



Punto de vista lógico y no representacionista del razonamiento sustitutivo

Logical and non-representational point of view of surrogative reasoning

JUAN REDMOND¹

RODRIGO LOPEZ-ORELLANA²

LORETO PANIAGUA³

Resumen: En el presente artículo defendemos, desde un enfoque inferencialista, que la *función inferencial* que desempeña un *modelo* (FIM) durante la práctica de modelización es independiente de la noción de representación comprometida con el enfoque de modelización elegido. En efecto, creemos que la noción de *razonamiento sustitutivo* o *subrogativo* (*surrogative reasoning*) no es ni subsidiaria ni está fundada en la noción de representación y que solo encontrará sus fundamentos en la propia lógica. Ni la noción de representación es una noción inferencial ni la FIM es un tipo de pensamiento basado en la representación.

Palabras clave: razonamiento subrogativo; inferencia; modelización; representación; lógica.

Abstract: In this paper we argue, from an inferential approach, that the *inferential role played by a model* (FIM, for its acronym in Spanish), during modeling practice, is independent of the notion of representation engaged (or not) with the chosen modeling approach. Indeed, we believe that the notion of *surrogative reasoning* is neither subsidiary nor founded on the notion of representation and that it will only find its foundations in logic itself. Neither the notion of representation is an inferential notion nor FIM is a type of representation-based thinking.

Keywords: surrogative reasoning; inference; modeling; representation; logic.

Cómo citar: Redmond, J., Lopez-Orellana, R., & Paniagua, L. (2021). Punto de vista lógico y no representacionista del razonamiento sustitutivo. *Cuadernos Filosóficos*, 18. <https://doi.org/10.35305/cf2.vi18.147>

Publicado bajo licencia Creative Commons Atribución-SinDerivadas 4.0 Internacional [CC BY-ND 4.0]



Fecha de recepción: 13/12/2021
Fecha de aprobación: 28/12/2021

1 Universidad de Valparaíso (Valparaíso, Valparaíso, Chile)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3436-9490>. juan.redmond@uv.cl

2 Universidad de Salamanca (Salamanca, Castilla y León, España)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3576-0136>. rodrigo.lopez@usal.es

3 Universidad de Valparaíso (Valparaíso, Valparaíso, Chile)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8349-6050>. loreto.paniagua@uv.cl

I. Introducción

El objetivo del presente trabajo es argumentar contra los enfoques que defienden que la *función inferencial de los modelos* (en adelante, FIM) es subsidiaria de la noción de *representación* comprometida con la perspectiva de modelización considerada. En efecto, de acuerdo al modo en que fue identificada por primera vez por Chris Swoyer (1991), tal como ha sido trabajada por diferentes autores (Sugden, 2000; Suárez; 2004; Mäki, 2009) y ha sido sintetizada por Roman Frigg y James Nguyen (2017), se trataría de cierto tipo de pensamiento basado en la representación y que es denominado *razonamiento sustitutivo* (*surrogate reasoning*). Nuestro punto es que el razonamiento sustitutivo, entendido como la práctica de generar hipótesis a partir del modelo y sobre su sistema-objetivo, no puede hallar su fundamento sino en la lógica misma. Para esto último nos focalizamos en mostrar los compromisos ontológicos y realistas que comprometen el argumento *representacionista* de la FIM y que no guardan relación con el necesario establecimiento del fundamento lógico de los procesos inferenciales.

Como es bien conocido, la modelización es una de las principales prácticas científicas que consiste en la construcción y en el empleo de modelos para representar, explicar, comprender, predecir, enseñar o manipular los fenómenos; entre otros diversos usos. Los modelos son uno de los instrumentos de mayor valor para los científicos, están presentes en casi todos los niveles y dominios de su práctica de investigación; tienen una incuestionable utilidad, 'ductilidad' y variedad, que justifican la predilección que tienen los científicos por este tipo de herramientas. En filosofía de la ciencia, los modelos han sido un tópico de gran interés desde la década de los sesenta, a partir del surgimiento del enfoque semántico de las teorías científicas (Suppes, 1960, 1962, 1970, 1974; Stegmüller, 1970, 1973; Sneed, 1971; van Fraassen, 1980; Balzer *et al.*, 1987; Giere 1988, 1999; Worrall, 1989; da Costa & Steven French, 2003). Actualmente, la modelización científica sigue ocupando un espacio importante en la agenda de la mayoría de los enfoques filosóficos sobre la ciencia, especialmente por su carácter dinámico y por las consecuencias que tienen los modelos —en general— para la comprensión del conocimiento científico, especialmente en áreas 'más complejas' como la biología o la economía.

La perspectiva filosófica dominante de los modelos, en la cual se introduce la concepción semanticista (Lopez-Orellana & Redmond, 2021a), los ha entendido a partir del concepto de *representación científica* (Cassini, 2016): los modelos son *representaciones idealizadas* o

simplificadas de los fenómenos. Por supuesto, el concepto de representación tiene una larga tradición en filosofía, refiere a la forma en la que accedemos y conocemos el mundo. En efecto, dentro de los distintos enfoques contemporáneos del realismo científico se asume que la representación es la función más importante que tiene un modelo (cf. van Fraassen, 1980, 1987; Kitcher, 1993; Giere, 1988, 1999; Morrison, 1999; Suárez, 2016). Dicha función establece la relación de correspondencia entre la estructura de las teorías y la estructura de los fenómenos del mundo. Con ello se establece una estrecha pero confusa relación entre las nociones de modelo y representación. No es fácil poner los límites entre sus significaciones (Chakravartty 2010, 198), pero todas ellas hacen caso a la amplia gama de *herramientas* con las cuales los científicos representan el mundo: ecuaciones, flujogramas, fotografías, gráficos, diagramas, árboles de afinidad, imágenes por resonancia magnética, simulaciones computacionales, teorías, modelos, entre muchas otras.

Pero en filosofía no existe un acuerdo de lo que pueda ser la representación, sobre todo en las ciencias empíricas. Las elucidaciones sobre el concepto de representación apelan a distintos tipos de relaciones entre modelos y fenómenos, como ‘isomorfía’, ‘simplificación’, ‘idealización’, ‘abstracción’, ‘aproximación’, ‘distorsión’, ‘mediación’, ‘ficcionalidad’, entre otras; lo que redundaría en la falta de una teoría más acabada, sobre todo acerca del uso y el proceso general de modelización científica. Por supuesto que existen diferentes respuestas, con diferentes matices, pero la pregunta sigue estando activa: ¿cuál es la forma más ajustada a la evidencia científica en la que se relacionan los modelos y los sistemas de fenómenos a los que se dirigen?

Actualmente existe un enfoque distinto, el *enfoque inferencialista* de Mauricio Suárez (2004), que intenta dar cuenta de la noción de representación científica comprometida en el proceso de modelización en términos inferenciales. La idea central es que los modelos nos permiten hacer inferencias *subrogativas* acerca de los fenómenos, antes que ofrecer representaciones del mundo real —por mucho que sean consideradas como abstracciones o simplificaciones exitosas de los fenómenos—. Esto significa que los modelos son primeramente herramientas que nos permiten generar hipótesis plausibles sobre sus sistemas de fenómenos (‘sistemas-objetivo’). Siguiendo a Suárez (2004) y Uskali Mäki (2009, pp. 32-33), con esta idea se entiende que, cuando decimos que un modelo (M) ‘representa’ un determinado sistema-objetivo (SO) —*target system*—, simplemente queremos indicar que M es el sistema sustituto/subrogante de SO . Esto sugiere una manera minimalista de definir la representación, si es que queremos seguir manteniendo el término para este tipo de relación. En definitiva, la función primordial de un modelo es la de posibilitar un *razonamiento subrogativo* (*surrogative*

reasoning): es decir, el modelo cumple una *función inferencial* (FIM). Lo que se afirma aquí es que la función epistémica de los modelos, como sustitutos, se traduce en conseguir conocimiento no examinando directamente a *SO*, sino más bien examinando directamente a *M* (conocimiento *indirecto* de *SO*), siempre y cuando *M* sea ‘coherente’ o se ‘dirija’ al sistema de destino en aspectos adecuados y en grados suficientes.

Además, como afirma Robert Sugden (2000, p. 3), la mejor manera de responder a la pregunta anterior —*¿cuál es la forma más ajustada a la evidencia científica en la que se relacionan los modelos y los sistemas de fenómenos a los que se dirigen?*— es asumiendo que la brecha entre el ‘mundo del modelo’ y el mundo real solo puede llenarse mediante inferencias (generalmente, inductivas). La modelización científica procede de esta manera, depende de la habilidad de los científicos para realizar inferencias a partir de los modelos, a pesar de que los científicos no sean capaces de justificarlas del todo y que dejen lagunas en su razonamiento explícito. Una consecuencia directa de todo esto es que no hace falta para este proceso asumir entidades como las ‘estructuras’ teóricas o fenoménicas, ni que estas compartan cierta homomorfía, porque la representación científica nunca es objetiva en este sentido: no es independiente del agente. Las inferencias son siempre de un agente, son acciones de un agente. Es a través de esas acciones que los científicos construyen hipótesis a partir de la información fiable que involucran los modelos. Los modelos permiten así gestionar una porción fenoménica problemática específica. Por *gestionar* esa porción fenoménica puede entenderse el intento de explicarla, comprenderla, analizarla, conocerla o simplemente resolver un problema —que se haya planteado respecto de ella— a partir de un modelo como su ‘sustituto’ (Swoyer, 1991). Esto quiere decir que las conclusiones que se obtengan por esta vía en *M* serán consideradas como hipótesis formuladas sobre el *SO*: lo que infiero en *M* ‘lo traslado’ a *SO*. De acuerdo con Suárez (2004), esta sería efectivamente la única relación de representación que debemos suponer entre *M* y *SO*.

En el inferencialismo de Suárez (2004) se argumenta, de manera general, que en una representación se especifica cierta función: un *sistema fuente* o un objeto *A* representa un *sistema objetivo* o un objeto *B*. Esto es, *A* cumple cierta función respecto de *B*. La pregunta a responder es entonces en virtud de qué *A* es una representación de *B*. Pero,

[e]l objetivo de una teoría sustantiva de la representación es establecer las condiciones generales que deben cumplir [los] modelos [...] para llevar a cabo una función *representacional*: no es necesario estipular las condiciones para una representación *precisa, verdadera* o *completa*. (Suárez, 2004, p. 767; traducción nuestra)

La estrategia de Suárez es entonces revisar cuáles pueden ser esas condiciones generales. Cree que la mejor forma de definir el concepto científico de representación es mediante dos condiciones necesarias: su *direccionalidad esencial* (o fuerza representacional de su fuente) y su *capacidad de permitir el razonamiento y las inferencias sustitutivas*. A partir de esto, la noción de representación involucrada en la actividad científica de la modelización debe considerarse como *minimalista y deflacionaria*, como analogía a las definiciones minimalistas y deflacionarias de la verdad⁴. Para Suárez (2004, pp. 770-771), esto supone 1) abandonar la búsqueda de condiciones universales necesarias y suficientes que se cumplan en todas y cada una de las instancias reales concretas de la representación científica. La representación no es el tipo de noción que requiera o admita tales condiciones. En el mejor de los casos, solo podemos intentar describir sus características más generales. Además, 2) supone dejar de identificar y asociar características más profundas a la representación que los que ya se encuentran en la superficie de la propia práctica. La representación entonces solo tiene los siguientes rasgos irreductibles:

- i. *fuerza representacional* de su fuente (o el modelo), que se expresa en el siguiente esquema: 'A representa a B solo si la fuerza representacional de A apunta a B; y
- ii. la *capacidad inferencial*, que permite un razonamiento sustitutivo o subrogativo.

i. señala simplemente que un modelo *M* es usado por un agente *A* (el científico) en su práctica de representar científicamente un fenómeno *f*. De esta manera, basta con analizar el uso de *M* para comprender su función y alcance. Reduce la representación al uso de *M* y a la 'direccionalidad' de *M* hacia *f*. Ahora, ii. señala simplemente que *M* le permite a *A* extraer hipótesis específicas acerca de *f*. Estas hipótesis no tienen porqué considerarse 'verdaderas', ya que los modelos solo nos proporcionan una *aproximación* a *f*. Las inferencias que hacemos sobre *f* son *plausibles*, no hay por qué predicarles la verdad.

Suárez advierte que i. no implica solamente un forma básica u ordinaria de representación, que se suele identificar como *denotación*⁵, sino que —en cuanto *representación científica*— esta añade una forma característica de *objetividad* a los rasgos fenomenológicos de la representación ordinaria, que se traduce simplemente en su valor cognitivo. Esto es muy

4 Las teorías deflacionarias de la verdad consideran que la verdad no es una propiedad de las proposiciones, niegan que exista una propiedad semejante. La verdad es solo una ilusión del lenguaje: "decir que 'la nieve es blanca' es verdad, o que es verdad que la nieve es blanca, equivale a decir simplemente que la nieve es blanca, y esto [...] es todo lo que se puede decir significativamente sobre la verdad de «la nieve es blanca»" (Stoljar & Damjanovic, 2010).

5 Esto es, como una relación convencional de los signos con las cosas significadas.

importante para la cognición con modelos y es solo en este sentido que hablamos de 'objetividad'.

Las representaciones científicas tienen valor cognitivo porque tienen como objetivo proporcionarnos información específica sobre sus objetivos. La información que proporcionan es específica en el sentido de que no podría ser igualmente transmitida por ningún otro signo [un modelo, o cualquier otra herramienta de representación] elegido arbitrariamente. (Suárez, 2004, p. 772; traducción nuestra)

Sin embargo, si pensamos el problema desde un punto de vista *lógico*, la relación que se establece entre M y SO es totalmente independiente del modo en cómo la establezcamos entre ambos, es decir, ya sea en términos de *representación* o *no*. Esto es lo que defenderemos en el presente trabajo. Sin duda la representación sigue despertando un interés importante en filosofía general de la ciencia y aún ocupa un lugar central en la discusión sobre la modelización a la hora de intentar establecer la idoneidad de los enfoques teóricos ofrecidos. Pero, desde nuestro punto de vista, el inferencialismo de Suárez (2004, 2016) es una propuesta que apunta justamente en la dirección de lo que afirmamos. Al reformular la noción de representación en términos del razonamiento sustitutivo, la consecuencia directa del minimalismo y deflacionismo de Suárez es la *desconexión* entre la representación y el razonamiento sustitutivo.

En definitiva, diremos que el modelo permite establecer ciertos *compromisos* con la porción problemática de los fenómenos a la que se dirige —en adelante, *PPF*— (Redmond, 2021a). Y de todos esos compromisos, nos ocuparemos de aquel que nos permite generar conclusiones a partir del modelo, conclusiones que poseen el carácter de *hipótesis* respecto de la *PPF*. La idea de base es que el modelo debe ayudarnos a cumplir nuestros objetivos por medio de las inferencias respecto de esa *PPF*. Y esto último no tiene por qué reenviarnos a la noción de representación, como veremos a continuación.

2. Problemas y condiciones de adecuación para un enfoque de la modelización idóneo

La consideración de razonamiento sustitutivo hace parte de lo que Frigg y Nguyen (2016) llaman *problemas* y *condiciones* que debe reunir todo enfoque sobre la modelización para ser considerado idóneo. Estos autores argumentan que toda perspectiva sobre la representación

científica debe ser capaz, en primer lugar, de rellenar el espacio en blanco en el siguiente esquema:

‘ R es una representación científica del sistema objetivo SO si y solo si ____’.⁶

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 Craig Callender y Jonathan 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 Gabriele Contessa (2007) de ampliar el alcance de la investigación.

Otras cuestiones a las que debería responder una perspectiva de modelización —para ser bien definida— son las siguientes:

- i. El *problema de la demarcación representacional*: la cuestión de cómo las representaciones científicas difieren de otros tipos de representaciones.
- ii. El *problema del estilo*: ¿qué estilos hay y cómo se pueden caracterizar?
- iii. La formulación de *normas de exactitud*: ¿cómo identificar lo que constituye una representación exacta?
- iv. 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:

- v. *Razonamiento sustitutivo*: las representaciones científicas deben permitir generar hipótesis sobre sus sistemas objetivo.
- vi. *Posibilidad de distorsión (misrepresentation)*: si R no representa exactamente a SO , entonces se trata de una distorsión pero no de una no-representación (Redmond *et al.*, 2017).
- vii. *Modelos sin objetivo (targetless)*: dar respuesta a la pregunta ¿qué debemos hacer con las representaciones científicas que carecen de targets, pero que son exitosas de igual manera?
- viii. *Requisito de direccionalidad*: las representaciones científicas se refieren a sus targets, pero los targets no se refieren a sus representaciones.
- ix. *Aplicabilidad de las matemáticas*: ¿cómo el aparato matemático utilizado en algunas representaciones científicas se vincula o enlaza con el mundo físico?

6 Hemos reemplazado aquí ‘S’ (*scientific representation*) por ‘R’, y también ‘T’ (target system) por ‘SO’ (sistema objetivo), del esquema original de Frigg y Nguyen (2016).

3. Razonamiento sustitutivo y representación: notas críticas

Como ya ha sido señalado anteriormente, en la literatura general (Frigg & Nguyen, 2017) se llama razonamiento sustitutivo (*surrogate reasoning*) a la práctica de generar hipótesis a partir del modelo (M) y sobre el sistema objetivo (SO). La idea proviene de Swoyer (1991, p. 449), que lo define como un tipo de pensamiento basado en la representación, ya que la relación entre M y SO es una ‘relación de representación estructural’ (*relation structural representation*).

La representación estructural nos permite razonar directamente acerca de una representación para sacar conclusiones sobre las cosas que representa. Al examinar el comportamiento de un modelo a escala de un avión en un túnel de viento, podemos sacar conclusiones sobre la respuesta de un ala recién diseñada a la cizalladura del viento, en lugar de probarla en un Boeing 747 sobre Denver. Al utilizar números para representar las longitudes de los objetos físicos, podemos representar hechos sobre los objetos numéricamente, realizar cálculos de varios tipos y luego traducir los resultados en una conclusión sobre los objetos originales. En estos casos, utilizamos un tipo de objeto como sustituto en nuestro pensamiento sobre otro, por lo que lo llamaré *razonamiento subrogativo*. (Swoyer, 1991, p. 449; traducción nuestra)

Para Swoyer, la representación estructural o representación con modelos permite un razonamiento sobre las cosas que representa o modela. El objetivo de estas representaciones es *mediar inferencias* (*to mediate inferences*) sobre los fenómenos del mundo (cf. Lopez-Orellana *et al.*, 2019). Por supuesto, esto gracias a que dichas representaciones tienen “muchas de las mismas características estructurales que esos fenómenos [...] una estructura compartida de este tipo explica precisamente la aplicabilidad de una amplia gama de sistemas de representación —incluidos muchos no matemáticos— a las cosas que representan” (Swoyer, 1991, p. 451).

Resumiendo, el nexo entre M y SO es entonces estrictamente representacional. En efecto, lo que justifica —o como dicen Frigg y Nguyen (2017) lo que ‘permite explicar’— la extrapolación (lógica) de estas conclusiones a la *PPF*, en calidad de hipótesis, es entonces la noción misma de representación. Con ello nos vemos obligados a suponer que el proceso inferencial de la modelización tiene como base a la representación. Pero, ¿cómo puede un proceso estrictamente lógico estar fundamentado en la noción de representación?

Si seguimos a Swoyer, lo propiamente lógico del razonamiento sustitutivo, lo estrictamente inferencial, debería comenzar y terminar en M . Todo lo que inferimos, a partir de la

información relevante proveniente de SO , lo realizamos en M y las conclusiones generadas ‘viajan’ o se extrapolan hacia SO gracias al ‘carril’ de la representación (Lopez-Orellana y Cortés-García, 2019). Pero si es así, la extrapolación de inferencias en M hacia inferencias en SO no es un *proceso lógico*⁷. Creemos que esto es un profundo error.

¿Cómo se puede fundamentar la afirmación de que un proceso lógico, como el razonamiento sustitutivo, sea considerado un tipo de pensamiento *basado* en la representación? Creemos que esto se explica del siguiente modo: *solo* considerando un enfoque realista-representacionista de la relación entre M y SO , cuyo resguardo es el de la lógica clásica como lógica subyacente del razonamiento sustitutivo (Redmond, 2021a). Veamos más en detalle estos puntos.

4. Realismo, representación y lógica clásica

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, podemos esquematizar tentativamente el proceso de modelización del siguiente modo. Ubiquémonos dentro de un enfoque representacionista para considerar una entidad (abstracta o concreta) como modelo de otra. De acuerdo con Frigg y Nguyen (2017), este enfoque debe afirmar una de las siguientes perspectivas⁸:

1. M es presentado e identificado por medio de descripciones cuantitativas (matemáticas) y/o cualitativas (propiedades, relaciones, funciones, etc.), ambas recuperadas tanto de la información que aporta la *PPF* (mayormente por la vía de las mediciones) como de diferentes enfoques teóricos (Física, Química, Biología, etc.).
2. A partir de los datos de M se infieren conclusiones según distintos tipos de ‘relaciones inferenciales’ (deducción, inducción, abducción, etc.).
3. Lo inferido en M es extrapolado y cotejado o evaluado, en carácter de hipótesis, en la *PPF*.

De acuerdo con Frigg y Nguyen (2017), podemos decir que 1. permite explicar o justificar 3. Ahora bien, como señalamos más arriba, esto puede entenderse si y solo si adoptamos de manera integrada un punto de vista realista y una lógica clásica. Llamaremos a esto último un

7 Incluso, estaríamos obligados a llamar asimismo ‘sustitutivo’ a cualquier tipo de razonamiento o proceso que permita generar hipótesis, puesto que también usaría el mismo ‘carril’ de la representación para la extrapolación de las hipótesis, no importando su origen (sea un modelo o no).

8 Dejamos fuera de esta lista al enfoque inferencialista de Suárez pues lo consideramos ya una solución en la dirección del problema que planteamos.

entrecruzamiento de perspectivas comprometidas ontológicamente. Veámoslo más en detalle a continuación.

4.1. Representación y realismo

El realismo científico al que nos referimos, como señala Anjan Chakravartty (2017), es una actitud epistémica positiva hacia el contenido de nuestras mejores teorías y modelos, que se manifiesta desde la perspectiva clásica de la Concepción Heredada hasta las posiciones semanticistas o metateóricas que siguen teniendo actualmente una fuerte influencia (Lopez-Orellana, 2020). Siguiendo a Stathis Psillos (1999), esta actitud se traduce en tres tesis centrales:

- i. una *tesis metafísica*: el mundo tiene una estructura inequívoca independiente de la mente;
- ii. una *tesis semántica*: las teorías son descripciones de su dominio tanto inobservable como observable y son susceptibles de ser verdaderas o falsas. Si las teorías son verdaderas las entidades inobservables que postulan existen en el mundo; y
- iii. una *tesis epistémica*: las teorías científicas maduras y predictivamente exitosas están bien confirmadas y son aproximadamente verdad acerca del mundo.

Como Antonio Diéguez (1998) señala correctamente, i. y ii. comprometen la existencia de las entidades teóricas postuladas por las teorías maduras; en otras palabras, los términos de las teorías científicas no son referencialmente vacíos. Además, ii. afirma de base la *correspondencia* entre las teorías con la realidad. Y iii. afirma que “las teorías científicas nos proporcionan un conocimiento adecuado (aunque perfectible) de la realidad tal como ésta es con independencia de nuestros procesos cognoscitivos” (Diéguez, 1998, p. 79). Estos son, resumidamente, los compromisos ontológicos que mantiene —con diferentes matices— un realista.

Respecto de los modelos, como ya hemos señalado, en el realismo científico se asume que la representación es la función más importante que tiene un modelo y que esta establece la relación de correspondencia entre la estructura de las teorías y la estructura de los fenómenos del mundo. Se asume entonces la existencia de dichas estructuras. La concepción semántica (Lopez-Orellana & Redmond, 2021) supone que la representación es una relación diádica de correspondencia entre el vehículo representativo (el modelo) y su sistema-objetivo (v. g., Cartwright *et al.*, 1995; Morrison & Morgan, 1999b; Suárez, 2003; Suárez, 2004; Knuuttila & Merz, 2009). Por ello, la noción de representación ha sido abordada a partir de la metáfora del

‘espejo’, ‘espéculo’ o ‘replicación’ (mirroring), que tienen que ver con conceptos como ‘isomorfismo’, ‘similitud’ (likeness) o ‘ semejanza’ (resemblance); que les permiten a los semanticistas establecer las relaciones entre las propiedades del vehículo de representación y las de su sistema-objetivo.

Pero es justamente respecto de los modelos que la discusión de la justificación realista de la representación ha decantado en una crítica muy fructífera. Por ejemplo, una de las más influyentes en la actualidad es la propuesta de Bas van Fraassen en su libro *Scientific Representation. Paradoxes of Perspective*, donde insiste en los aspectos pragmáticos de la representación científica, esto es, que la representación de los fenómenos del mundo debe ser considerada primeramente como una acción. Para van Fraassen (2008, p. 25), solo hay representación en el sentido de que algunas cosas son usadas, hechas o interpretadas para representar otras cosas y de diferentes maneras. A partir de esta idea, van Fraassen insiste en dos aspectos pragmáticos de la representación científica que nos llevan a considerarla primeramente como una *acción* más que como *producto* o *resultado*, es decir, como entidades estáticas (estructuras). Estos aspectos son el *uso* y la *distorsión*.

En primer lugar, si solo hay representación en el sentido de ‘*usar, hacer o interpretar* unas cosas para que representen otras de diferentes maneras’, el análisis debe ponerse énfasis entonces en la noción de *uso* y ya no en cuestiones relativas a la sintaxis o a la semántica para cualquier caracterización general. ‘Hacer’ e ‘interpretar’ pueden reducirse al uso. La noción de uso es una noción procedural (en términos de Johan van Benthem, 1994; Lopez-Orellana & Redmond, 2021b). Y, para van Fraassen, el uso entra en el concepto mismo de la representación: “ser una representación es ser algo usado o tomado para representar algo” (van Fraassen, 2008, p. 87).

En efecto, en términos generales, las representaciones se producen típicamente para un uso, con un propósito u objetivo determinados:

Un artista puede pintar, esculpir o seleccionar un objeto para representar escenas de guerra —por ejemplo— para exhibirlo al público; ya sea simplemente para su apreciación o porque ‘tiene algo que decir’. Un cartógrafo dibuja un mapa para representar la estructura del sistema ferroviario euroasiático, para su uso por parte de su dirección para la planificación o, alternativamente, para su uso por parte del público para desplazarse por el continente. Bohr crea su modelo del átomo de 1913 para explicar ciertos datos espectrográficos, [etc.]. (van Fraassen, 2008, p. 87; traducción nuestra)

Además, van Fraassen sostiene que la representación útil para fines particulares implicará siempre una *distorsión selectiva*. La posibilidad de distorsión (*misrepresentation*) es una característica central de toda representación:

Incluso cuando la semejanza es crucial para el propósito, debemos buscar la semejanza solo en los aspectos que sirven al propósito de la representación, y solo en la medida en que lo hagan. Dado que el objetivo de la ciencia es proporcionar teorías empíricamente adecuadas sobre cómo es el mundo, debemos concluir que dondequiera que la representación se negocie con la semejanza, la regla general de selectividad se dirige a los fenómenos observables. (van Fraassen, 2008, p. 87)

Esto quiere decir que es imposible concebir representaciones puras o precisas de los fenómenos. Una representación no es más que una distorsión del fenómeno representado. No es solo una idealización, simplificación o reunión de características seleccionadas, con el propósito de indicar o mostrar algo ('puro' o 'preciso') de ese fenómeno. En ese acto de selección lo que se consigue no es más que una 'distorsión' de la realidad fenoménica. Esto claramente puede ejemplificarse con los modelos de la física que consisten en masas puntuales que se mueven en planos sin fricción, los modelos de economía en que se asumen agentes omniscientes, las poblaciones aisladas que estudian los biólogos, entre muchos otros. En este tipo de representaciones modélicas se distorsionan los elementos del conjunto de propiedades, condiciones o características de los fenómenos. Considerar un objeto con sus propiedades distorsionadas, por ejemplo, con una capacidad de deslizamiento infinita (sin fricciones) o perfectamente esférico, no parece ser lo mismo que descuidar deliberadamente ciertas propiedades del objeto por no considerarlas relevantes. Descuidar el color del material en el modelo-maqueta del arquitecto para su estudio de tensiones y resistencias en un puente frente a un tsunami, no 'produce' un objeto de las mismas características que uno que proviene de la distorsión de sus propiedades. Aunque, claramente, esta no-inclusión del color como propiedad sería un inconveniente —por ejemplo— para un modelo de paneles solares. Pero, sin duda, no es lo mismo considerar la masa despreciable que considerar que necesariamente el cuerpo no deba tener masa. Lo primero es solo una simplificación, lo segundo es una distorsión (McMullin, 1985; Redmond *et al.*, 2017; Frigg & Hartmann, 2018).

Esta distorsión selectiva puede ser problemática pero está estrechamente ligada al éxito de una representación. Los científicos están acostumbrados a tratar con distorsiones de los fenómenos y, en un sentido amplio, pueden ser de muchos tipos: aproximaciones (modelos matemáticos del crecimiento poblacional), simulaciones computacionales (para el estudio de

agujeros negros), a escala (como un maqueta de alguna cueva, para su estudio espeleológico), etc. La distorsión científica con modelos es deliberada. De esta manera, la mejor vía para tratar con la función de representación de los modelos es atendiendo a su uso y reconociendo la distorsión como su característica principal. La consecuencia directa de esto es que no nos hace falta asumir ningún compromiso realista para la representación.

4.2. Lógica y Realismo

Respecto de los compromisos ontológicos de la lógica clásica, consideremos lo siguiente. De acuerdo con Stewart Shapiro y Teresa Kouri Kissel (2018), la semántica de la lógica clásica se caracteriza por lo siguiente:

- un conjunto K de términos no-lógicos;
- una interpretación para el lenguaje L_1K a la estructura $M = \langle d, I \rangle$
 - d es un conjunto no vacío llamado el dominio del discurso.
 - I es una función interpretación.

La característica más relevante de esta semántica es que si kl es una constante en K , entonces $I(kl)$ es un miembro del dominio d .

Es decir, como señalan los autores, cada constante denota algo. Los sistemas en los que esto no sucede se denominan lógicas libres. Los dos principios lógicos que reflejan este compromiso son (i) el principio de Generalización Existencial (EG): $Fb \rightarrow \exists x(Fx)$, es decir, Si b es F , entonces existe algo que es F . El segundo principio –como señala Reicher (2019)– es menos prominente, más bien raramente declarado explícitamente, pero a menudo asumido tácitamente. Se trata del Principio de Predicación (PP): $Fb \rightarrow \exists x(x = b)$, es decir, Si b es F , entonces existe algo que es idéntico a b .

Profundicemos un poco más en los aspectos filosóficos que están por detrás de lo anterior y que, desde nuestro punto de vista, involucran a la noción de verdad. En efecto, ¿cuándo es verdadero un discurso y cuándo no? Esta pregunta nos lleva a uno de los enfoques más sólidos e influyentes de la historia del pensamiento: la teoría de la verdad como correspondencia. Cuando se nos pregunta por la verdad de un enunciado, nos lanzamos sobre el mundo buscando aquello que le corresponde al enunciado y en esta perspectiva esto último se denomina un *hecho*. Es decir, de acuerdo con esta teoría, la verdad es un concepto relacional que consiste en la vinculación o correspondencia de un enunciado y un hecho. Pero, ¿qué son los hechos? y ¿cuál es la relación de correspondencia entre enunciados verdaderos y hechos?

Esto lo explica la teoría de la correspondencia desde uno de sus mayores compromisos filosóficos: el mismo realismo que señalamos más arriba para los enfoques de la representación. ¿En qué sentido es realista la teoría de la correspondencia? De acuerdo con Stephen Read (1994), la teoría de la correspondencia es *realista* en dos sentidos: (i) ontológico y (ii) epistemológico. El primero afirma que además de objetos en el mundo debe haber *hechos* sobre esos objetos. Y es a partir de la existencia de estos hechos que se hace verdadera una oración. Es decir que considera que es tan real ‘esta copa de vino’ (el objeto) como el hecho de que ‘la copa de vino está sobre la mesa’. Desde un punto de vista epistemológico, el realismo afirma que el hecho que hace verdadera una oración existe independientemente de que los seres humanos sean capaces de descubrirlo. Es decir, en resumidas cuentas, paradójica o contra-intuitivamente, es verdad que ‘el agua está compuesta de hidrógeno y oxígeno’ incluso antes de que existieran los seres humanos sobre la faz de la tierra. Es interesante la crítica que ya Aristóteles dirigió contra esto último y que ejemplificó con el caso de la batalla naval como un determinismo inaceptable (*De interpretatione* 9, 19a).

La idea de una realidad independiente de nosotros y que es la que en última instancia determina la verdad o no de las afirmaciones es capturada con mucha fuerza en la obra de uno de los lógicos más influyentes del siglo XIX: Gottlob Frege. En efecto, Frege elabora la primera teoría del significado o semántica para un lenguaje formal de primer grado (solo con predicados y nombres de cosas) en el marco general de su ‘principio de realidad’. Su obra marca el inicio de una tradición que luego fue seguida por otros grandes como Wittgenstein, Russell y Quine y que denominaremos *clásica*. Dentro de esta tradición podemos reconocer tanto un enfoque sintáctico como un enfoque semántico de la lógica. El sintáctico tiene que ver con la derivación y el cálculo en un lenguaje formal, mientras que el semántico apunta a la relación de este lenguaje con un dominio de entidades. Tal como fue concebida por Frege en su *Begriffsschrift* (1879), el dominio de entidades es la totalidad de lo existente. Esta pretendida universalidad del enfoque semántico deja fuera de la atribución de verdad o falsedad a aquellos enunciados que predicar sobre cosas que no forman parte de este dominio de los existentes. ¿Y qué cosas están dentro de este dominio? Podemos llamarlas las causalmente efectivas (espacio-temporales), pero Frege también incluye entre ellas entidades que podemos llamar *imaginarias*, pero nunca imaginadas. Entre estas últimas encontramos al ‘eje de la tierra’ y otros tantos objetos geométricos (como el punto y la recta), sin los cuales no habría fundamentación de esta disciplina desde Euclides. En lenguaje lógico (tal como lo inventó Frege), esta condición viene señalada por un predicado de segundo orden cuyo alcance son los de primer orden y que se llama cuantificador existencial (\exists).

Tenemos entonces que, según consta en los documentos fundacionales de la tradición clásica (Frege, Russell, entre otros), todos los entes sobre los que se construyen afirmaciones conforman el dominio y poseen todos ellos el mismo nivel ontológico: el de la existencia. Según este enfoque tampoco hay lógica sobre dominios que contengan existentes y no existentes al mismo tiempo⁹. En este último sentido es que decimos que mientras que Ghandi existe (o existió), Harry Potter no es más que una invención literaria (un ser imaginado) sin correspondencias en la realidad (el dominio), es decir, un no-existente. Por esta razón, Harry Potter y Ghandi, por ejemplo, no podrían cohabitar en este dominio. Y la postura del enfoque clásico es bien clara: la verdad o falsedad corresponde a afirmaciones que contengan solo nombres de existentes (entidades en el dominio). Una consecuencia de este enfoque es que la oración “Ghandi usaba lentes” es verdadera mientras que “Harry Potter usaba lentes” queda en la indeterminación semántica (ni verdadera ni falsa). Peor aún, tampoco podemos decir que es verdad lo que hasta un niño sabe que es cierto: que “Ghandi usaba lentes igual que Harry Potter”. Es decir, la lógica clásica prohíbe los dominios cruzados, cohabitados por existentes y no existentes. Es relevante señalar aquí el peso ontológico de esta última afirmación en Frege, que no habla de la verdad sino de ‘lo verdadero’, entendido casi como un objeto entre otros y al que apuntan las afirmaciones verdaderas. Esto marca una diferencia con la Teoría de la Correspondencia que piensa la verdad como una relación con los hechos, pero es idéntica en el compromiso con una realidad (el dominio), que es en definitiva la que hace verdaderas o falsas nuestras afirmaciones. Ahora bien, para la lógica clásica ninguna oración debía quedar sin valor de verdad (*horror indeterminatum*). Por ello Frege asigna arbitrariamente una partícula nula a este tipo de oraciones y Bertrand Russell (1905) propone su teoría de las descripciones definidas. Pero ambas propuestas poseen la misma consecuencia negativa: todo lo que enuncie sobre estas entidades será falso. Esto último es lo más próximo que se puede estar de la verdad en esta perspectiva.

Demos un poco más de precisiones. Frege entendía, inspirado por las matemáticas, que los componentes elementales del análisis lógico eran tres: los nombres propios, los predicados y el fruto de los dos llamado oración (*Satz*). Es decir, una oración está ‘compuesta’ de un predicado y de un nombre propio. Veamos un ejemplo sencillo: si consideramos el nombre propio Ghandi y el predicado ‘usar lentes’, la oración que conforman es ‘Ghandi usa lentes’. Frege lo piensa en términos matemáticos, es decir, al modo como las funciones se aplican a los números. Los predicados son funciones y las cifras numéricas son los nombres propios. En

9 Por los mismos años un lógico escocés, Hugh MacColl, defendía lo contrario. Ver Redmond (2015) y Rahman & Redmond (2007, 2008).

efecto, análogamente a como reemplazo '2' en la función $f(x)=2x+1$ y me da como resultado '5', reemplazo 'Ghandi' en 'x usa lentes' y el resultado es lo verdadero o lo falso (Frege, 1879). Ahora bien, este modo en que se construye una oración desde sus partes prefigura lo que Frege llama 'el principio de composicionalidad' del significado. Es decir, en el caso de una oración, su significado (*Bedeutung*) está compuesto del significado de sus partes. Es decir, el significado de las partes (nombres propios y predicados) contribuye a la determinación del significado de la oración. Y ¿cuál es el significado de sus partes? Solo nos detendremos aquí, para el objetivo de nuestro artículo, en los nombres propios.

El significado de un nombre propio, según Frege, es su contribución semántica a la determinación de la verdad de una oración de la que forma parte, esto es, el objeto existente (de carne y hueso, digamos) que es el portador de ese nombre propio. Esto último permite entender el significado de un nombre propio como su referencia: decimos que los nombres propios se refieren a tal o cual objeto y que este último es el portador de tal o cual nombre propio y la propiedad semántica buscada. Y aquí lo importante: la ausencia de portador del nombre (el ente existente del dominio), lleva a la indeterminación semántica de la oración: la insignificancia es contagiosa. Los nombres propios sin referencia son también denominados como nombres propios vacíos. Una presentación estándar de esto último, como hemos referido más arriba, es la de Shapiro y Kouri Kissel (2018).

¿Y qué pasa con los predicados? La propiedad semántica buscada, su contribución al significado de una oración, es que deben referirse a un concepto. Y para todo predicado siempre hay un concepto y si bien hay vacuidad (predicados vacíos), no hay insignificancia. En efecto, en el enfoque de Frege, que luego fue bien extendido por Russell (con las limitaciones que más tarde le señalará Gödel), es que la proximidad de la teoría de conjuntos le permitió entender la noción de predicado en relación con la noción de extensión de un conjunto (los elementos que lo componen). Y así, mientras la extensión de un predicado puede ser vacía, los nombres propios deben poseer siempre un referente. Russell, a nuestro entender, aprovecha este desnivel para su teoría de las descripciones definidas.¹⁰ Es decir, mientras rige la prohibición de asignar verdad a oraciones que hablen de Harry Potter, un predicado como H: 'ser un joven aprendiz de brujo que vuela por los aires en una escoba munido de una varita mágica' es muy bienvenido en lógica. En efecto, el punto de partida de Russell es que los no existentes, en un sentido lógico, no pueden ser identificados con nombres propios sino con

¹⁰ Karel Lambert (1997, 2004) llama a este desnivel como la esquizofrenia de la lógica clásica. Para un estudio de sus alcances ver Redmond y Lopez-Orellana (2018).

descripciones definidas. Por ejemplo, en el caso de Harry Potter, en lugar de usar una letra del tipo 'a', se usa una expresión que se compone con el operador iota (i) y la descripción predicativa del individuo. Es decir, para Harry Potter tendríamos $i x P x$ donde Px : "x es un joven aprendiz de brujo que vuela por los aires en una escoba munido de una varita mágica". De ese modo la oración 'Harry Potter usa lentes' se escribiría $L(i x P x)$ donde L : "x usa lentes". Ahora bien, a partir de la expresión anterior propone la siguiente definición contextual: $L(i x P x) = df \exists x (y (P x y = x) L x)$, que debe leerse como 'existe un individuo único con características P y que además es L '. Russell reduce las afirmaciones sobre inexistentes a oraciones cuantificadas existencialmente y cuyo valor de verdad, para todos los casos, es lo falso. Y esto porque justamente, de acuerdo con el cuantificador existencial, tal individuo nunca estará en el dominio. Del mismo modo, será verdadera la negación de lo anterior. Por eso decimos que, de acuerdo con la Teoría de las Descripciones Definidas de Russell, que toda oración en la que se predique algo sobre inexistentes será falsa a menos que se predique su no existencia¹¹.

Nuestro punto es que, si usamos lógica clásica quedamos ontológicamente comprometidos al igual que lo están los enfoques realistas de la representación (Lopez-Orellana & Redmond, 2021a). Por ello una perspectiva realista de la modelización que incluya la lógica clásica como marco subyacente a los procesos inferenciales que se ponen en ruta durante la modelización, puede con todo derecho (pero sin hacer justicia) llamar razonamiento sustitutivo a todo el proceso.

5. El modelo como sustituto inferencial

Primeramente, cabe mencionar —no solo desde nuestra presente crítica, véase también Contessa (2007)— que todavía no se ha profundizado lo suficiente en el significado de *razonamiento sustitutivo* y que, por ello, las referencias que encontramos en la literatura sobre el tema son superficiales y ambiguas; a pesar del carácter protagónico de este proceso inferencial. Para salvar estas insuficiencias, creemos que el análisis debería extenderse en dos direcciones:

1. En un análisis de la FIM que entienda por razonamiento sustitutivo al proceso integral de producir hipótesis desde M y sobre un SO . Es decir, una noción de razonamiento

¹¹ Una de las consecuencias más duras del enfoque clásico de la lógica y su semántica es que ninguna oración que porte sobre inexistentes puede ser parte de una argumentación. Para que esto fuera posible sería necesario cambiar de perspectiva semántica. Por ejemplo, la propuesta lógica del pragmatismo dialógico para una semántica lúdica que incluya las ficciones (Redmond 2010; Redmond & Lopez-Orellana 2018).

sustitutivo que entienda que el vínculo entre M y SO no es de carácter representacional sino *lógico*. Esta idea, creemos, no puede ser considerada de modo independiente de la siguiente.

2. En un análisis que entienda el razonamiento sustitutivo como un *proceso epistémico y dinámico* desde un enfoque pragmático e interactivo de la inferencia.

En ambas direcciones, se debe reflejar la condición más determinante y, al mismo tiempo, más oscura de un punto de vista inferencial: el carácter de *subrogante* o *sustituto* que posee M . Como hemos visto, en Swoyer (1991), Sugden (2000) y Suárez (2004) se habla —con distintos matices— de evaluar o contrastar las conclusiones obtenidas en M ‘llevándolas’ a la *PPF* por el *carril* de la representación —según nuestras palabras—, pero por otro también se intenta especificar propiamente una *función inferencial sustituta* (FIM). Esto parece ser contradictorio. En efecto, se pueden ‘llevar’ hipótesis para cotejar o evaluar desde cualquier lado (entre M y SO), pero si al hacerlo desde M reenvía a su condición general de subrogante o sustituto inferencial, entonces debería ser posible reflejar esta última condición en términos estrictamente lógicos. Creemos que lo desarrollado sobre este tema hasta nuestros días es insuficiente.

6. Hipótesis y supuestos del modelo: punto de vista lógico

Es importante aclarar que durante el proceso de modelización se pueden identificar al menos dos tipos de elementos sin contraste o evaluación directa en SO : las *hipótesis* y los *supuestos*. Mientras los supuestos son parte de los elementos que conforman M , las hipótesis son las *conclusiones* obtenidas a partir de esos elementos y que luego deberán ser contrastadas con SO . Veamos esto último más en detalle.

La instalación de supuestos en M es la práctica más usual y corresponde al carácter de *idealización* del mismo, mediante la elección de las características o propiedades relevantes seleccionadas de los fenómenos. Muchas veces los datos aportados por SO para la elaboración de M no son suficientes y se deben presuponer gran parte de los detalles. Otras veces M es un ejercicio de presuposición completo y queda a la par con otros modelos que también son un ejercicio de idealización sobre la misma base de información aportada por SO .

Ahora, creemos que la generación de hipótesis a partir del M sigue al menos estos dos caminos:

- i. Camino puramente *heurístico*: M inspira afirmaciones al usuario (proposiciones) que no resultan de ningún camino lógico-formal ni ampliativo ni no ampliativo. Próximo a lo que ya Aristóteles llamaba *sagacidad* (*Anal. I*, 34, 89b15). Estas afirmaciones ganan el carácter de hipótesis en SO y deben ser evaluadas en el mismo.
- ii. Camino *lógico* (razonamiento): las afirmaciones o proposiciones generadas son *conclusiones* de algún tipo de razonamiento y a partir de la información disponible en M (muchas de las cuales son supuestos).

Tenemos entonces lo necesario para poder diferenciar entre parte de los elementos que se utilizarán para elaborar M (los *supuestos*), de aquellos que son generados a partir de la información que disponemos de M (y entre las cuales se encuentran los supuestos) y que son conclusiones de algún tipo de razonamiento, las *hipótesis*. En general decimos que toda proposición generada a partir de M (sea cual fuere el método), tiene el carácter de hipótesis en SO y debe ser evaluada. Desde luego que si evaluamos positivamente una conclusión en SO (como hipótesis), será solo un punto a favor de la credibilidad en los supuestos que formaron parte de esos razonamientos.

De esta manera, creemos que es muy importante distinguir entre supuestos, hipótesis generadas por invención o heurística y aquellas que resultan de una gestión lógica como conclusiones de razonamientos y que serán evaluadas en SO . Sobre todo, para poder investigar acerca de estas últimas pues corresponden efectivamente a lo que llamamos razonamiento sustitutivo.

7. Consideraciones finales

Hemos defendido que la función inferencial de los modelos (FIM) no debe considerarse como subsidiaria de la noción de *representación*. Creemos que el inferencialismo sostenido por autores como Swoyer (1991), Sugden (2000), Suárez (2004), Mäki (2009), entre otros, apunta a la dirección correcta pero entran el problema fundamentando el razonamiento subrogativo en la representación. Desde nuestro punto de vista el proceso de generación de hipótesis a partir de un modelo debe hallar su fundamento en la lógica. En efecto, dentro de la pluralidad de los sistemas lógicos inferenciales, debe elegirse uno que asuma de partida que el razonamiento sustitutivo es enteramente un proceso lógico y se ajuste adecuadamente al dinamismo e interactividad propia del proceso de modelización. Esta caracterización debe suponer una relación, un vínculo o un nexo lógico entre M y SO . Y tal relación, vínculo o nexo debe poder representarse en términos formales y especificar así su fundamento lógico. Cuál es

el mejor aparato lógico para ello es una cuestión que debe ser tratada más en extenso. Una propuesta al respecto la hemos ofrecido en Redmond (2021a; 2021b).

Uno de los puntos más críticos relacionado con todo esto es que deberíamos ser capaces de capturar íntegramente (lógicamente) este proceso. En efecto, si bien todo comienza inferencialmente con M que mira hacia la PPF , tal representación formal debe dar cuenta de la sinergia establecida entre las partes. La mayoría de los estudios parecen apuntar a la reconstrucción de procesos exitosos, pero como ya concluidos. Creemos que un enfoque inferencialista que capture todo el proceso debe dar cuenta de los rechazos de hipótesis y la reformulación de las bases teóricas del modelo. De hecho, el proceso se inicia inferencialmente con el modelo, pero luego hay un *ida y vuelta* fluido y dinámico que conlleva ajustes (*fit-back*) y reformulaciones en todas las partes. De tal modo, desde nuestra perspectiva, el proceso (sobre la base del esquema general de más arriba), debería ser representado esquemáticamente del siguiente modo:

1. M posee datos de diverso tipo.
2. Se establece una relación/vínculo/nexo *inferencial* entre M y la PPF (subrogancia inferencial).
3. A partir de los datos de M , se infiere según distintos tipos de ‘relaciones inferenciales’ (deducción, inducción, abducción, etc.).
4. Por ii. (punto de la sección anterior) lo inferido en M es hipótesis inferida en PPF .
5. Luego de cotejado/contrastado/evaluado en PPF , llevamos a M la corroboración o refutación.
6. Para la corroboración: si la hipótesis provenía de una inferencia ampliativa, se suma como nueva información a los datos de M .
7. Para la refutación: *¡el infierno epistémico!* (Gärdenfors, 1988; Levi, 1991). En este caso la nueva información debe ser incorporada a los datos del modelo, evitando las inconsistencias que se producirán. —En Redmond (2020), siguiendo Atocha (2006), hemos defendido que esto último reenvía a la noción de *revisión de creencias* (*belief revision*)—.

Si ponemos todo el énfasis en la función inferencial que cumple M (FIM) de cara a la PPF , podríamos estar en condiciones de formular una perspectiva inferencialista que haga caso al dinamismo interactivo que posibilitan los modelos y que es habitual en la práctica científica. Una perspectiva como tal debe ser llamada *interactiva*. En efecto, ¿de qué otro modo podría entenderse esta doble función que cumple un modelo? Una visión general del proceso de modelización, y en particular para su función inferencial, nos obliga a comprender este proceso

de un modo no *estático*. Creemos que si queremos reflejar con éxito la relación que se establece entre M y SO , debemos reconocer que es muy activa en intercambios y ajustes entre ellos. Por esto, un enfoque dinámico interactivo debería ser el más apropiado. Dar cuenta de ese dinamismo puede aclarar qué queremos decir efectivamente con razonamiento sustitutivo.

8. Referencias

- Aliseda, A. (2006). *Abductive Reasoning. Logical Investigations into Discovery and Explanation*. Series Synthese Library (Vol. 330). Springer.
- Aristotle (1960). *Posterior Analytics. Topica*. Harvard University Press.
- Aristotle (1983). *On interpretation*. Harvard University Press.
- Balzer, W., Moulines, C. U., & Sneed, J. D. (1987). *An Architectonic for Science. The Structuralist Program* (Vol. 186). Springer Netherlands.
- 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), 67-85. <https://doi.org/10.1387/theoria.554>
- Cartwright, N., Shomar, T., & Suárez, M. (1995). The tool box of science. Tools for the building of models with a superconductivity example. *Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, 44, 137-149.
- Cassini, A. (2016). Modelos científicos. *Diccionario Interdisciplinar Austral (DIA)*. <http://dia.austral.edu.ar/Modelos>
- Chakravartty, A. (2010). Informational versus functional theories of scientific representation. *Synthese*, (172), 197-213. doi: <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9502-3>
- Chakravartty, A. (2017). Scientific Realism. En E.N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism/>
- Contessa, G. (2007). Scientific representation, interpretation, and surrogative reasoning. *Philosophy of Science*, 74(1), 48-68. <https://doi.org/10.1086/519478>
- da Costa, N. C. A., & French, S. (2003). *Science and Partial Truth. A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. Oxford University Press
- Diéguez, A. (1998). *Realismo científico. Una introducción al debate actual en la filosofía de la ciencia*. Universidad de Málaga.
- Frege, G. (1879). *Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens*. Louis Nebert.
- Frigg, R. & Nguyen, J. (2017). Models and representation. En L. Magnani & T. Bertolotti (Eds.). *Handbook of model-based science* (pp. 49-102). Springer.
- Gärdenfors, P. (1988). *Knowledge in Flux. Modeling the Dynamics of Epistemic States*. MIT Press.
- Giere, R. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago University Press.
- Giere, R. (1999). *Science without Laws*. University of Chicago Press.

- Kitcher, P. (1993). *The Advancement of Science. Science without Legend, Objectivity without Illusions*. Oxford University Press.
- Knuutila, T., & Merz, M. (2009). Understanding by modeling. An objectual approach. In H. W. de Regt, S. Leonelli, & K. Eigner (Eds.), *Scientific Understanding. Philosophical Perspectives* (pp. 146-168). University of Pittsburgh Press.
- Lambert, K. (1997). *Free Logics: Their Foundations, Character, and Some Applications Thereof*. Academia.
- Lambert, K. (2004). *Free Logic. Selected Essays*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Levi, I. (1991). *The Fixation of Belief and Its Undoing. Changing Beliefs Through Inquiry*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lopez-Orellana, R., & Cortés-García, D. (2019). On Understanding and Modeling in Evo-Devo. An Analysis of the Polypteris Model of Phenotypic Plasticity. In A. Nepomuceno Fernández et al. (Eds.), *Model-Based Reasoning in Science and Technology. Inferential Models for Logic, Language, Cognition and Computation*. Series Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics (Vol. 49, pp. 138-152). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32722-4_9
- Lopez-Orellana, R., & Redmond, J. (2021a). Crítica a la noción de modelo de Patrick Suppes. *Revista de Filosofía*, 78, 135-155.
- Lopez-Orellana, R., & Redmond, J. (2021b). La aserción dialógica como unidad mínima de conocimiento. *Tópicos, Revista de Filosofía*, 60, 103-152. <https://doi.org/10.21555/top.v0i60.1136>
- Lopez-Orellana, R., Redmond, J., & Cortés-García, D. (2019). Un enfoque inferencial y dinámico de la modelización y de la comprensión en biología. *Revista de Humanidades de Valparaíso*, 14, 315-334. <https://doi.org/10.22370/rhv2019iss14pp315-334>
- Lopez-Orellana, R. (2020). *Sobre la modelización y la comprensión científicas. Un enfoque inferencial y dinámico aplicado al modelo evo-devo Polypteris de la plasticidad fenotípica*. Tesis de Doctorado. Universidad de Salamanca.
- Mäki, U. (2009). MISSING the world. models as isolations and credible surrogate systems. *Erkenn* (70), 29-43. <https://doi.org/10.1007/s10670-008-9135-9>
- McMullin, E. (1985). Galilean idealization. *Studies in History and Philosophy of Science*, 16(3), 247-273.
- Morrison, M. (1999). Models as autonomous agents. En M. Morrison & M. S. Morgan (Eds.), *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science* (pp. 38-65). Cambridge University Press.
- Morrison, M., & Morgan, M. S. (1999b). Models as mediating instruments. In M. Morrison & M. S. Morgan (Eds.), *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science* (pp. 10-37). Cambridge University Press.
- Psillos, S. (1999). *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. Routledge.
- Rahman, S., & Redmond, J. (2007). *Hugh MacColl. An overview of his Logical Work with Anthology*. College Publications.
- Rahman, S., & Redmond, J. (2008). *Hugh MacColl et la naissance du pluralisme logique : suivi d'extraits majeurs de son œuvre*. Cahiers de logique et Épistémologie, Vol. 3. College Publications.

- Read, S. (1994). *Thinking About Logic. An Introduction to the Philosophy of Logic*. Oxford University Press.
- Redmond, J. (2010). The dynamic logic of fiction: dialogical approach. Tesis de Doctorado. Lille, France: Universidad de Lille 3.
- Redmond, J. (2021a). 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), 297-320. <https://doi.org/10.1387/theoria.21902>
- Redmond, J. (2021b). Representation and surrogate reasoning: A Proposal from Dialogical Pragmatism. In A. Cassini, & J. Redmond (Eds.), *Models and idealizations in science. Artifactual and fictional approaches*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65802-1>
- Redmond, J., & Lopez-Orellana, R. (2018). Lógica clásica y esquizofrenia: Por una semántica lúdica. *Revista de Filosofía*, 74, 214-241.
- Redmond, J., Valladares, D. L., & Lopez-Orellana, R. (2017). Modelizaciones galileanas y objetos ideales. En G. Cuadrado & L. E. Gómez (eds.), *Ciencias de la ingeniería en el siglo XXI. Nuevos enfoques en su lógica, enseñanza y práctica* (pp. 51-61). Universidad Tecnológica Nacional.
- Shapiro, S., & Kouri Kissel, T. (2018). Classical logic. En E.N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2018/entries/logic-classical/>
- Sneed, J. D. (1971). *The Logical Structure of Mathematical Physics*. D. Reidel.
- Stegmüller, W. (1970). *Theorie und Erfahrung* (Vol. 2). Springer-Verlag.
- Stegmüller, W. (1973). *Theorienstrukturen und Theorien Dynamik. Zweiter Halbband Theorienstrukturen und Theoriendynamik* (Vol. 2/2). Springer-Verlag
- Stoljar, D., & Damjanovic, N. (2010). The deflationary theory of truth. En E.N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/truth-deflationary/>
- Suárez, M. (2004). An inferential conception of scientific representation. *Philosophy of Science*, 71(5), 767-779.
- Suárez, M. (2016). Representation in science. In P. Humphreys (Ed.), *Oxford Handbook of the Philosophy of Science* (pp. 440-459). Oxford University Press.
- Sugden, R. (2000). Credible worlds: the status of theoretical models in economics. *Journal of Economic Methodology*, 7 (1), 1-31. doi: <https://doi.org/10.1080/135017800362220>
- Suppes, P. (1960). A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences. *Synthese*, 12 (2/3), 287-301.
- Suppes, P. (1962). Models of data. In E. Nagel, P. Suppes, & A. Tarski (Eds.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress* (pp. 252-261). Stanford University Press.
- Suppes, P. (1970). *Set-Theoretical Structures in Science*. Stanford University Press.
- Suppes, P. (1974). The axiomatic method in the empirical sciences. In L. Henkin (Ed.), *Proceedings of the Tarski Symposium* (Vol. XXV, pp. 465-479). American Mathematical Society

- Swoyer, C. (1991). Structural representation and surrogative reasoning. *Synthese*, 87(3), 449-508. <https://doi.org/10.1007/BF00499820>
- van Fraassen, B. C. (1980). *The Scientific Image*. Clarendon Press.
- van Fraassen, B. C. (1987). The semantic approach to scientific theories. In N. J. Nersessian (Ed.), *The Process of Science. Contemporary Philosophical Approaches to Understanding Scientific Practice* (pp. 105-124). Kluwer Academic Publishers.
- Worrall, J. (1989). Structural realism: The best of both worlds? *Dialectica*, 43, 99-124. <https://doi.org/10.1111/j.1746>