. D. (1987). *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*. Synthese Library, Vol. 186. Springer Netherlands.

Braithwaite, R. B. (1953). *Scientific Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Callender, C, & Cohen, J. (2006). There Is No Special Problem About Scientific Representation. *THEORIA. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 21(1) , pp. 67-85. <https://doi.org/10.1387/theoria.554>

Carnap, R. (1938). *Foundations of Logic and Mathematics*. In O. Neurath, C. Morris, and R. Carnap (eds.), *International Encyclopaedia of Unified Science* (Vol. 1). Chicago: University of Chicago Press, pp. 139–213.

Contessa, G. (2007). Scientific representation, interpretation, and surrogate reasoning. *Philosophy of Science*, 74(1) pp. 48-68. <https://doi.org/10.1086/519478>

Díez, J. A., & Moulines, C. U. (2016). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Editorial Ariel.

Frigg, R. (2022). *Models and Theories: A Philosophical Enquiry*.

Frigg, R., & Nguyen, J. (2017). Models and representation. In L. Magnani & T. Bertolotti (Eds.), *Handbook of model-based science* (pp. 49-102). Springer.

Giere, R. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. University of Chicago Press.

Hesse, M. B. (1967). Models and Analogy in Science. In P. Edwards (ed.), *Encyclopedia of Philosophy*. New York: Macmillan, pp. 354–359.

López-Orellana, R. (2020). Sobre la modelización y la comprensión científicas. Un enfoque inferencial y dinámico aplicado al modelo evodevo *Polypterus* de la plasticidad fenotípica. PhD Thesis. Universidad de Salamanca.

Nagel, E. (1961). *The Structure of Science*. London: Routledge and Keagan Paul.

Redmond, J. (2021). A free dialogical logic for surrogate reasoning: generation of hypothesis without ontological commitments. *THEORIA. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 36(3), pp. 297-320. <https://doi.org/10.1387/theoria.21902>

Stegmüller, W. (1970). *Theorie und Erfahrung* (Vol. 2). Springer-Verlag.

Suárez, M. (2004). An inferential conception of scientific representation. *Philosophy of Science*, 71(5) , pp. 767-779.

Suppe, F. (1989). *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*. University of Illinois Press.

Suppes, P. (1960). A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences. *Synthese*, 12(2/3), pp. 287-301.

Suppes, P. (1970). *Set-Theoretical Structures in Science*. Stanford University Press.

Tarski, A. (1994). *Introduction to Logic and to the Methodology of the Deductive Sciences*. Oxford University Press.

Tarski, A. (1953). *Undecidable Theories*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.