scientiæ studia, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 19-43, 2016

Procesos y productos: naturaleza y contribución epistémica de las idealizaciones en ciencia

Mónica Aguilar Martínez

RESUMEN

¿Qué son las idealizaciones científicas, cuál es su contribución epistémica en la ciencia y cómo ésta es obtenida? En este texto se distinguen tres distintas vertientes en el análisis sobre la idealización que han dado respuesta a estas cuestiones. Las diferencias entre ellas residen en la forma en que cada una enfatiza el papel de la idealización en la construcción de modelos científicos y el rol epistémico que atribuyen a éstos. No obstante, una restricción subyace a sus planteamientos: aunque conciben a las idealizaciones en términos de procesos, tienden a atribuir su contribución epistémica a sus productos. Hacia al final del texto arguyo por el reconocimiento de la contribución epistémica de los procesos de idealización lo cual requiere tomar seriamente el análisis sobre las prácticas científicas. Termino sugiriendo una manera plural e integral de entender a las idealizaciones situadas en prácticas que puede resultar provechosa para su análisis filosófico.

Palabras-clave • Idealización. Modelos. Representación. Prácticas. Entendimiento científico.

Introducción

Actualmente las idealizaciones científicas son objeto de estudio en la literatura filosófica y el reconocimiento de su papel en el quehacer científico ha generado un eco cada vez mayor. Distintos análisis han concentrado sus esfuerzos en mostrar el uso de idealizaciones – y su repercusión – en diferentes disciplinas científicas como la física (cf. French & Ladyman, 1998), la economía (cf. Mäki, 1994), la biología (cf. Love, 2010), la química (cf. Fernández-González, 2013) o la ingeniería (cf. Laymon, 1989). Asimismo, el análisis de la idealización se ha relacionado con otros temas relevantes en la filosofía de la ciencia; por un ejemplo, algunas discusiones filosóficas actuales sobre la inconsistencia teórica apremian la necesidad de integrar en sus análisis la cuestión sobre si las idealizaciones tienen o no un rol en la generación de inconsistencias en teorías científicas (cf. Davey, 2014).

http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662016000100003

No obstante, para que la discusión sobre la idealización sea fructífera en problemáticas filosóficas, resulta relevante discutir a qué se le llama "idealización científica", cuál es su contribución epistémica en la ciencia y cómo ésta es generada. En este sentido, una línea de investigación en el estudio sobre la idealización se ha enfocado en desentrañar el papel epistémico que ésta juega en la representación de fenómenos a través de constructos teóricos o modelos científicos.

Desde las primeras propuestas presentes en la literatura filosófica (cf. Nowak, 1974; McMullin, 1985), hasta las más recientes (cf. Elgin, 2007; Morrison, 2015) pueden identificarse tres distintas vertientes de análisis que definen la naturaleza y la contribución epistémica de las idealizaciones científicas. Las tres vertientes a las que hago referencia son: **(1)** El "enfoque tradicional" (cf. Batterman, 2009), que vincula a la idealización con la búsqueda de representaciones tratables que capturen la estructura esencial del fenómeno analizado y de las cuales es posible obtener modelos que sean más próximos a la realidad al des-idealizarlos (cf. Nowak, 1970-2000; McMullin, 1985); **(2)** la idealización como introducción de falsedades en las representaciones y su asociación al logro epistémico de entendimiento, en donde los procesos de des-idealización no siempre son necesarios (cf. Elgin, 2007; Mizrahí, 2009); **(3)** aquella que vincula el rol representacional de la idealización a distintos objetivos de la práctica de modelado; estos objetivos guían la construcción y evaluación de modelos, y pueden resultar antagónicos (cf. Cartwright, 1983; Morrison, 2005; Weisberg, 2007).

Estas vertientes ponen de relieve parte de la naturaleza de la idealización científica y su contribución epistémica en ciencia, en tanto que señalan y discuten distintos atributos de la idealización y sus formas de operar. Asimismo, muestran cómo la introducción de idealizaciones en modelos favorece la obtención de explicaciones, predicciones y, más generalmente, de entendimiento científico. Estas vertientes también revelan rasgos importantes sobre la naturaleza de los modelos, de la práctica de modelado y de sus formas de obtener información sobre los objetos modelados. Como consecuencia, estos análisis sugieren nuevas formas de revisar otros debates relevantes en filosofía de la ciencia a la luz del estudio de la idealización; por ejemplo, problemáticas en torno la naturaleza de las leyes, la explicación, el entendimiento y el realismo científico.

Dentro de los elementos considerados por cada una de estas vertientes puede observarse una tendencia que restringe el reconocimiento de la contribución epistémica de los propios procesos de idealización. Con esto, no pretendo señalar que los análisis de la idealización no muestren y den cuenta de tales procesos. No obstante, sus análisis se centran en mostrar cómo de los constructos logrados a través del uso de idealizaciones se obtienen beneficios epistémicos relevantes. Los procesos de idealización juegan un papel en la medida en que permiten la construcción de productos

idealizados pero, en sí mismos, no tienen una contribución epistémica relevante; esto es, forman parte de la metodología, mas no de la epistemología científica.

En este artículo me interesa mostrar que el análisis sobre la idealización no concierne únicamente a las relaciones representacionales entre productos de idealización y fenómenos, sino también a cómo los procesos de idealización constituyen y facilitan un entendimiento sobre los fenómenos mismos. Una de las virtudes de este reconocimiento es que permite mostrar las relaciones de constitución epistémica que existen entre los procesos y los productos de la idealización. Estos procesos son relevantes epistémicamente pues a través de ellos se logra un entendimiento gradual y retro-alimentativo de los fenómenos analizados por idealización. Dicha contribución epistémica puede ser identificada con lo que algunos autores llaman "descubrimiento por construcción" (cf. Nersessian, 2008) o "enfoque pragmático del entendimiento" (cf. Lenhard, 2005).

Desde esta perspectiva, tanto procesos como productos de la idealización posibilitan el avance e innovación conceptual que caracteriza a la ciencia. Esta tesis tiene como motivación la consideración del análisis de las prácticas científicas (cf. Turner, 2001, Rouse, 2002, Martínez & Huang, 2015) a fin de integrar la dimensión cognitiva, material y situada de las idealizaciones científicas que pueden favorecer el entendimiento de las mismas y de las contribuciones de su uso en la ciencia. Dicha vinculación posibilita determinar la naturaleza de las entidades idealizadas en función de los particulares procesos de idealización, y concebir a la obtención y construcción de entendimiento y conocimiento científico como resultado de los productos y procesos epistémicos situados en prácticas.

El desarrollo del texto es el siguiente: detallaré las tres vertientes identificadas, enfatizando sus contribuciones y sus puntos comunes en las siguientes tres secciones. En la cuarta sección desarrollaré la restricción que subyace al planteamiento de las tres vertientes y sus consecuencias. Concluiré apuntando algunos elementos que podrían contribuir al análisis sobre la idealización científica si éste no se centra exclusivamente en los productos de la idealización, y se profundiza en el análisis de los procesos de creación y la aplicación de idealizaciones en su dimensión cognitiva y material.

1 Primera vertiente: idealización, modelos y aproximación a la verdad

Las propuestas de Nowak (1974-2000) y McMullin (1985) componen dos referentes clásicos en el estudio de las idealizaciones científicas. Uno de los principales rasgos que estas propuestas comparten, y la razón por la cual aglomero sus enfoques en esta primera vertiente, es que ambos consideran que el uso de idealizaciones implica un

alejamiento de la verdad debido a la introducción de "distorsión" que posibilita el tratamiento de una situación problemática compleja que de otra manera sería imposible lograr. Este tratamiento por idealizaciones permite que sea capturada la estructura del fenómeno expresada en modelos,[1] la cual es avalada por un proceso de "des-idealización". Así, el alejamiento introducido es eliminado a fin de aproximar el modelo resultante a la realidad y obtener con ello una representación más precisa, completa y verdadera de los fenómenos investigados.[2] Aunque los tratamientos de McMullin y Nowak difieren en algunos aspectos, en líneas generales sus planteamientos permiten identificar una vertiente de conceptualización sobre la idealización científica que es discutida o expandida por las siguientes dos vertientes.

La propuesta de Nowak representa uno de los primeros intentos en filosofía de la ciencia por desarrollar una concepción sistemática en la cual entender la naturaleza de la idealización y el papel que ésta tiene en ciencia. De acuerdo con este enfoque, la idealización es conceptualizada como un modo de *deformación* que permite enfocarse en la "esencia" de un fenómeno, es decir, como aquello que aísla lo que es esencial en la aparición de un fenómeno (Nowak, 1992, p. 9-10). Las diferentes leyes, modelos o teorías que ofrece la ciencia, en sus distintas disciplinas, representan a los fenómenos de manera deformada, algunos de sus elementos no son exactamente como se presentan en la naturaleza y, sin embargo, la deformación permite que las leyes, modelos y teorías nos digan del mundo en virtud de los aspectos que representan. Para Nowak la deformación por idealización debe considerarse ante todo como un método, esto es, como un procedimiento deliberado y sistemático de deformación. El método de la idealización se compone de tres principales movimientos:

1 Actualmente existe un enfoque generalizado en la Filosofía de la Ciencia para el cual gran parte de la práctica teórica de la ciencia está basada en la construcción e investigación de modelos idealizados y abstractos, el cual Godfrey-Smith (2006) ha llamado "enfoque basado en modelos". Sin embargo, lo que está en juego en las distintas vertientes filosóficas que han abordado este tema es la caracterización misma de "modelo". Para profundizar en la discusión sobre modelos científicos véase: Suppe (1989), Morgan & Morrison (1999), Bailer-Jones (2003), Casanueva *et al.* (2005) y Kunnutila (2005).

2 El tipo de modelos que concibe esta vertiente está fuertemente ligado a una concepción semántica de las teorías científicas para la cual las teorías no son conjuntos de enunciados axiomatizados por la lógica de primer orden, sino que son conjuntos o familias de modelos (cf. Casanueva *et al.*, 2005, p. 38) los cuales toman su contenido desde las teorías de las cuales son postulados (o sea, modelos teóricos). Para distinguir a los modelos provenientes de las teorías de los modelos obtenidos de los datos observacionales o experimentales, algunos autores (cf. Suppes, 1962, van Fraassen, 2008) identifican a los modelos de datos como la evidencia con la cual los primeros con testados. Bogen y Woodward (1988) plantean una distinción entre modelos teóricos, modelos de datos y fenómenos la cual enfatiza que la relación entre teoría y fenómeno no es directa (por ejemplo. por reglas de correspondencia), sino que involucra la obtención de datos de los fenómenos analizados y de la presentación de tales datos en modelos con los cuales comparar los resultados teóricos. Estas distinciones dan lugar a una jerarquización de modelos con los cuales mostrar las relaciones entre teoría y mundo, por ejemplo, entre fenómenos, modelos de datos, modelos de experimentos y modelos teóricos (cf. Bailer-Jones, 2001).

(1) Adopción de condiciones idealizantes, esto es, asumir supuestos a través de los cuales se simplifique la situación empírica tratada y que permitan la selección de las propiedades primarias del fenómeno analizado, las propiedades no consideradas son denominadas "secundarias".

(2) Formación de hipótesis idealizadas, o sea, formulación de un enunciado condicional idealizado (o fórmula) bajo el cual se considera que la conexión entre propiedades primarias es, bajo ciertas condiciones idealizadas, válida.

(3) Concretización, o proceso por el cual se añaden gradualmente las propiedades secundarias al antecedente del enunciado condicional, modificándolo y complejizando para ofrecer descripciones cada vez más cercanas a la realidad.

Los diferentes tipos o formas de idealización en ciencia que Nowak presenta, en sus distintas modalidades (normalización, estabilización, semi-idealización, cuasi-idealización, proto-idealización, *ceretis paribus,* etc.) contienen esta misma estructura. Ahora bien, los procedimientos de deformación que incluye la idealización científica son distinguidos en tanto que éstos dan lugar a la modificación, reducción o bien a la extensión de propiedades del fenómeno analizado. Dicho de otra manera, los mundos que la ciencia describe a partir del uso de idealizaciones son mundos ideales cuyos objetos, o bien contienen el mismo conjunto de propiedades que los objetos reales poseen pero donde por lo menos alguna de tales propiedades difiere en grados; o bien carecen de ciertas propiedades específicas (propiedades con valor 0); o bien suman propiedades que los objetos reales no tienen (cf. Nowak & Nowakowa, 2000, p. 276).

Estos procedimientos de deformación del método de idealización permiten capturar la "esencia" formal de los fenómenos y ésta es explicitada en las teorías científicas. A estas últimas Nowak las caracteriza como cuerpos de enunciados que dan lugar a modelos, de tal forma que una teoría científica está constituida por un conjunto de modelos.[3] Lo que distingue a cada modelo es que el cuerpo de enunciados que lo compone está en el mismo nivel de idealización, esto es, que cada modelo esté equipado con las mismas condiciones idealizadas estipuladas.

La principal contribución epistémica de la idealización es, de acuerdo con Nowak, la de generar explicaciones científicas. Un enunciado explicativo es derivado de un

3 La concepción que toma Nowak para su tratamiento sobre modelos idealizados no es claramente sintáctica ni semántica, en tanto que, a pesar de que asume a las teorías científicas como un conjunto de modelos, parece que su concepción está ligada a los análisis enunciativistas dado que los modelos son concebidos como un conjunto de enunciados condicionales idealizados.

argumento cuyas premisas contienen un conjunto de enunciados que componen a alguna teoría general, la secuenciación de estos enunciados de acuerdo a su grado de abstracción, y los enunciados que describen las circunstancias iniciales concretas en las que el hecho se presenta.[4] Así se muestra que, cuando el proceso de concretización es aplicado, se revela cómo la esencia estructural (ley) es manifiesta en la realidad empírica aún cuando es perturbada por los factores secundarios (cf. Nowak & Nowakowa, 2000, p. 128) y confirma que el modelo obtenido por el método idealizacional de hecho capturó la estructura esencial del fenómeno como para ser explicativo sobre el mismo.

La propuesta de McMullin (1985), aunque difiere con respecto a la propuesta de Nowak, comparte cercanamente su concepción sobre la naturaleza y contribución epistémica de la idealización científica. Debido a que la propuesta de McMullin es un referente clásico sobre el tema y ha dado lugar a una forma de idealización ahora comúnmente caracterizada como *idealización galileana*, su presentación será más detallada.

McMullin nombra a su enfoque "galileano" a fin de reconocer la importancia de los modos de investigación implementados por Galileo para el estudio de la naturaleza, en especial al atribuir un formalismo matemático (geométrico) a una situación física particular (el movimiento de los cuerpos) en lo ahora reconocido como la dinámica galileana. De acuerdo con McMullin, al aplicar un formalismo a la naturaleza, lo primero que se hace es simplificar la complejidad que obstaculiza el análisis del fenómeno a través de la eliminación de impedimentos. Estos impedimentos son identificados como las dificultades prácticas con las que cualquier investigador se enfrenta al intentar llevar a cabo "las relaciones simples del sistema matemático dentro de la complejidad del orden material" (McMullin, 1985, p. 251). El uso de recursos matemáticos facilita y amplía la comprensión acerca de una situación problemática, en la medida que permiten su tratamiento y cuantificación. En este sentido, "imponer" un formalismo matemático a los fenómenos naturales para su tratamiento involucra de un modo u otro el uso de idealizaciones (cf. McMullin, 1985, p. 254; Nowak, 1974, p. 7).

No obstante, de acuerdo con McMullin, no todo uso de idealizaciones en ciencia implica el uso de recursos matemáticos, además se hace uso de otros recursos al dar cuenta de los fenómenos investigados. De hecho, el uso de idealizaciones que caracteriza el estilo galileano no se reduce al uso de las matemáticas para el manejo de impe-

4 Es evidente que esta propuesta de explicación científica es muy cercana al modelo de explicación hempeliano (1948). De hecho, para Nowak, el modelo de explicación que se deriva de su propuesta es una generalización del modelo nomológico-deductivo. En tanto el modelo hempeliano funciona para la dar cuenta de los enunciados factuales a partir de leyes generales, su modelo de la explicación científica además muestra cómo la ocurrencia del fenómeno depende de los factores principales considerados por la ley idealizada (producto del método de idealización) y cómo los factores secundarios son integrados por dicha ley (a través de la concretización) para la derivación de fenómeno empírico, y con ello la producción de su explicación.

dimentos que imposibilitan analizar un fenómeno. El tratamiento de situaciones problemáticas que Galileo realizó fue más específico, en la cual "movió el foco de atención a un análogo más simple del problema original, uno que se prestaba más fácilmente a una solución. Esto podría, a su vez, después conducir a una solución del problema complejo original" (McMullin, 1985, p. 254-5).

El análogo simplificado no es formulado simplemente a fin de intentar evadir la complejidad de la naturaleza, la intención que motiva su formulación es hacer uso del orden artificial a fin de entender dicha complejidad. Estos rasgos del estilo galileano, en conjunto, permiten a McMullin proporcionar una caracterización general de lo que identifica como "idealización científica", la cual es descrita como:

> una simplificación deliberada de algo complicado (una situación, un concepto etc.) con el fin de lograr por lo menos un entendimiento parcial de esa cosa. Puede tratarse de una distorsión del original o puede simplemente significar dejar de lado algunos de los componentes en un complejo con el fin de centrarse mejor en los restantes (McMullin, 1985, p. 248).

En esta caracterización pueden identificarse tres distintos elementos que McMullin agrupa bajo la noción de idealización. Por un lado, está un sentido en el que la situación es distorsionada en tanto que se omiten ciertos elementos o propiedades de la situación analizada para su representación. Por otro lado, la idealización también distorsiona en la medida en que simplifica la complejidad de una situación analizada, al reducir el número de propiedades y variables del fenómeno para su trato y representación, produciendo un modelo más simple sobre la situación analizada. La simplificación y la omisión pueden ser dirigidas siguiendo dos criterios distintos: o bien los efectos de algunas propiedades son irrelevantes como para formar parte de la representación (o sea, "idealización material"); o bien, aunque se conoce que son relevantes, son omitidos de su representación con el fin de lograr producir un entendimiento acerca de dicha situación (o sea, idealización formal).

Adicionalmente existe un sentido en el que la situación inicial es distorsionada, en este caso se introducen supuestos falsos sobre la situación analizada (cf. McMullin 1985, p. 255); como el suponer planos perfectamente lisos, la resistencia del medio como nula, cuerdas inelásticas y sin masa etc. La introducción de tales supuestos distorsiona la situación inicial en la medida en que determinan *lo que haría* cierto elemento en tal o cual situación, o la relación entre los elementos *como si* tal y tal elemento *fuese* de tal y tal forma. Por ejemplo, como si el movimiento parabólico fuera el resultado de un plano horizontal infinito sin fricción y un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado hacia abajo (como el de la caída libre).

La complejidad del fenómeno no es la única forma de complejidad que McMullin considera, la idealización también es requerida para tratar con la complejidad de las teorías científicas mismas. Las teorías son el trasfondo teórico desde el cual el investigador intenta entender un fenómeno; no obstante, las teorías son bastante complejas como para su aplicación directa al fenómeno, por lo cual es necesaria la postulación de modelos teóricos. Los rasgos idealizados de los constructos obtenidos por el uso de idealizaciones permiten que del comportamiento de los modelos se obtengan regularidades teóricas en forma de leyes.

A partir de las leyes obtenidas se producen explicaciones de los fenómenos investigados, para las cuales los modelos fueron construidos en primer lugar.[5] Para que las leyes obtenidas de los modelos idealizados sean consideradas como explicativas se requieren dos requisitos: por una parte, el uso de idealizaciones tiene que ser tal que la estructura contenida en el modelo debe capturar –y corresponder con– la *estructura real del explanandum*, aún si es sólo de forma aproximada. Por otro lado, que los constructos obtenidos puedan ser objeto de des-idealización; esto es, que los modelos sean considerados como explicativos aun cuando se eliminen los elementos idealizados, este proceso supone conocer la medida en que los constructos se alejan y aproximan a la realidad. Para McMullin, la des-idealización permite la corrección, fertilidad y extensión imaginativa de los modelos cuando éstos proporcionan descripciones más precisas y completas de su *explanandum* (cf. McMullin, 1985, p. 261).

Existen varios paralelismos entre los enfoques de Nowak y McMullin, los puntos comunes en sus propuestas definen como una primera vertiente del análisis sobre la idealización. En general para esta vertiente, idealización científica – entendida como un método o tratamiento analítico– es caracterizada como la entrada de distorsión necesaria para lidiar con el tamaño y la complejidad de los sistemas analizados, facilitando el trato y construcción de modelos teóricos. La introducción de idealizaciones en modelos científicos es justificada por el objetivo de producir representaciones que "capturan" la estructura esencial de la situación problemática de la cual generar explicaciones (generalmente basadas en leyes), y la cual es validada cuando el modelo es des-idealizado. La aproximación del modelo teórico a la realidad permite que éste sea expandido y proporcione representaciones cada vez más precisas, completas y verdaderas.

Los enfoques que englobo en las siguientes vertientes discuten algunos de los puntos antes mencionados. En particular, el fundamento que da lugar a la segunda ver-

5 McMullin (1984) distingue dos tipos de explicaciones científicas: la que se deriva del *explanans* compuesto de leyes empíricas y condiciones iniciales, un tipo de explicación que nos lleva de las causas a los efectos y donde el enunciado-*explanandum* es un caso de la ley empírica postulada. Por otra parte, la explicación teorética obtenida por retroducción, aquella que nos lleva de los efectos a las causas y la cual permite explicar las leyes empíricas (cf. McMullin, 1984, p. 206).

tiente se relaciona, *grosso modo*, con la discusión de la tesis de que los modelos científicos deban considerarse como representaciones completas, precisas o aproximadas a la verdad. Esto sirve como base para asociar al entendimiento como logro epistémico al uso de idealizaciones como se mostrará a continuación.

2 Segunda vertiente: idealización, ficción y entendimiento científico

Para la exposición de esta segunda vertiente me concentraré específicamente en el planteamiento de Elgin (2007a, 2007b, 2009), no obstante parte de la concepción sobre la idealización de esta vertiente es compartida por otros autores, entre ellos, Frigg (2010) y Mizrahí (2011), en tanto el primero enfatiza una interpretación de la idealización en términos de ficción (cf. Suárez, 2009) y el segundo relaciona el uso de idealizaciones científicas con la obtención de entendimiento científico. Es necesario aclarar que los puntos de divergencia entre ésta y la tercera vertiente no son especialmente claros. Por ejemplo, ambas comparten la crítica de que las virtudes epistémicas de los modelos científicos no se basan en que éstos sean cada vez más próximos a la verdad. No obstante, la segunda vertiente se distingue por señalar más enfáticamente que el papel de la idealización en las *representaciones* contenidas en los modelos científicos debe vincularse con el logro epistémico de *entendimiento* científico.

La relación entre idealización y entendimiento tiene repercusiones relevantes en la manera en cómo se puede entender su naturaleza y contribución en la ciencia. De acuerdo con C. Elgin, una de las razones por las cuales el análisis filosófico no ha presentado una investigación profunda sobre lo que significa que la ciencia (en su modalidad representacional) genere entendimiento sobre el mundo, tiene que ver con dos principales factores. En primer lugar, debido a la concepción ampliamente difundida según la cual "la ciencia, se nos dice, es (o al menos aspira a ser) un espejo de la naturaleza" (Elgin, 2009, p. 77); esto es, que el fin de la ciencia es proporcionar representaciones precisas, completas y fieles de como el mundo es. No obstante, dado que la ciencia hace uso de idealizaciones en sus representaciones científicas, esta tesis debe ser reconsiderada.

El segundo factor es consecuencia del primero. Comúnmente, el logro epistémico asociado a la ciencia se basa en criterios de facticidad. Esto es, cuando se habla de los logros epistémicos de la ciencia se tiende a relacionarlos, principalmente, con la obtención de conocimiento científico. Piénsese, por ejemplo, en la noción de conocimiento científico tradicional, aquella planteada en términos de la caracterización tripartita (o sea, conocimiento como conjunto de creencias, verdaderas y justificadas).

El conocimiento es fáctico en tanto que involucra la verdad de la proposición que se cree. Sólo en la medida en que las creencias tengan una justificación de aquello que es verdadero, fáctico o real es que se obtiene un logro epistémico tal como el conocimiento, especialmente cuando se trata de conocimiento científico.

La condición de facticidad del conocimiento, no obstante, es demasiado restrictiva como para mostrar el éxito epistémico asociado a la ciencia, de acuerdo con Elgin (2007a, p. 34). Esto es, asociar el uso de idealizaciones a la búsqueda de representaciones más realistas o más verdaderas, en cierta medida no da cuenta de la práctica científica contemporánea, así como tampoco del éxito epistémico que de hecho le atribuimos. Los científicos recurrentemente introducen idealizaciones en sus representaciones científicas, esto quiere decir que su uso viola la condición de facticidad que se exige debe cumplir un modelo científico.

El reconocimiento del uso de idealizaciones en la ciencia señala, cuando menos, que existe un logro epistémico asociado a su uso que no depende de representar fielmente a la realidad. El estudio de las idealizaciones científicas permite mostrar cómo de la "distorsión" de situaciones problemáticas es posible obtener entendimiento científico. Elgin afirma que el entendimiento no es obtenido a partir de proposiciones atómicas individuales, sino sobre un cuerpo articulado de información fundamentado en los hechos (cf. Elgin 2007, p. 11); el entendimiento de una oración en particular sólo puede darse si ésta es con respecto a un cuerpo de información que la engloba.

Este cuerpo de información puede contener alguna información no verídica, no obstante, estos aspectos no verídicos no son dañinos para la obtención de entendimiento, pueden servir como herramientas para entender un fenómeno particular cuando éstos son integrados a un cuerpo más amplio de información, por ejemplo aquel que compone una teoría científica. Sólo de esta forma la información obtenida por idealizaciones adquiere sentido y es sensible a la luz de nueva evidencia de acuerdo con Elgin (cf. 2007b, p. 6-7). Dado que las idealizaciones generan entendimiento, el entendimiento no puede considerarse estrictamente como fáctico.

En este contexto, la idealización es caracterizada como la *introducción de falsedades* necesarias para la obtención de entendimiento. En esta medida las idealizaciones son "trabajos de ficción" que sirven para enfatizar y ejemplificar rasgos de la situación investigada. En sentido estricto, por ejemplo, el modelo de la ley de los gases ideales es literalmente falso, en tanto que asume propiedades de los gases que no son fácticas; como considerar que el gas está compuesto de partículas puntuales, que sus choques son perfectamente elásticos, que no hay fuerzas de atracción entre partículas, etc. La introducción de idealizaciones permite seleccionar, manipular, aislar, controlar y enfatizar las propiedades de un fenómeno para su representación desde la cual es posible obtener información sobre el fenómeno investigado. Por esta razón, la ley de los gases

ideales, aunque es resultado de un trabajo de ficción, permite discernir y establecer las relaciones entre tres variables de estado (presión, volumen y temperatura).

Elgin enfatiza que los modelos no pueden representar a la realidad tal como es, esto es, como si se tratara de mapear uno a uno los elementos del modelo con el mundo. Al contrario, los modelos son perspectivales, en tanto que producen una perspectiva selectiva de las propiedades de los fenómenos. Un modelo científico es un producto de selección en el que se elige qué es lo que se representará en el modelo, qué aspectos contendrá y el nivel de detalle que se dará a su contenido (por estipulación o por similitud, por ejemplo). No obstante, más allá de determinar cuáles son las relaciones entre las representaciones y aquello que se representa, las representaciones obtenidas de los modelos construidos son valiosas en tanto que de ellas es posible ganar información sobre los fenómenos tratados. Esta información contenida en modelos genera perspectivas, en tanto que al enfatizar algunos rasgos del fenómeno analizado, necesariamente ocluye otros elementos de su representación (cf. Elgin, 2009, p. 88).

La introducción de falsedad en las representaciones y modelos científicos permite lograr un acceso epistémico a la situación analizada que de otra manera sería imposible obtener, pues permiten, por ejemplo, que los "factores que son inseparables en la realidad, puedan ser separados en la ficción" (Elgin, 2009, p. 82). Pero ¿cómo es posible que la introducción de falsedad logre tal acceso epistémico sobre la situación tratada? De acuerdo con Elgin, debe considerarse que dicha introducción permite *ejemplificar* propiedades que el sistema de hecho tiene pero que no son posibles de discernir sin que otras propiedades del sistema sean omitidas, eclipsadas, marginalizadas o separadas a través del uso de idealizaciones (cf. Elgin, 2007b, p. 12). Esta particular instanciación de propiedades es selectiva (cf. Elgin, 2009, p. 82), los modelos ejemplifican las propiedades relevantes para la representación de un fenómeno y por ende tener un acceso epistémico que permite obtener información sobre el mismo.

Puesto que en algunos casos las representaciones idealizadas ejemplifican de una mejor manera, más claramente o efectivamente, las propiedades o dinámica del sistema que buscamos entender, la des-idealización de las representaciones no siempre es necesaria. Aunque la representación contenga idealizaciones, puede generar un mejor acceso epistémico a la situación que una representación más compleja, precisa o completa, y por ello "no hay ninguna expectativa de que con el correr del tiempo las idealizaciones será eliminadas de las teorías científicas (...). Tales idealizaciones no son, no pretenden ser, y no aspiran ser reemplazadas por, verdades" (Elgin, 2007b, p. 10-4).

Por éstas razones, las representaciones obtenidas de los modelos científicos no son representaciones-*de* sino representaciones-*como,* de acuerdo con Elgin. Esto es debido a que, si los modelos son representaciones *de* algo más, entonces se asume que

los aspectos constituyentes de los modelos refieren directamente a los objetos representados; sin embargo, algunas de las partes constituyentes del modelo no tienen dicha relación referencial, sino que, al contener idealizaciones, los modelos representan a la situación física analizada *como si* fuesen de tal y tal manera, por ejemplo: "Un resorte es representado *como* un oscilador armónico sólo en caso de que una representación-oscilador-armónico como tal denote al resorte. La representación-oscilador-armónico involucra idealización. Por lo que no es estrictamente una representación *de* un oscilador armónico" (Elgin, 2009, p. 80, énfasis mio).

En términos generales, la segunda vertiente afirma que los modelos resultantes del uso de idealizaciones no son mejores o más efectivos si estos son más cercanos a la realidad y que, en muchos casos, es deseable que los modelos se mantengan idealizados. En esta medida, la búsqueda por facticidad que supone un proceso de des-idealización no captura la relevancia epistémica de idealizaciones en ciencia. Los modelos científicos son trabajos de ficción dado que involucran falsedades en sus representaciones, no obstante, éstas tienen un papel epistémico positivo en tanto que permiten la generación de entendimiento.

La separación entre la primera y la segunda vertiente es sutil pero, al mismo tiempo, lo suficientemente nítida como para diferenciarlas.[6] Mientras que la primera vertiente considera que hay una única manera de representar los fenómenos analizados – aquella que captura con verdad la estructura esencial del fenómeno –, para la segunda existen diferentes modos en que los fenómenos pueden ser representados. La generación de distintas representaciones idealizadas da lugar a distintas perspectivas del fenómeno analizado, cada una de las cuales determina lo que es relevante para generar entendimiento sobre distintos aspectos del fenómeno. Así, el punto central de la segunda vertiente es precisamente que la introducción de falsedad está justificada en tanto que genera vías epistémicas con las cuales alcanzar – indirectamente – dicha verdad, aunque se trate de una verdad con minúscula, una verdad pespectival, parcial e incompleta pero fundada en los hechos.

Ciertamente, en ambas vertientes subyace la noción de verdad. La primera considera que la verdad es aquello a lo cual los modelos deben aproximarse, por ello el énfasis en la necesidad del proceso de des-idealización. La introducción de idealiza-

6 Agradezco profundamente los comentarios hechos por el primer dictaminador anónimo quien me hizo ver la necesidad de enfatizar las diferencias entre la primera y la segunda vertiente. Si bien no sigo su sugerencia de distinguir entre un "realismo creyente" y un "realismo escéptico" como el punto de separación entre ambas vertientes, espero que el énfasis que pongo en la forma en que la noción de "verdad" es tratada por cada una, haga justicia a sus recomendaciones. Quiero destacar que la razón por la cual no sigo su sugerencia es debido a que no considero que la distinción entre vertientes radique en que la segunda sostenga que seamos incapaces "de alcanzar *la* verdad", pues parece que a pesar de considerar una noción de verdad menos rígida, ésta continua jugando un rol importante en su planteamiento.

ciones, en este sentido, siempre significa un alejamiento de dicha verdad. La segunda vertiente reafirma esta consideración: en tanto que existe algo como "la verdad", es posible "reconocer que algo es una ficción". La medida en que se introducen falsedades produce que las representaciones obtenidas sean lejanas de la verdad, esto es, de cómo el fenómeno de hecho es; no obstante, su introducción resulta útil para obtención de información que genera entendimiento sobre dichos fenómenos. En esta medida, la segunda vertiente también basa su análisis de la idealización en la noción de verdad y de representación, aunque en un sentido distinto a la primera vertiente. Como se verá en la siguiente sección, la extensión y a su vez crítica de algunos de estos puntos es lo que da lugar a la tercera vertiente.

3 Tercera vertiente: idealización, modelado y objetivos representacionales

Una tercera vertiente del análisis de la idealización científica puede ser identificada cuando el rol de la idealización es más explícitamente vinculado a la práctica de modelado. Anteriormente he señalado que las distinciones entre vertientes no son tan nítidas dado que todas ellas ven el uso de idealizaciones en la construcción de modelos científicos. No lo es, incluso más, entre las dos últimas vertientes, pues ambas comparten un rechazo a la pretensión de que los modelos en ciencia sean mejores si proporcionan de representaciones más próximas a la realidad y ambas explicitan el valor pragmático de la idealización en la construcción de modelos. No obstante, la diferencia entre estas últimas dos vertientes reside en el modo de argumentar sobre esta cuestión. Para la tercera vertiente las idealizaciones son guiadas por distintos objetivos del modelaje (incluida la búsqueda por representaciones precisas o completas), cuya satisfacción genera la obtención de entendimiento científico.

Para esta línea de análisis, los modelos, más que representaciones fieles de la realidad, son construcciones teóricas elaboradas para satisfacer distintos propósitos epistémicos. La construcción de modelos en ciencia hace uso de diferentes recursos y procesos. Existen modelos que no son construidos a partir de la eliminación y omisión de factores complejos o irrelevantes por idealización, sino que muchos de ellos son construidos a partir de supuestos altamente irrealistas cuya articulación y dinámica da lugar a realidades paralelas o sistemas artificiales (cf. Rouse, 2009, p. 45).

En esta medida se separa a la idealización de la ficción. Para Elgin los modelos son trabajo de ficción en la medida en que integran supuestos falsos lo cual supone el concepto de verdad. Elgin también arguye que esto no quiere decir que los modelos construidos por idealización sean ficticios dado que "las falsedades afortunadas no

son ficciones. Las oraciones fictivas no son ni pretenden ser verdaderas" (Elgin 2007, p. 14). Dicho de otra, mientras que las idealizaciones introducen falsedad útil, las ficciones son no son ni verdaderas ni falsas. Para la tercera vertiente los modelos también pueden ser caracterizados como trabajos de ficción, en el sentido de que la construcción de modelos es fruto del uso de ficciones e idealizaciones. No obstante, más allá de su vinculación con ficción, la idea de modelos como construcciones permite dar cuenta de la heterogeneidad de modelos científicos y de los distintos fines que guían la práctica de modelado. Así mismo sugiere que la construcción de modelos en la ciencia, más que seguir un procedimiento o método definido, refiere a una actividad científica que hace uso de distintos recursos para la construcción de modelos, uno de los cuales es la idealización. Estos dos últimos puntos son los que ubico como característicos de la tercera vertiente.

El origen de esta vertiente puede rastrearse en la propuesta de Nancy Cartwright (1983, 1989). Uno de los principales roles que Cartwright otorga a la idealización tiene que ver con la construcción de modelos científicos. Los modelos son fruto de trabajo teórico y experimental en el que se integran simplificaciones y distorsiones en la preparación de las descripciones teóricas. De ser así, debemos considerar seriamente el rol que las idealizaciones tienen en la preparación de nuestras representaciones científicas. De acuerdo con Cartwright, siempre debe tenerse en mente que muchas de las entidades expresadas en el modelo (por ejemplo, ecuaciones, leyes teóricas y cláusulas *ceteris paribus*) existen sólo en dichos modelos, tener en cuenta esta consideración evita "pensar al modelo como una réplica exacta de la realidad, y atribuir a los objetos modelados no solo las propiedades genuinas del modelo, sino también las propiedades de conveniencia" (Cartwright, 1983, p. 156).

Esta es otra forma de ver la distinción de planteamientos entre la primera y la segunda y la tercera vertiente. Como se muestra, para Cartwright algunos componentes de los modelos no pueden considerarse como próximos a la realidad, algunos de ellos son puras ficciones. Las ficciones no pueden considerarse en el mismo rublo que aquellos constructos considerados como aproximadamente verdaderos, en sentido fáctico. Por ello, ser más cercano a la realidad no es el estándar con el cual se deben evaluar a las ficciones pues desde un principio se determinan, por naturaleza, como representaciones literalmente no fácticas.

Bajo estas consideraciones, Cartwright sostiene que los modelos son construidos bajo diferentes propósitos para diferentes problemas y su desarrollo atiende a distintas preocupaciones científicas (generalidad, cálculo, precisión etc.). Debido a esto, no es posible afirmar que si un modelo es más realista, entonces dará mejor cuenta de todas las preocupaciones explicativas de la teoría. Cada modelo es *elaborado* para dar cuenta de una problemática particular para la cual son relevantes distintos aspectos

del fenómeno, en esta medida cada modelo debe ser *evaluado* con respecto a propios propósitos que guiaron su construcción (cf. Cartwright, 1983, p. 151-2).

El planteamiento de Margaret Morrison (2005) sirve para ver otro punto que distingue la tercera vertiente. Morrison debate específicamente que la idealización sea caracterizada *necesariamente* en términos de aproximación. De acuerdo con su enfoque, a veces no se cuenta con un estándar de comparación con el cual definir la medida en que las idealizaciones se alejan o aproximan a la realidad, razón por la cual hay instancias de introducción de idealizaciones que no pueden ser des-idealizadas, pues no hay una base definida sobre la cual sobre la cual realizar dicho regreso (Morrison; 2005, p. 152). Por esta razón, Morrison arguye que el desarrollo de los modelos en ciencia no siempre ocurre de manera acumulativa; esto es, no hay por qué considerar que el modelo refinado sea mejor epistémicamente al anterior por ser más aproximado a la realidad. La evaluación del éxito de los modelos no siempre tiene que ver con su aproximación a la verdad, sino con respecto a los fines y los contextos en los cuales los modelos son construidos.

Desde este punto de vista lograr un mejor entendimiento de la realidad no es siempre implica una acumulación de aproximación de un mismo modelo, sino a partir de la proliferación de distintos modelos que dan cuenta de distintos aspectos de un fenómeno. Dada la complejidad de la naturaleza, sería imposible construir un solo modelo que dé cuenta de todos los aspectos concernientes a un fenómeno particular sin que pierda exactitud y coherencia; por ello, a través de la proliferación de modelos es posible describir con mayor precisión y profundidad los múltiples aspectos específicos del fenómeno analizado, de acuerdo con Morrison.

La tesis de que los modelos son construidos y evaluados de acuerdo a fines particulares es también considerada por Weisberg (2007). Para Weisberg, las idealizaciones operan en la construcción de modelos bajo ciertos principios específicos que determinan el contenido de los modelos producidos y la manera en que se determina cómo éstos son evaluados. A este conjunto de principios Weisberg los llama "ideales representacionales" y estos son: completitud, simplicidad, causalidad, maximización y generalidad.[7]

Weisberg caracteriza a la idealización como "la introducción intencional de distorsión en las teorías científicas" (Weisberg, 2007, p. 339). La vaguedad de esta caracterización es especificada en los tres tipos de idealizaciones que Weisberg presenta. De acuerdo con su tipología, la idealización galileana (a la cual hace referencia McMullin)

7 Weisberg retoma la tesis de Richard Levins (1984) para explicar la necesidad de los diferentes fines u objetivos que da lugar a la construcción de modelos. De acuerdo con Levins, lo que dirige la construcción de modelos en la práctica científica son los diferentes *desiderata* que guían la investigación científica.

es sólo un tipo de idealización utilizada en ciencia. Weisberg la caracteriza como la introducción de distorsión en las teorías científicas a fin de simplificarlas y hacerlas matemáticamente tratables, razón por la cual le es adjudicada una justificación pragmática. Al modelo producido por este tipo de idealización le sigue un movimiento en el que se añade gradualmente el detalle simplificado para, finalmente, obtener una representación más precisa y detallada acerca del fenómeno. En este sentido, los modelos construidos a través de la idealización galileana siguen un ideal de completitud (cf. Weisberg, 2007, p. 640).[8]

El segundo tipo de idealización opera en la construcción de modelos teóricos que representan los factores causales esenciales relevantes de la situación problemática, aquellos que hacen una diferencia en la ocurrencia del fenómeno. Dado que sólo los núcleos causales relevantes son representados en el constructo, el modelo producido es caracterizado como minimalista, no requiere des-idealización y su justificación radica en su función cognitiva que posibilita al investigador la elaboración de explicaciones basadas en núcleos causales. Weisberg vincula esta forma de idealización con el ideal representacional de simplicidad y causalidad. Finalmente, el tercer tipo es la idealización de modelos múltiples (IMM). Ésta implica la elaboración de distintos modelos que, aunque están relacionados por su objeto de estudio, (en ocasiones) sus estructuras resultan incompatibles entre sí. Cada modelo hace distintas afirmaciones acerca de las propiedades o del comportamiento del fenómeno con respecto al *desideratum* específico que buscan lograr; los cuales, en conjunto, logran producir un entendimiento global acerca del fenómeno. La justificación de la IMM depende del ideal representacional al que esté relacionado y la des-idealización es necesaria o no dependiendo de la función y finalidad que cada modelo.

En esta tercera vertiente, el papel de las idealizaciones se basa en la práctica del modelado (con sus distintos fines y contextos) y coincide en el rechazo a la idea de que los modelos son mejores sólo en el caso de ser más completos, precisos y más próximos a la verdad. Esta vertiente muestra distintos usos de la idealización científica en función de los aspectos pragmáticos de la construcción de modelos científicos que inciden en su contribución epistémica. De acuerdo con el diagnóstico que presento a continuación, las tres vertientes anteriormente presentadas comparten un enfoque

8 Weisberg caracteriza a la idealización galileana en función de su aspecto instrumental, olvidando que este aspecto opera bajo el objetivo de capturar la estructura esencial del fenómeno para su explicación, lo cual constituye su contribución epistémica validada por el proceso de des-idealización. El ideal de completitud que Weisberg vincula a la idealización galileana tiene que ver únicamente con el proceso de des-idealización, entendido parcialmente. En este sentido, parece que la caracterización realizada por Weisberg no es fiel a lo que la idealización galileana es, no obstante este movimiento le permite que la justificación epistémica sea sólo considerada para la idealización minimalista.

que atribuye el valor epistémico de las idealizaciones al contenido representacional de los modelos científicos, dejando fuera otros elementos u otras contribuciones epistémicas no siempre reconocidas que podrían beneficiar un tratamiento sobre la idealización científica en filosofía de la ciencia más amplio e integral, si se toma serio el papel de la práctica científica.

4 ¿Cuál es la contribución epistémica de las idealizaciones científicas?

La exposición de las vertientes muestra algunas de las cuestiones relevantes a considerar en el análisis filosófico de la idealización científica, sobre su naturaleza y sobre su contribución epistémica en la ciencia. No obstante, su examen también da lugar a la identificación de algunas restricciones que limitan el entendimiento acerca de lo que las idealizaciones son, y de las formas en que éstas contribuyen epistémicamente al desarrollo de la ciencia. Particularmente, la restricción a la que me refiero busca llamar la atención sobre el reconocimiento de la contribución epistémica de los procesos de idealización, o bien, sobre las idealizaciones como procesos.

En los análisis que componen estas vertientes se distingue analíticamente —implícita o explícitamente— entre procesos y productos de la idealización. Esta distinción permite reconocer dos componentes de una misma unidad de análisis. Dicho de otra manera, el término "idealización" contiene un doble sentido, por un lado, se refiere a los procesos o formas de idealización y por otro a los productos idealizados (o constructos que contienen idealizaciones, por ejemplo, leyes o modelos científicos).

Las distintas vertientes conciben a la idealización como un proceso, operación, método o aspecto de la metodología científica, no obstante, la naturaleza y contribución de la idealización científica es enfocada a los productos de la idealización. Mi objeción no es que se muestre y analice la contribución epistémica que tienen los constructos teóricos o modelos resultantes, los análisis de las tres vertientes son valiosos pues permiten entender cómo el uso de idealizaciones da lugar a productos con roles epistémicos importantes con los que es posible entender los fenómenos físicos de interés científico. Pero si el análisis se centra sólo en mostrar cómo de los constructos se obtienen beneficios epistémicos, se sugiere que los procesos de idealización, aunque importantes para entender la metodología científica, carecen de relevancia para dar cuenta del contenido epistémico de la ciencia. Dicho de otro modo, parece suponerse que los procesos de idealización son relevantes para dar cuenta de la metodología, mas no de la epistemología científica. Un reto a este supuesto requiere hacer evidente la vinculación epistémica indisociable entre procesos y productos de la idealización.

Mi interés en mostrar los puntos de debate entre vertientes tiene como fin señalar las formas en que sus análisis integran otros elementos que permiten aumentar nuestro conocimiento sobre qué son las idealizaciones y sobre su rol en la ciencia. En esta medida, los apuntes que hago en esta sección no tienen como objetivo la distinción de una nueva o cuarta vertiente, sino la articulación de distintos elementos en el análisis que, en conjunto, pueden contribuir al entendimiento sobre la idealización científica.

De acuerdo con mi diagnóstico, la tendencia de vincular la contribución epistémica de la idealización a los productos idealizados no permite reconocer que los procesos de idealización, en sí mismos, dan lugar a un entendimiento gradual y retroalimentativo de los fenómenos que se busca entender. Si se reconoce que es a partir de los procesos de idealización que se obtiene información sobre la situación problemática analizada al manipularla, alterarla, controlarla y suponerla en condiciones posibles o al distorsionarla, entonces es posible evidenciar que el valor epistémico de las idealizaciones en ciencia no se centra sólo en sus productos, sino también en sus procesos. Se trata de una contribución epistémica que algunos autores caracterizan como "descubrimiento a través de construcción" (Nersessian, 2008) o como "enfoque pragmático del entendimiento" (Lenhard, 2005) con lo cual se busca mostrar que las habilidades prácticas de manipulación en los procesos de construcción de modelos, en los que se ven implicados la formulación y uso de idealizaciones, son los medios a través de los cuales el científico obtiene entendimiento y "novedosos *insights*" sobre el fenómeno analizado – o sobre aspectos de éste – los cuales son explicitados finalmente en los productos resultantes. Estos acercamientos con el fenómeno a través de su trato y manipulación, que implica el diseño y uso de idealizaciones, permiten al científico entender los componentes, propiedades y dinámica de la situación problemática que está analizando. El manejo teórico y experimental que tiene el científico sobre la interrogante que analiza es lo que se va estabilizando y queda plasmado en los resultados de los productos finales, sean éstos representaciones, conceptos o estructuras conceptuales.

Así, por el manejo del fenómeno empírico mediante los procesos de idealización es posible obtener información sobre la situación problemática analizada y sobre su naturaleza. El empleo de dicha información sirve como base para mejorar el rendimiento y robustez epistémica del producto que se busca obtener. La información obtenida permite extraer conclusiones acerca de la forma y el estatus de los productos resultantes, pues sus rasgos o propiedades dependen de la naturaleza del problema y de los movimientos involucrados en su construcción y aplicación (como la necesidad o no de des-idealización). De esta forma, una de las virtudes de la eliminación de la restricción señalada es que permite mostrar la interconexión entre ambos sentidos de la idealización que componen una misma unidad de análisis.

Señalar la contribución epistémica de los procesos de idealización requiere enfatizar la actividad de idealizar. Este énfasis permite mostrar algunos de los supuestos que subyacen a los análisis sobre la idealización científica. Y es que parece que algunos enfoques – implícita o explícitamente – consideran a la idealización o como una operación intelectual (cf. Cartwright, 1989) o bien como una forma de operar con una estructura distinguible (cf. Nowak & Nowakowa, 2000). Se sugiere entonces que la idealización refiere a un método bien definido con patrones de reglas inequívocas que pueden ser aplicadas en cualquier contexto científico. O bien, se considera –en mayor o menor medida- que esta forma de operar ocurre estrictamente en el intelecto; esto es, que los procesos de idealización son realizados a nivel representacional interna, sin necesidad de manipulación física del objeto de análisis. Entender el proceso de idealización como un método tiene la consecuencia de dejar de lado el carácter creativo, dinámico y constructivo que estas actividades involucran y de excluir las peculiaridades de cada contexto en el cual dicho proceso puede ser llevado a cabo; este es un problema si queremos explicar, por ejemplo, en qué casos los procesos de des-idealización son necesarios y en casos pueden no serlo.

Teniendo en cuenta estos aspectos y los aportes de las distintas vertientes, mi intención es señalar el valor que el análisis de las prácticas científicas puede tener para el entendimiento sobre la naturaleza y contribución epistémica de las idealizaciones. El análisis filosófico de las prácticas científicas busca dar cuenta de la ciencia como "avance de conocimiento" al considerar no sólo su contenido finalmente expresado y expresable en teorías científicas, sino aquello que forma las condiciones para que éste conocimiento sea construido y validado. El contenido de la ciencia no sólo está constituido por las teorías que proporcionan conocimiento de los fenómenos empíricos; también está constituido por las formas en que lo explicitado adquiere sentido y es establecido en tanto que científico. Así, las prácticas "más que meras aplicaciones de teorías o meros generadores de evidencia" constituyen, en sí mismas, "recursos explicativos" con los cuales es posible explicar y entender la ciencia, sus formas de obtención y construcción de conocimiento, su contenido articulado en teorías, o en general, la "epistemología científica" (cf. Martínez & Huang, 2011, p. 7-11).

Tomar en serio la noción de práctica científica para el análisis de la idealización significa tomar en cuenta el carácter situado de las idealizaciones, situado en distintas bases epistémicas, esto es, en los contextos y fines epistémicos que guían la práctica científica y en las cuales adquiere sentido sus actividades y resultados. Además, vincular el análisis de las prácticas para el estudio de las idealizaciones también requiere tomar en serio la idea de agencia, y así, considerar de manera importante el papel del investigador como agente activo en la creación y construcción de idealizaciones científicas. Asimismo, requiere que se tenga en cuenta la estructura normativa que define

a las prácticas científicas, la cual puede ser entendida como teniendo lugar en la interacción y dinámica de recursos cognitivos, teóricos, materiales, instrumentales y técnicos que, en conjunto, son articulados para la satisfacción de objetivos específicos en contextos particulares.

Por práctica científica no entiendo procesos rutinarios de acción basados en esquemas especificables de reglas que determinen de forma acontextual un curso de actividad, tampoco considero a las prácticas científicas como actividades que garantizan la resolución de problemas de manera efectiva y fiable. En términos positivos, por práctica científica entiendo procesos dinámicos de interacción con el mundo cuyas estructuras son definidas por la articulación y dependencia entre recursos que permiten la solución de problemas específicos en bases epistémicas determinadas de manera creativa y constructiva. Siguiendo a Rouse (2001) y Martínez (2006), considero que estas prácticas dan lugar a la constitución y producción de conocimiento científico a través de productos que transforman las relaciones materiales y conceptuales de un sistema de conocimiento.

Dada esta caracterización de práctica, la construcción y aplicación de idealizaciones no es concebida como una operación de manipulación de representaciones internas o como la aplicación de un conjunto de reglas metodológicas sobre un fenómeno específico para su investigación. Sino que, en tanto los recursos materiales, instrumentales y tecnológicos juegan un papel en la búsqueda de información y de soluciones pertinentes a cada problemática particular, deben ser también consideradas como partes constitutivas del proceso de construcción y aplicación de idealizaciones involucradas en prácticas científicas. Si consideramos los procesos de idealización como un fruto de la articulación y manipulación de distintos recursos (cognitivos, teóricos, materiales, instrumentales, etc.) para llevar a cabo tareas específicas, entonces no es necesario que las idealizaciones dependan sólo de manipulaciones internas de representaciones o de patrones externos de comportamiento – en forma de método – sino de su integración a través de prácticas.

Dicho de otra manera, el análisis de las prácticas científicas muestra que la integración de instrumentos y recursos materiales es necesaria para llevar a cabo tareas cognitivas como aquellas involucradas en el trato y manejo de de situaciones problemáticas. Si los procesos de idealización tienen un lugar en las actividades y habilidades que dirigen la exploración y manipulación material y conceptual de los fenómenos, entonces la articulación de recursos externos en dichos procesos determina de manera importante la manipulación de una situación problemática por idealizaciones debido a que los recursos instrumentales y tecnológicos posibilitan y constriñen las vías de acceso con las cuales se trata y analiza un fenómeno específico en los que se ven involucrados el diseño y uso de idealizaciones.

Estas consideraciones permiten caracterizar la idealización como una forma de abstracción (en tanto actividad cognitiva) que hace uso de distorsiones – a través de simplificaciones, omisiones y manipulaciones fácticas o contrafácticas – de algún objeto, propiedad, comportamiento o situación para solución y entendimiento de problemáticas científicas particulares. No obstante, no todos los procesos de idealización tienen todas las propiedades que he mencionado, más bien, las distintas formas de manipulación conforman una clase o tipo con "parecido de familia". Aunque muchos de los procesos de idealización hacen uso de estas manipulaciones, diferentes idealizaciones articulan diferentes formas de distorsión dependiendo de la situación problemática tratada y de los objetivos que guían dichos procesos.

Así, la solución de problemas en contextos particulares con fines epistémicos específicos por procesos de creación y aplicación de idealizaciones requiere de la articulación de recursos internos y externos en actividades dinámicas, las cuales benefician y constriñen las soluciones obtenidas. Esta forma de concebir a las idealizaciones en la ciencia evita tratar de definirlas de una manera absoluta, o como si tuviesen una estructura definida en todos los casos en los que operan en la ciencia. Una consecuencia de este planteamiento es que permite determinar los casos en que los procesos de des-idealización pueden o no ser necesarios. En esta medida, el proceso de des-idealización no define lo que las idealizaciones son, sino que es uno de los procesos de los que las idealizaciones puede hacer uso, lo cual depende de su carácter situado en bases epistémicas. El carácter situado de las prácticas en distintas bases epistémicas (o sea, en contextos particulares y a fin de satisfacer logros epistémicos específicos) permite a su vez explicar la pluralidad de procesos y productos de idealizaciones que tienen lugar en distintas disciplinas científicas.

Además, tomar en serio este carácter creativo y constructivo de los procesos de idealización permite entender cómo estos procesos tienen lugar en prácticas desde las cuales es posible generar vías de entendimiento sobre la naturaleza de la situación problemática, las cuales son refinadas, determinadas y expresadas en los productos obtenidos. Los procesos de idealización generan patrones de interacción con el mundo a través de los cuales el agente obtiene entendimiento sobre los fenómenos que busca analizar. No se trata de procesos de investigación lineales determinados sólo por la consecución de un fin, más bien se trata de procesos dinámicos a través de los cuales se exploran y gradualmente se obtiene entendimiento del fenómeno investigado. A este tipo de entendimiento ligado al proceso de modelado Nersessian lo caracteriza como "descubrimiento a través de construcción", bajo el cual busca expresar la forma en que, "en el proceso de construir y manipular modelos (...) los científicos obtienen novedosas *insight* y entendimiento provisional de los aspectos del fenómeno-objetivo. A través de estas prácticas la ciencia avanza en un dominio en ausencia de lo que es habitual-

mente entendido como 'conocimiento'" (Nersessian, 2008, p. 206). La manipulación teórica y experimental que el científico realiza sobre su objeto de investigación se va estabilizando progresivamente a través de dichas prácticas.

Si las idealizaciones como producto son pensadas como el resultado de resolución de situaciones problemáticas a través del uso de distorsiones (en la forma de simplificación, omisión y/o uso de contrafácticos) en los que tiene lugar la articulación de distintos recursos, entonces se puede mostrar cómo, y en qué medida, tales productos aumentan y alteran el conocimiento y entendimiento científico que obtenemos del mundo. A través de los procesos de idealización es posible generar formas de manipulación, modificación o construcción de esquemas conceptuales con los cuales se producen nuevas e innovadoras formas de conocer y entender un fenómeno empírico particular. De esta manera, se puede apreciar la vinculación del sentido doble de la idealización: las idealizaciones científicas como producto constituyen innovaciones conceptuales y como proceso tienen lugar en la innovación conceptual. La innovación conceptual lograda por los constructos idealizados, es producto de las prácticas en las cuales éstos son desarrollados.

Como se muestra, parte de la motivación de estas consideraciones puede rastrearse a las concepciones sobre la idealización de las tres vertientes antes mencionadas. Al igual que la primera vertiente, los procesos de idealización tienen lugar en prácticas teóricas y experimentales; la contribución epistémica de las idealizaciones puede ser caracterizada, a grandes rasgos, con la obtención de entendimiento científico (como en la segunda vertiente); y el análisis de la idealización debe incluir consideraciones pragmáticas y contextuales que guían su uso.

No obstante, éstas vertientes son ampliadas cuando se considera: a) que los procesos de idealización y de des-idealización son situados en bases epistémicas, b) que la obtención de entendimiento por idealizaciones no es sólo a partir de sus productos sino también de sus procesos; y c) que la vinculación del análisis de la idealización con el estudio sobre prácticas científicas involucra una dimensión cognitiva y material de la idealización no siempre reconocida. Esto es, de los distintos medios (tanto materiales, visuales como tecnológicos) y modalidades (en términos de diagramas, ecuaciones, formulas o proposiciones, etc.) de los que los procesos de idealización hacen uso y en los cuales son determinados y expresados sus productos. El reconocimiento de estos aspectos tiene como objetivo ampliar y profundizar el análisis de la idealización desde la filosofía de la ciencia beneficiando el entendimiento sobre su naturaleza y rol epistémico en ciencia.

Conclusiones

En las secciones previas he identificado tres vertientes en el análisis sobre la naturaleza y contribución epistémica de las idealizaciones en la literatura filosófica. La exposición de cada una de ellas sirvió para mostrar las distintas formas en que el análisis de idealizaciones científicas se ha desarrollado, así como los puntos de discusión. A manera de diagnóstico se identificó que estas tres vertientes excluyen de sus análisis el que los procesos de idealización tengan una contribución epistémica relevante en ciencia. Sugerí que esta restricción puede ser solventada al vincular el papel epistémico de los procesos de idealización a las prácticas científicas. De esta manera pretendo mostrar que el estudio sobre la idealización científica no concierne únicamente a las relaciones representacionales entre productos de idealización y fenómenos, sino también a cómo los procesos de idealización – entendidos en una dimensión cognitiva y material – constituyen y facilitan, en sí mismo, un entendimiento sobre los fenómenos investigados. Así, este texto busca nutrir y profundizar el análisis y la discusión sobre la naturaleza y función de la idealización en la ciencia.

Agradecimientos. Este artículo es parte de mi proyecto de investigación doctoral, en el cual conté con la beca 60307 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Este trabajo no hubiese sido posible sin los valiosos comentarios de mis compañeros en el seminario "Representación y Modelización" de la Universidad Autónoma Metropolitana. Agradezco además a Sergio F. Martínez, Mario Casanueva, Miguel López Paleta, Ximena González y a los dos dictaminadores anónimos por su retroalimentación a borradores previos de este texto.

Mónica Aguilar Martínez
Posgrado en Filosofía de la Ciencia,
Universidad Nacional Autónoma de México.
mlivier@filosoficas.unam.mx

Processes and products: nature and epistemic contribution of idealizations in science

ABSTRACT

What are scientific idealizations, what is their epistemic contribution to science, and how is it obtained? Along this paper, I introduce three different philosophical analysis of scientific idealization that have been offered as possible answers to the questions presented above. The differences between them consist in the way they understand the role of idealization in the construction of scientific models and the epistemic contribution that they ascribe to scientific models. Nonetheless, a restriction lies to their arguments: although they conceive idealizations in terms of processes, they tend to attribute their epistemic contribution to its products. In the last section of the paper, I argue that in order to recognize the process-based epistemic contribution of idealizations, it is required to seriously take into account the analysis of the scientific practices. That said, from a pluralistic point of view I suggest to regard idealizations as situated in scientific practices, this view may prove useful for their philosophical analysis.

Keywords • Idealization. Models. Representation. Practices. Scientific understanding.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bailer-Jones, D. M. When scientific models represent. *International Studies in the Philosophy of Science,* 17, p. 59-74, 2003.

Batterman, R. Idealization and modeling. *Synthese,* 169, p. 427-46, 2009.

Bogen, J. & Woodward, J. Saving the phenomena. *Philosophical Review*, 97, p. 303-52, 1988.

Brzezinski, J. & Nowak, L. (Ed.). *Idealization III: Approximation and Truth*, Amsterdam: Rodopi, 1992.

Cartwright, N. *How the laws of physics lie.* Oxford: Oxford University Press, 1983.

____. *Nature's capacities and their measurement.* Oxford: Oxford University Press, 1989.

Cartwright, N. & Jones, M. (Ed.). *Idealization xii: correcting the model*. New York, Rodopi, 2005.

Casanueva, M. et. al. *El modelo en la ciencia y la cultura*. México: Siglo xxi, 2005.

Dilworth, C. (Ed.). *Idealization iv: intelligibility in science*, 1994.

Elgin, C. Understanding and the facts. *Philosophical Studies*, 132, p. 33-42, 2007a.

____. Is understanding factive? In: Haddock, A. et al. (Ed.). *Epistemic value*. Oxford: Oxford University Press, p. 322-30, 2007b.

____. Exemplification, idealization and scientific understanding. In: Suárez, M. (Ed.). *Fictions in science.* London: Routledge, p. 77-90, 2009.

Fernández-González, M. Idealization in chemistry: pure substance and laboratory product. *Science & Education*, 22, 7, p. 1723-40, 2013.

French, S. & Ladyman, J. Semantic perspective on idealization in quantum mechanics. In: Shanks, N. (Ed.). *Idealization* ix: *idealization in contemporary physics*. Amsterdam: Rodopi, 1998. p. 51-74.

Frigg, R. Fiction in science. In: Wood, J. (Ed.). *Fictions and models: new essays.* Munich: Philosophia Verlag, 2010. p. 247-87

Godfrey-Smith, P. The strategy of model-based science. *Biology and Philosophy*, 21, p. 725-40, 2006.

Haddock, A. et al. (Ed.). *Epistemic value*. Oxford: Oxford University Press, 2007.

Kunuutila, T. *Models as epistemic artefacts: toward a non-representationalist account of scientific representation*. Helsinki: University of Helsinki, 2005.

Laymon, R. Applying idealized scientific theories to engineering. *Synthese*, 81, 3, p. 353-71, 1989.

Lenhard, J. Surprised by a nanowire: simulation, control, and understanding. *Philosophy of Science*, 73, 5, p. 605-16, 2006.

Love, A. C. Idealization in evolutionary developmental investigation: a tension between phenotypic plasticity and normal stages. *Philosophical Transactions*, 365, p. 679-90, 2010.

Magnani, L. (Ed.). *Model-based reasoning in science and technology.* Berlin: Springer, *2014.*

Mäki, U. Isolation, idealization and truth in economics. In: Dilworth, C. (Ed.). *Idealization iv: intelligibility in science*, 1994. p. 147-68.

Martínez, S. F. The heuristic structure of scientific practice: a non-reductionistic account of practices as heuristic structures. *Chinese Studies in the Philosophy of Science*, 52, 2, p. 1-23, 2006.

Martínez, S. F. et. al. (Ed.). *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia hacia una epistemología plural*. Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana, 2011.

Martínez, S. F. & Xiang H. Introducción: hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas. Martínez, S. F. et. al. (Ed.). *Historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia hacia una epistemología plural* . Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana, 2011. p. 5-63.

____. & ____. *Hacia una filosofía de la ciencia centrada en prácticas*, México: Instituto de Investigaciones Filosóficas-Universidad Nacional Autónoma de México/Bonilla Artiga Editores, 2015.

McMullin, E. Two ideals of explanation in natural science. *Midwest Studies in Philosophy*, 9, 1, p. 205-20, 1984.

____. Galilean idealization. *Studies in History and Philosophy of Science*, 16, 3, p. 247-27, 1985.

Mizahi, M. Idealization and understanding. *Philosophical Studies,* 160, 2, p. 237-52, 2011.

Morgan, M. & Morrison M. *Models as mediators.* Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

Morrison, M. Approximating the real: the role of idealizations in physical theory. In: Cartwright, N. & Jones, M. (Ed.). *Idealization xii: correcting the model*. New York, Rodopi, 2005. p. 145-172.

Nersessian, N. *Creating scientiûc concepts.* Massachusetts: The MIT Press, 2008.

Nowak, L. Galileo of the social sciences. *Revolutionary World, 8*, p. 5-11, 1974.

____. The idealizational approach to science: a survey. In: Brzezinski, J. & Nowak, L. (Ed.). *Idealization III: Approximation and Truth*, Amsterdam: Rodopi, 1992. p. 9-63.

Nowak, L. & Nowakowa, I. *Idealization x*: *the richness* of *idealization*. Amsterdam: Rodopi, 2000.

Portides, D. How scientiûc models differ from works of fiction. In: Magnani, L. (Ed.). *Model-based reasoning in science and technology.* Berlin, Springer, *2014.* p. 75-87.

Potochnik, A. The diverse aims of science. *Studies in History and Philosophy of Science,* 53, p. 71-80, 2015.

Rouse, J. Two concepts of practice. In: Schatzki, T.; Knorr-Cetina, K. & von Savigny, E. (Ed.). *The practice turn in contemporary theory.* London: Routledge, 2001. p. 189-98.

____. *How scientific practices matter: reclaiming philosophical naturalism*. Chicago: University Chicago Press, 2002.

____. Laboratory fictions. In: Suarez, M. (Ed.). *Fictions in science. Philosophical essays on modelling and idealization.* London: Routledge, 2009. p. 37-55.

Schatzki, T.; Knorr-Cetina, K. & von Savigny, E. (Ed.). *The practice turn in contemporary theory.* London: Routledge, 2001.

Shanks, N. (Ed.). *Idealization* ix: *idealization in contemporary physics*. Amsterdam: Rodopi, 1998.

Suárez, M. (Ed.). *Fictions in science. Philosophical essays on modelling and idealization.* London: Routledge, 2009.

Suppe, F. *The semantic view of theories and scientific realism*. Chicago: University of Illinois Press, 1989.

Suppes, P. Models of data. In: Nagel, E. et al. (Ed.). *Logic, methodology and philosophy of science*. Stanford: Stanford University Press, 1962. p. 252-61.

Turner, S. Practice then and now. *Human Affairs*, 17, 2, p. 110-25, 2007.

Weisberg, M. Three kinds of idealization. *The Journal of Philosophy,* 104, p. 639-59, 2007.

Wood, J. (Ed.). Fictions and models: new essays. Munich: Philosophia Verlag, 2010.

van Fraassen, B. C. Scientific representation: paradoxes of perspective. Oxford: Oxford University Press, 2008.