

MODELOS Y REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA:

Denotación, ejemplificación, interpretación y atribución

*...na imaginemos que una porción del suelo a que una
velada por terra ha sido nivelada perfectamente y que en ella
este es un mapa de un cartógrafo un mapa de Inglaterra. La obra es
cia. Es un mapa de un cartógrafo un mapa de Inglaterra. La obra es
que no esté registrado en el mapa; todo lo que esté regis.
...se y si su correspondencia. Ese mapa, en tal caso, debe*

Tesis presentada para optar al grado
de Doctor en Filosofía por

J. ISAAC RACINES C.



2020

**Trabajo presentado para optar al grado de Doctor en Filosofía por
JAIRO ISAAC RACINES CORREA**

**Bajo la dirección del Doctor
Germán Guerrero Pino**

**DOCTORADO EN FILOSOFÍA
FACULTAD DE HUMANIDADES
UNIVERSIDAD DEL VALLE, CALI**



Santiago de Cali, 2020

AGRADECIMIENTOS

Gracias al profesor Germán Guerrero, mi director de tesis, por su persistentes observaciones, consejos y apoyo. Gracias a los miembros del Grupo de Investigación Episteme, a quienes cada semestre pude mostrar adelantos de este trabajo y de quienes recibí constantes críticas y sugerencias. Finalmente, gracias a mi familia por su vasto apoyo, a mis padres y mis hermanos, en especial a Lina, Sofía y Theo, por sopórtame y hacerme más feliz cada día. No obstante, sobre todos los demás, gracias a Dios.

RESUMEN

En los últimos años ha habido una creciente producción bibliográfica reflexionando sobre la representación en la ciencia. Sin embargo, esta reciente reflexión no se ha orientado de manera ecuaníme hacia los múltiples y diversos dispositivos representacionales que emplea la ciencia, tales como: enunciados, metros, mapas, fotografías, diagramas, ecuaciones, modelos, etc., sino que se ha focalizado en el análisis de la actividad representacional efectuada a través de modelos científicos. Esta actividad representacional es interesante porque a través de ella se obtiene información en torno al objeto que se representa. Los modelos no son simplemente elementos denotativos que direccionan nuestra atención al objeto denotado, sino que nos brindan información sobre este. Una información que se caracteriza porque, razonando sobre características del modelo, obtenemos hipótesis sobre aquello que el modelo representa. Esta tesis presenta una propuesta de la representación científica que da una respuesta a la pregunta ¿Cómo los modelos científicos representan permitiéndonos ganar información en torno al objeto representado?

En su desarrollo, el trabajo se divide en tres partes. La primera, comprende los tres primeros capítulos y efectúa una presentación del problema a abordar. Básicamente, se inicia por mostrar cómo la concepción estructural de las teorías se constituye en una de las fuentes de la particular atención que hoy recibe el tema de la representación científica y se terminan precisando ciertas condiciones que una propuesta satisfactoria de la representación científica debe cumplir. Dichas condiciones son: a) tener capacidad de predicación; b) posibilitar las representaciones incorrectas; c) permitir el razonamiento subrogatorio; d) explicar, dada la restricción de perspectiva de cualquier representación epistémica, cómo se da la atribución en dichas representaciones y diferenciar esta restricción de lo que convierte a algo en una representación epistémica incorrecta; y e) explicar cómo es posible la existencia de modelos científicos que carecen de *denotatum*. La segunda parte del trabajo es un análisis crítico de ciertas propuestas en torno a la representación que se consideran insatisfactorias. En el capítulo cuatro se analiza un conjunto de propuestas que se caracterizan por postular relaciones estructurales entre el vehículo y el objetivo de la representación y, en el capítulo quinto, se examinan algunas propuestas en torno a la representación que se han concentrado en la capacidad que tienen los modelos científicos de generar inferencias.

La tercera parte del trabajo (capítulo seis) es constructiva, desarrolla una propuesta entorno a la representación científica que se enmarca en un conjunto de concepciones que tienen el común denominador de considerar la representación científica como un tipo de representación-como, a saber, la concepción de la representación científica como una representación-como de C. Elgin y la propuesta DEKI de Frigg y Nguyen, pero que, frente a dichas propuestas, tiene ciertas ventajas al confrontar ciertos problemas que emergen en las mismas. Finalmente, en el trabajo se demuestra cómo cualesquiera de estas propuestas que caracterizan la representación científica como una representación-como, cumple las cinco condiciones que una teoría satisfactoria de la representación debe cumplir.

Además de una propuesta en torno a la representación científica, el trabajo desarrolla una tesis original respecto de lo que es un modelo y ofrece una distinción entre ciertos tipos de representaciones informativas, entre las que se puede diferenciar la representación científica como un tipo de representación epistémica.

Palabras clave: Representación científica, ejemplificación, atribución, interpretación y denotación.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
UNA FUENTE DEL PROBLEMA DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA.....	9
1. 1 La concepción estructural de las teorías y la representación científica	10
SÍ HAY UN PROBLEMA EN TORNO LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA	32
2. 1 La concepción estipulativa de la representación.....	34
2. 2 Dificultades en la concepción estipulativa de la representación	37
2. 3 Hay un problema en torno a la representación científica.....	45
REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA Y ALGUNOS OTROS MODOS DE REPRESENTAR.....	49
3. 1 Denotación, representación informativa y representación epistémica.....	49
3. 2 Representación epistémica: validez y solidez	65
3. 3 Los modelos científicos como dispositivos representacionales epistémicos	73
CONCEPCIONES ESTRUCTURALES DE LA REPRESENTACIÓN	77
4. 1 Las concepciones estructurales ingenuas de la representación y la concepción ingenua de la representación centrada en la semejanza	78
4. 2 Críticas a las concepciones ingenuas de la representación	83
4. 3 Una concepción estructural no ingenua de la representación	92
4. 4 Defensa de la concepción estructural no ingenua de la representación.....	96
4. 5 Problemas en la concepción estructural no ingenua de la representación	101
4. 6 Una observación importante respecto del tema desarrollado	108
CONCEPCIONES INFERENCIALES DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA.....	109
5. 1 La concepción inferencial de la representación	109
5. 2 Críticas a la concepción inferencial de la representación	116
5. 3 La propuesta DDI	119
5. 4 Reparos a la propuesta DDI	125
5. 5 La concepción interpretativa de la representación epistémica	129
5. 6 Dificultades en la concepción interpretativa de la representación epistémica	136

LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA COMO UNA REPRESENTACIÓN-COMO	142
6. 1 Goodman y la representación-como: denotación, ejemplificación y atribución	143
6. 2 Catherine Elgin y la representación científica como una representación-como.....	153
6. 3 La propuesta DEKI	161
6. 4 Ejemplificar es representar.....	172
6. 5 Modelar es ejemplificar.....	172
6. 6 Una nueva propuesta para la representación científica.....	182
6. 7 Ventajas de considerar la representación científica como una representación-como	191
BIBLIOGRAFÍA	195

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Geometría de los siete puntos-----	13
Figura 2. Ilustración de un espacio de estados-----	16
Figura 3. Estructuras hacedoras de verdad-----	25
Figura 4. Foto de un rinoceronte-----	39
Figura 5. Logo del MIO-----	50
Figura 6. Foto de John L. Austin-----	51
Figura 7. Fragmento de Mapa del MIO-----	58
Figura 8. Representación informativa lingüística-----	59
Figura 9. Tubos de rayos catódicos de J.J. Thomson-----	66
Figura 10. Tubo de rayos catódicos de J.J. Thomson ilustrado-----	67
Figura 11. Modelo atómico de Thomson-----	68
Figura 12. Dispositivo experimental de Rutherford de la desviación de las partículas α .-----	69
Figura 13. Modelo atómico de Rutherford.-----	70
Figura 14. Retrato de Sarah Siddons realizado por Sir Joshua Reynolds-----	121
Figura 15. Modelo DDI de R. I. Hughes-----	125
Figura 16. Un triángulo equilátero y un triángulo obtuso-----	136
Figura 17. Perro llamado 'Kairos'-----	143
Figura 18. Imagen de Pickwick-----	144
Figura 19. Foto de Theo Racines-----	148
Figura 20. Esquema de la propuesta DEKI.-----	170
Figura 21. Análisis de la propuesta DEKI-----	177

*La ciencia no es una copia del mundo real. Con una de estos benditos mundos basta.**

Imaginemos que una porción del suelo de Inglaterra ha sido nivelada perfectamente y que en ella traza un cartógrafo un mapa de Inglaterra. La obra es perfecta; no hay detalle del suelo de Inglaterra, por diminuto que sea, que no esté registrado en el mapa; todo tiene ahí su correspondencia. Ese mapa, en tal caso, debe contener un mapa del mapa, que debe contener un mapa del mapa del mapa, y así hasta lo infinito.

Jorge Luis Borges, Fragmento de
Magias parciales del Quijote

* Esta oración no es más que una parafrasis de la frase: “El arte no es una copia del mundo real. Con uno de estos malditos mundos basta” de Virginia Woolf. La frase la he encontrado en Goodman (1976: 3), y este no fue capaz de encontrar la fuente original de la cita, y como señala Elgin: “Aunque numerosas fuentes le dan el crédito a Woolf, no he encontrado ninguna que sepa en qué parte de su trabajo se encuentra” (2010: 1. Nota a pie de página).

INTRODUCCIÓN

En los últimos treinta años ha habido una creciente producción bibliográfica reflexionando directamente sobre la representación en la ciencia. Si bien las discusiones en torno a la noción ‘representación’ son tan viejas como la filosofía misma, tenemos que, en el caso de los análisis de la filosofía de la ciencia, comprendidos entre 1920 a 1980, la preferencia fue concentrarse en los recursos lingüísticos de la ciencia y con ello restringir las reflexiones respecto de la representación a reflexiones en torno a los conceptos ‘referencia’ y ‘verdad’. No es que el tema de la representación hubiera sido ignorado en el ámbito de las reflexiones sobre la ciencia, pues: a) como señala van Fraassen, a finales del siglo XIX una visión común en pensadores como Helmholtz, Hertz y Boltzmann es que la ciencia es representación (véase 1997: 511) y b) los enunciados científicos, que han sido un foco continuo de discusión en la filosofía de la ciencia, también son recursos representacionales. Mi aseveración es más débil, simplemente si comparamos la producción bibliográfica de los últimos treinta años, en la filosofía de la ciencia, con aquella que le antecede durante las primeras ocho décadas del siglo XX, encontramos una atención incrementada hacia el tópico de la representación, abordada esta de manera directa. Es decir, no a partir de reflexiones en torno a las relaciones de referencia y verdad de los enunciados científicos, en las que subyace implícitamente el tema de la representación, sino reflexionando explícitamente en el tema.

Sin embargo, esta reciente reflexión no se ha orientado de manera ecuaníme hacia los múltiples y diversos dispositivos representacionales que emplea la ciencia, tales como: enunciados, termómetros, metros, mapas, fotografías, diagramas, ecuaciones, modelos, imágenes digitales, etc., sino que se ha focalizado en el análisis de la actividad representacional efectuada a través de modelos científicos. Una explicación de esta orientación, es que ha sido el incrementado interés que durante los últimos años se ha puesto en la función de los modelos en la ciencia lo que ha conllevado a la creciente producción bibliográfica sobre el tópico de la representación. Es decir,

la incrementada atención que durante los últimos años han puesto los filósofos de la ciencia en los modelos científicos, ha tenido como secuela un interés sobre cómo estos son empleados para representar. Una razón de esto es que un punto en el que muchos filósofos parecen estar de acuerdo es que, en tanto entidades, los modelos son más como mapas que como enunciados y, en consecuencia, no es adecuado calificarlos como ‘verdaderos’ o ‘falsos’, sino como representaciones. Señalada esta situación, a lo largo de esta tesis, cuando hable del tema de la representación científica, salvo alguna aclaración, referiré exclusivamente a la relación representacional entre los modelos científicos y los sistemas del mundo.

La actividad representacional que se realiza a través de modelos científicos es interesante porque a través de esta se obtiene información en torno al objeto que representan. Los modelos no son simplemente elementos denotativos que direccionan nuestra atención al objeto denotado, sino que nos brindan información de este. Una información que se caracteriza porque demanda tener conocimiento sobre el modelo en tal medida que llegamos a ella razonando sobre el modelo. Es decir, razonando sobre características del modelo obtenemos hipótesis sobre aquello que el modelo representa. Pero, ¿cómo esto es posible? ¿Cómo un modelo que representa algo como lo que no es puede permitirnos razonar sobre él para obtener información sobre las cosas que sí son? ¿Cómo un cuerpo que cae a determinada aceleración confrontando la resistencia del aire puede ser representado por una partícula en caída libre y, más aún, a partir de esta representación, podemos obtener información sobre la velocidad adquirida por el cuerpo, la distancia recorrida, etc.? En esta tesis me propongo desarrollar una propuesta de la representación científica que dé una respuesta a estas cuestiones. Puntualmente, recojo estos problemas bajo la pregunta: ‘¿Cómo los modelos científicos representan?’ o, si se prefiere dejar explícita la capacidad que estos dispositivos representacionales tienen de transmitirnos información sobre el sistema representado ¿Cómo los modelos científicos representan permitiéndonos ganar información en torno al objeto representado?

Aunque muchas de las propuestas recientes sobre la representación científica ofrecen una respuesta a esta cuestión y algunas, como es de esperar, lo hacen con más éxito que otras, mi posición es que, y he aquí una de las razones que me ha motivado a desarrollar este trabajo, además de lo interesante que resulta la cuestión por sí misma: primero, muchas de estas propuestas resultan insatisfactorias principalmente porque carecen de elementos para advertir el modo en que se da la predicación en este tipo de representaciones; y, segundo, porque en torno

a aquellas propuestas que son más exitosas, que constituyen el conjunto al que me afilio, es posible desarrollar una propuesta que se adecue mejor a la representación que se efectúa a través de los modelos científicos.

En su desarrollo, este trabajo se divide en tres partes. La primera comprende los tres primeros capítulos y efectúa una presentación del problema a abordar. En el primer capítulo, a partir del análisis de las propuestas de van Fraassen y R. Giere, se desarrolla la idea de que una de las fuentes del incrementado interés que en la actualidad hay frente al tema de la representación científica se encuentra en las tesis de la concepción estructural de las teorías. La presentación desarrollada no es ni una defensa ni un ataque de las tesis que este enfoque mantiene al respecto de la identidad de las teorías científicas, tales consideraciones están por fuera de los intereses de este trabajo, sino que simplemente es una presentación que procura mostrar cómo en esta propuesta sobre la identidad de las teorías científicas sobresale la necesidad de explicar la noción ‘representación’ y, en tanto, dicho enfoque se constituye en una de las fuentes que explica el interés que en los últimos años se ha desarrollado en torno a dicho tema.

Además del objetivo señalado, en dicho capítulo se defiende la importante idea de que, para hacerle justicia a las tesis defendidas por la concepción estructural de las teorías, un modelo teórico no puede equipararse con un modelo semántico, sino con un modelo o estructura hacedora de verdad, en su función instanciadora, y con un modelo representacional, en su función denotativa. En el capítulo se argumenta que, equiparar los modelos teóricos con modelos semánticos sería hacer estos dependientes de un lenguaje particular y ello es claramente rechazado por autores como Giere y van Fraassen.

El segundo capítulo es una discusión forzosa, dados los presupuestos de este trabajo, en contra de las tesis planteadas por C. Callender y J. Cohen (2016) de que no hay un problema especial de la representación científica y que esta es algo que, al igual que lo que denominan representaciones derivadas, puede lograrse por un simple acto de estipulación. La formulación a partir de la cual estos autores proponen esta última creencia la he denominado como ‘concepción estipulativa de la representación’. Frente a lo expuesto por estos, mi crítica se centra en argumentar que el problema de la representación científica no debe residir en encontrar o negar criterios que permitan distinguir las representaciones científicas de cualquier otro tipo de representaciones, sino que nuestra preocupación debe ser -y en tanto el problema de la representación científica debe ser- comprender cómo los modelos científicos representan.

Procuro mostrar que centrarnos en ello nos facilita distinguir las representaciones meramente denotativas de las representaciones científicas, a través de ciertos requisitos que deben cumplir las últimas a diferencia de las primeras, estos son: tener capacidad de predicación, tener la posibilidad de permitir la representación incorrecta y permitir el razonamiento subrogatorio; y, a la par, argumento que la concepción estipulativa, en los términos que es planteada por C. Callender y J. Cohen, no da cuenta de estos requisitos.

El tercer capítulo ha surgido bajo la motivación de profundizar más en el trabajo emprendido en el capítulo previo de diferenciar ciertos tipos de representación. En este se emprende la tarea de precisar algunos modos de representar que involucran la denotación, en la medida que la presuponen. El propósito de dicha tarea es, mediante una técnica de caracterización por género y diferencia, establecer ciertas características que tienen los modelos científicos y que permiten diferenciarlos de otros tipos de representaciones denotativas. La conclusión a la que se llega es que los modelos científicos son dispositivos representacionales epistémicos del comportamiento de un sistema. Sin embargo, esta es una conclusión que se califica como parcial porque en el desarrollo del apartado se señalan la existencia de modelos científicos que carecen de *denotatum*, y ello se plantea como una condición más que una propuesta satisfactoria de la representación científica debe explicar.

Además, en el desarrollo de dicho capítulo se presentan un conjunto de cuestiones que vale la pena resaltar, algunas de las cuales, a veces, se ignoran. Primero, se propone una definición para las representaciones epistémicas que deja explícito que lo que se busca con ellas es ganar información epistémicamente objetiva sobre el sistema denotado y lo que motiva su empleo es que permiten el razonamiento subrogatorio. Segundo, se distinguen dos tipos de representaciones informativas, las representaciones epistémicas, que proveen información del objeto representado permitiendo el razonamiento subrogatorio, tales como los modelos científicos, los mapas, etc., y otras representaciones que, aunque informativas, no son representaciones epistémicas, en tanto no permiten el razonamiento subrogatorio, tales como los enunciados. Esta distinción resulta particularmente interesante porque se le ha prestado poca atención y su omisión ha generado definiciones y emparentamientos incorrectos en algunas propuestas en torno a la representación científica. Tal confusión, por ejemplo, se presenta en la definición de la noción ‘representación epistémica’ que propone A. Bolinska (2013). En esta parte de la tesis distingo entre estos dos tipos de representaciones informativas y en el capítulo

6, apartado 6.7 presento un criterio que sustenta esta distinción. Tercero, se introduce la expresión ‘restricción de perspectiva de la representación epistémica’ para referir tanto al conjunto de propiedades que en una representación epistémica no son atribuibles al *representandum* como al conjunto de propiedades en el *representandum* de los que el *representans* no predica, y se plantea que una propuesta satisfactoria de la representación científica debe, dada esta restricción, explicar cómo se da la atribución en las representaciones epistémicas y diferenciar la restricción de perspectiva de lo que constituye a algo en una representación epistémica incorrecta.

El trabajo realizado en los tres primeros capítulos se puede sintetizar del siguiente modo, es una presentación que inicia por mostrar cómo la concepción estructural de las teorías se constituye en una de las fuentes de la incrementada atención que hoy recibe el tema de la representación científica y en la que se terminan precisando ciertas condiciones que una propuesta satisfactoria de la representación científica debe cumplir. Dichas condiciones son: a) tener capacidad de predicación; b) posibilitar las representaciones incorrectas; c) permitir el razonamiento subrogatorio; d) explicar, dada la restricción de perspectiva de cualquier representación epistémica, cómo se da la atribución en dichas representaciones y diferenciar esta restricción de lo que convierte a algo en una representación epistémica incorrecta; y e) explicar cómo es posible la existencia de modelos científicos que carecen de *denotatum*. Creo que la presentación efectuada en estos capítulos es original y lo suficientemente profunda, el lector juzgará si mi apreciación es correcta.

La segunda parte de este trabajo es un análisis crítico de ciertas propuestas en torno a la representación que considero insatisfactorias. Este se compone de dos capítulos. En el capítulo cuatro se analiza un conjunto de propuestas que se caracterizan por postular relaciones estructurales entre el vehículo y el objetivo de la representación. Para el análisis, dicho conjunto es subdividido en dos. Un primer subconjunto que he denominado como concepciones estructurales ingenuas de la representación, en tanto no tienen un defensor claro ni vinculan en su propuesta a los usuarios que llevan a cabo la acción de representar. Estas propuestas carecen de un defensor porque han sido puestas en escena por críticos de las mismas. Aunque estas propuestas me resultan bastante ingenuas como para tomárselas en serio, he sentido el compromiso de exponer y criticar las mismas porque hoy por hoy se han convertido en un punto de partida para la exposición del tema de la representación científica. Véanse las entradas al tema

de la representación científica en *Stanford encyclopedia of Philosophy* y en *Internet encyclopedia of Philosophy*, y la entrada al tema de los modelos científicos en el *Diccionario Interdisciplinar Austral*. Desde luego, el trabajo desarrollado no solo consiste en decirle al lector que dichas propuestas son ingenuas, sino en mostrarle la ingenuidad de las mismas.

Tras presentar las propuestas ingenuas de la representación científica, el segundo subconjunto de propuestas presenta una concepción estructural no ingenua de la representación que ha sido defendida por A. Bartels (2006). No califico esta concepción como ingenua porque tiene un defensor claro y vincula en su propuesta a los usuarios que llevan a cabo la acción de representar, además de que es una de las propuestas estructurales de la representación mejor planteadas. En términos de aportes, este capítulo enfatiza algo que se dice, pero que poco se subraya en estos contextos, a saber, que las estructuras no son homomorfas o isomorfas *per se* sino que dependen de la función que se aplica entre las estructuras, en tal manera que dos estructuras que pueden ser homomorfas vía una función x , pueden no serlo vía otra función y . Además, en este capítulo se presentan dos críticas originales a la propuesta de Bartels, estas son: que tiene una oscura noción de contenido y que cae en inconsistencias al defender el homomorfismo como una condición necesaria para la representación y explicar cómo se generan las representaciones incorrectas.

En el quinto capítulo se examinan tres concepciones en torno a la representación que se han concentrado en la capacidad que tienen los modelos científicos de generar inferencias. Las concepciones que se examinan son: la concepción inferencial de M. Suárez, la propuesta DDI de R. I. Hughes y la concepción interpretativa de la representación epistémica de G. Contessa. Aunque estas propuestas tienen la virtud de: a) distinguir las representaciones científicas de las representaciones meramente denotativas, en virtud de que las primeras nos brindan información del objeto denotado; y b) concentrarse en la capacidad inferencial de las mismas; sostengo que estas propuestas tienen dificultades para explicar por qué es posible efectuar dichas inferencias, distinguir entre las representaciones epistémicas y las representaciones informativas no epistémicas y/o distinguir entre el contenido y la referencia de las representaciones epistémicas. En torno a los aportes de este capítulo, resalto los siguientes: primero, en este se muestra que en las concepciones inferenciales no es clara la diferencia entre las representaciones informativas que permiten el razonamiento subrogatorio y aquellas que no, lo que refuerza la idea de que es importante desplegar una propuesta que preste mayor atención a esta distinción; y, segundo,

desarrollar una serie de argumentos, originales en su mayoría, que señalan las dificultades de estas propuestas.

La tercera parte de este trabajo es constructiva, desarrolla una propuesta entorno a la representación científica que se enmarca en un conjunto de concepciones que tienen el común denominador de considerar la representación científica como un tipo de representación-como, a saber, la concepción de la representación científica como una representación-como de C. Elgin y la propuesta DEKI de Frigg y Nguyen. En el capítulo se procede de la siguiente forma, dado que, la noción ‘representación-como’ que asumen dichas propuestas tiene sus orígenes en las reflexiones de la filosofía del arte de N. Goodman, se inicia con una exposición de cómo este desarrolla dicha noción a partir de los conceptos: denotación, ejemplificación y atribución. En un segundo momento, se muestra cómo C. Elgin, valiéndose de las nociones de Goodman, desarrolla la tesis de que los modelos científicos son una instancia de las representaciones-como y que este tipo de representaciones permiten acceso epistémico al objeto representado. En un tercer momento, se desarrolla una presentación de la propuesta de DEKI de Frigg y Nguyen, en la que, manteniendo el espíritu de la exposición de los trabajos de estos autores, se van precisando ciertas críticas que estos formulan a la propuesta de Elgin y el mecanismo que incorporan para enfrentar la dificultad señalada. En una cuarta instancia, se presenta una propuesta propia en torno a la representación científica precisando los aspectos en los que esta se distancia de las propuestas precedentes.

Estos aspectos son los que siguen y constituyen los principales aportes de este trabajo. Primero, definir los modelos como ejemplificaciones y no simplemente como una representación-de- x , como lo hacen Frigg y Nguyen. Segundo, caracterizar los modelos científicos como ejemplificaciones de comportamientos de sistemas. Tercero, plantear como condiciones necesarias para la representación científica: *i*) la ejemplificación de comportamientos; *ii*) la denotación analítica; *iii*) la interpretación de individuos, propiedades y comportamientos ejemplificados por el vehículo como individuos, propiedades y comportamientos imputables al objetivo; y *iv*) la atribución de individuos, propiedades y comportamientos imputables al sistema objetivo. El capítulo se finaliza mostrando cómo cualquiera de las propuestas que caracterizan la representación científica como una representación-como, logran confrontar aquellos aspectos que, en los tres primeros capítulos, se precisaron como condiciones necesarias para una propuesta satisfactoria de la representación científica.

Los diferentes avances y resultados de esta investigación han logrado ventilarse en varias conferencias en la Universidad del Valle, principalmente, en el seminario permanente de investigación *Episteme: Filosofía y Ciencia* y, en seminarios y cursos que, como catedrático, he ofrecido sobre el tema de la representación científica en la misma institución. Ello ha tenido como secuela la publicación de dos artículos en las dos últimas compilaciones del grupo de investigación referido. Finalmente, la ventilación de mis ideas en estos escenarios ha redundado en discusiones que han permitido mejorar en mucho esta tesis. Agradezco a quienes en distintas etapas escucharon y discutieron los avances de este trabajo.

CAPÍTULO 1

UNA FUENTE DEL PROBLEMA DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA

En esta primera parte estoy interesado en reconstruir una línea de pensamiento que muestra un origen de lo que hoy se conoce como el problema de la representación científica, problema que en principio formulo de la siguiente manera:

Formulación a. ¿Cómo los modelos científicos representan?

Conviene precisar que, aunque la enunciación que aquí presento difiere, por ejemplo, de la formulación que se hace en la *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, en la que se enuncia el problema del siguiente modo: “¿Qué convierte a algo en una representación científica de algo más?” (Frigg & Nguyen, 2020), dicha diferencia no es de fondo. Si bien, la última formulación no pareciera restringir el *representans* al mero ámbito de los modelos científicos, como sí lo hace mi formulación, tenemos que en la entrada de dicha enciclopedia también se expresa: “Esta entrada explora varias propuestas diferentes de la representación científica, con un enfoque particular en cómo los modelos científicos representan sus sistemas objetivos” (*Ibid.*). Preciado esto, considero que la formulación que aquí presento tiene la ventaja de dejar de entrada claro que una cuestión que se debe tener en cuenta cuando hoy por hoy se habla del problema de la representación científica, es que, aunque en la ciencia hay múltiples dispositivos representacionales, el foco de la discusión se ha centrado en cómo los modelos científicos representan sus sistemas objetivos².

² Aunque en la actualidad el tema de la representación científica se ha enfocado en el cuestionamiento sobre cómo los modelos científicos representan, en tanto en la actividad científica se emplean entidades representacionales distintas a los modelos, tales como nombres propios, nombres generales, enunciados, símbolos meramente denotativos, etc., es lícito considerar que un cuestionamiento en torno al cómo estos otros tipos de entidades llevan

1.1 La concepción estructural de las teorías y la representación científica

En la filosofía de la ciencia los modelos científicos no siempre han sido pensados como entidades importantes. Durante mucho tiempo la tendencia fue concentrarse en los recursos lingüísticos de la ciencia y, con ello, limitar mucho las reflexiones en torno a la representación a un análisis de la relación entre lo lingüístico y el mundo. Pero, si bien las palabras, los enunciados, etc, pueden emplearse como recursos representacionales, no son el único medio para tal labor.

Una instancia de dicha limitación resulta ser la concepción sintáctica de las teorías científicas desarrollada por los positivistas lógicos, según la cual, una teoría científica T es un tipo de lenguaje de primer orden con una sintaxis propia que distingue entre axiomas $\mathcal{A}$ y teoremas O . Según este enfoque, dicho lenguaje se conforma por dos tipos de vocabulario, el formal V_F , que proporciona a la teoría el instrumental lógico-matemático y se conforma de términos como: o, para todo, existe algún, etc.; y el vocabulario descriptivo V_D . Este último se subdivide en dos tipos de vocabulario, el teórico V_T , que se compone de términos como: molécula, electrón, campo magnético, etc.; y el observacional V_O , que se compone de términos como: temperatura, peso, duro, rojo, etc. Es decir, $V_D = V_O + V_T$. Se consideró que V_O y V_T se diferenciaban entre sí por su referencia a entidades observacionales o teóricas, respectivamente. De acuerdo a la combinación de estos términos una teoría empírica tiene tres tipos de enunciados: primero, enunciados observacionales compuestos solo por términos observacionales y términos lógicos. Algunos de estos enunciados refieren situaciones particulares y otros a regularidades que observamos en el mundo. Los empiristas lógicos consideraron que las leyes empíricas pertenecían al último tipo de enunciados (Carnap 1969: 13) es decir, a aquellos que refieren regularidades. Segundo, enunciados teóricos compuestos con términos teóricos y términos lógicos. De acuerdo al enfoque en cuestión, a través de estos se postulan entidades y procesos teóricos con el propósito de explicar las regularidades observables. La idea es que de estos se seleccionan un conjunto para formar el cálculo específico $\mathcal{A}$ de la teoría y, en tanto, son considerados las leyes teóricas. Tercero, enunciados mixtos, reglas de correspondencia R , tales

a cabo su función representacional también puede considerarse una instancia del problema de la representación científica. Una apertura semejante a dicho problema, implicaría que ciertas propuestas clásicas de la filosofía de la ciencia, por ejemplo, en torno al cómo adquieren significado los términos teóricos o al cómo interpretar el contenido de los enunciados legaliformes universales de la ciencia, se podrían lícitamente asociar con el problema de la representación científica, en la medida que son propuestas en torno al cómo o al qué representan ciertas entidades representacionales empleadas en la actividad científica. Dada esta situación, resulta oportuno precisar, en especial para el lector no relacionado con la bibliografía actual, a qué hoy por hoy se circunscribe el denominado problema de la representación científica.

como: la temperatura de un gas es proporcional a la energía cinética media de sus moléculas, que al interpretar los supuestos términos teóricos (como ‘la energía cinética media de las moléculas’) en términos observacionales (como ‘la temperatura de un gas’), dotan parcialmente de significado a los términos teóricos permitiendo que las leyes empíricas sean derivables de las leyes teóricas. Cualquier término teórico que no pudiera relacionarse con un término observacional fue considerado un sinsentido o, en otras palabras, el significado de los términos teóricos fue dado en términos de sus consecuencias observacionales. Ahora, dado que dicha relación con los términos observacionales se supuso que se generaba por medio de reglas de correspondencia, sin estas la teoría misma era considerada un cálculo no interpretado. Todo lo anterior suele expresarse bajo la afirmación: una teoría T es un cálculo específico $\mathcal{A}$ más unas reglas de interpretación R , es decir $T = \langle \mathcal{A}, R \rangle$ (véase Carnap 1939, 1969; Hempel 1965, cap. VIII; o la reconstrucción que efectúa Suppe 1974).

Es fácil entrever por qué se ha calificado esta propuesta como ‘sintáctica’, a saber: las teorías fueron explicadas en términos de su forma lógica con una interpretación generada a través de un conjunto de definiciones, las reglas de correspondencia. También es fácil entrever que, al centrarse fundamentalmente sobre aspectos lógicos, los positivistas se concentraron principalmente sobre el recurso lingüístico, restringiendo las reflexiones en torno a la noción ‘representación’ al análisis de la relación entre el lenguaje y el mundo, por ejemplo, a reflexiones sobre cómo los términos teóricos logran referencia o bajo qué condiciones los enunciados universales de la ciencia pueden calificarse como verdaderos. Respecto de la importancia de los modelos para la ciencia, cuando estos fueron discutidos, varios miembros de esta corriente tan solo les concedieron (en el mejor de los casos) un valor heurístico. Tal es el caso de Carnap, cito: “Es importante darse cuenta que el descubrimiento de un modelo no tiene más que un valor estético o didáctico, o en el mejor de los casos, heurístico, pero no es en absoluto esencial para la aplicación exitosa de las teorías físicas” (1939: 68); o Hempel: “se puede prescindir de todas las referencias a analogías o modelos analógicos en las aclaraciones sistemáticas de las explicaciones científicas” 1965: 440).³

³ Una excepción a esta posición sobre los modelos es E. Nagel, para quien es un requisito que las teorías incluyan entre sus componentes modelos. Dice: “Para los propósitos del análisis, será útil distinguir tres componentes en una teoría: (1) un cálculo abstracto que es el esqueleto lógico del sistema explicativo y que “define implícitamente” las nociones básicas del sistema; (2) un conjunto de reglas que asigna un contenido empírico al cálculo abstracto, relacionándolo con los materiales concretos de la observación y la experimentación; (3) una interpretación o modelo

En las décadas de 1950 y 1960, el enfoque sintáctico de las teorías científicas fue atacado desde varios frentes y finalmente rechazado por muchos filósofos de la ciencia. Entre las diferentes críticas hechas, por ejemplo, está el que su concepción de las teorías científicas generó un conjunto de problemas espurios, tales como: el problema técnico en torno a la forma de las reglas de correspondencia, que generó que se dejaran de considerar las mismas como definiciones y se pasará a considerarlas definiciones parciales; o la posibilidad de trazar una distinción clara entre un lenguaje teórico y un lenguaje puro de observación; etc.⁴

Tras el declive de este enfoque comenzó a surgir a partir de 1960 la concepción estructural de las teorías científicas. También, y más popularmente, denominada concepción semántica de las teorías científicas. Más adelante ofreceré dos razones para resistir esta última nominación. En esta concepción, las teorías son pensadas como consistentes de: 1) un conjunto de modelos *definidos* por los enunciados de las teorías, cuya función es representar los sistemas reales; y 2) un conjunto de hipótesis teóricas, cuya función es relacionar dichos modelos con los sistemas del mundo real (véase Giere 1988: 85; van Fraassen 1989: 222 o 1991: 6). A tales modelos se les ha calificado como ‘teóricos’, en tanto son propuestos desde una teoría. Dado que los semanticistas no consideran las denominadas leyes como enunciados que refieren directamente al mundo sino como instrumentos para la construcción de modelos teóricos regularmente denominan ‘principios’ lo que en el enfoque sintáctico es denominado ‘leyes’ (véase R. Giere 2004: 746, otra denominación empleada es ‘leyes del modelo’, véase van Fraassen 1991: 29).

A fin de presentar mejor la noción ‘modelo teórico’ inmersa en la imagen de la concepción estructural de las teorías, podemos iniciar por precisar la noción de modelo como una estructura hacedora de verdad. Para tal fin, emplearé un ejemplo de B. van Fraassen (1980: 41-43 y 1989: 218-219). Antes de emprender dicha labor, sin embargo, es conveniente realizar dos observaciones: primero, la expresión ‘estructura hacedora de verdad’ la retomo de Thomson-Jones (2006) y no directamente de algún defensor de la concepción estructural de las teorías, pero como veremos, y también lo argumenta Thomson-Jones, esta expresión es práctica porque recoge las ideas de dicho enfoque y las presenta de una forma atractiva y útil (*Ibíd.*: 534). Segundo,

del cálculo abstracto, que suministra carne al esqueleto, por decir así, en términos de materiales conceptuales o intuitivos más o menos familiares” (Cfr. Nagel 1961: 93-94).

⁴ Los detalles del rechazo del enfoque sintáctico están por fuera del interés de este trabajo, baste decir que esta interpretación en torno a la estructura de las teorías ha sido ampliamente rechazada. El interesado en un análisis detallado del desarrollo de, la formulación de y las críticas a dicha concepción puede consultar a Suppe (1974).

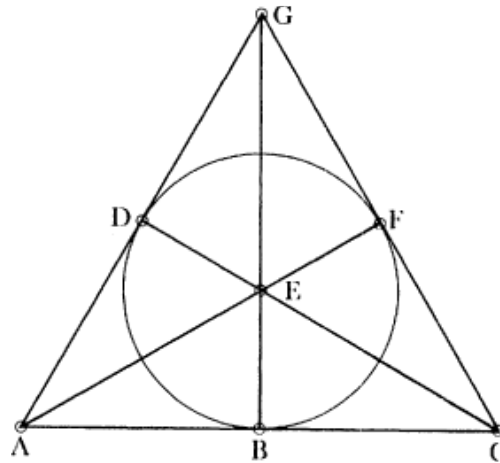


Figura 1. Geometría de los siete puntos
Tomada de van Fraassen 1989: 219

aunque van Fraassen y Ronald Giere son reconocidos promotores de la concepción estructural de las teorías, hay otra vertiente muy reconocida de este enfoque, a saber, el estructuralismo metateórico. Estos difieren de la concepción de van Fraassen y R. Giere, en que sostienen que una teoría se conforma en términos generales por: 1) un conjunto de modelos teóricos y 2) un conjunto de modelos de datos (véase J. A. Díez y C. Moulines 1997: 332-333). No obstante, aquí seguiré en líneas generales las propuestas desarrolladas por van Fraassen y R. Giere porque: a) como sostiene Guerrero (véase 2010: 183), el estructuralismo metateórico pone el énfasis en la relación que tienen los modelos teóricos con las formulaciones lingüísticas y no en las que tienen con los sistemas reales, relegando así el tema de la representación; y b) las concepciones de isomorfismo y semejanza como relaciones representacionales entre los modelos científicos y los sistemas reales, que han sido el foco de múltiples críticas, se han asociado principalmente con estos dos autores.

Analicemos la noción ‘estructura hacedora de verdad’. Sean los siguientes enunciados considerados como principios de la teoría *T*:

- A1. Dadas dos líneas cualesquiera, hay al menos un punto que se encuentra en ambas.
- A2. Dados dos puntos cualesquiera, hay exactamente una línea que se encuentra en ambos.
- A3. En cada línea se encuentran por lo menos dos puntos.

Tenemos además una estructura M (Figura 1) en la que siete cosas son consideradas puntos, a saber: A, B, C, D, E, F y G y siete cosas son consideradas líneas, a saber: los lados del triángulo, las tres perpendiculares internas y el círculo inscrito en el triángulo.

Ahora consideremos dos tipos de relaciones que se pueden encontrar en el ejemplo. Primero, de la estructura M a los principios de T , encontramos que M satisface (o instancia) cada uno de los principios de T , es decir, cada uno de ellos al emplearse para referir a M resulta ser verdadero. Por ejemplo: “Para satisfacer $A2$ necesitamos una línea que vincule D y F, que es el círculo, cuyos puntos son D, F, B” (*Ibid.*: 219). Por tanto, podemos decir que M es un modelo o una estructura hacedora de verdad de T : “Cualquier estructura que satisfaga de esta manera los axiomas de la teoría se llama *modelo* de la teoría” (van Fraassen 1980: 43. Énfasis del original). Segundo, de los enunciados de T a la estructura M , tenemos que estos refieren a elementos que conforman a M . Por ejemplo, ‘línea’ en el enunciado $A2$ refiere a elementos que están limitados en sus extremos por los puntos: A, B, C, D, E, F o G.

Es importante señalar que los defensores de esta concepción insisten en que para presentar un modelo de este tipo no se requiere de ningún lenguaje particular, pues los mismos modelos pueden ser descritos a través de diferentes lenguajes, cito:

En este segundo enfoque, el semántico, el lenguaje usado para expresar la teoría no es ni único ni básico; la misma clase de estructura podría ser descrita de formas radicalmente diferentes, cada una con sus propias limitaciones. Los modelos son el centro de atención (Van Fraassen *Ibid.*: 44. Una idea similar se encuentra en Giere 1988: 79).

Los defensores de la concepción estructural de las teorías plantean una situación análoga a la anterior respecto de los modelos teóricos, en la medida que consideran estos como objetos que satisfacen principios como: las leyes de Newton, la ecuación de Schrödinger en mecánica cuántica, los principios de la relatividad, los principios de selección natural, etc. En palabras de Ronald Giere:

Si insistimos en considerar los principios como declaraciones genuinas, tenemos que encontrar algo que describan, algo que refieran. El mejor candidato que conozco para este rol sería un objeto abstracto, un objeto que, por definición, exhiba todas y solo las características especificadas en los principios. Entonces los principios son ciertos para este objeto abstracto, aunque en una forma bastante trivial (2004: 745).

Desde luego, si la función de una teoría es dar cuenta del comportamiento de determinada clase de fenómenos, tenemos que esta pretensión no se logra a partir de la función de *satisfacer* enunciados a través de estructuras hacedoras de verdad, sino que se logra empleando las mismas para *representar* los sistemas fenoménicos de los que se pretende dar cuenta. En términos de van Fraassen: “Crear en una teoría es creer que uno de sus modelos representa correctamente el mundo. Puedes pensar los modelos como representando los mundos posibles permitidos por la teoría, uno de estos mundos posibles está destinado a ser el mundo real” (1980: 47). En palabras de Giere: “Los modelos teóricos son los medios por los que los científicos representan el mundo, tanto para ellos mismos como para los otros” (1989: 80). De modo que, en la concepción semántica de las teorías, los modelos teóricos son modelos en dos sentidos, a saber: como estructuras hacedoras de verdad y como vehículos empleados para representar los sistemas del mundo real.

A fin de ejemplificar mejor lo expuesto, permítaseme presentar la forma en que van Fraassen y Giere presentan, cada uno, la noción de ‘modelo teórico’. Van Fraassen parte de la idea de que el estado de un sistema físico puede caracterizarse a partir de las magnitudes físicas observables que lo componen. En sus palabras: “Se supone que un sistema físico es capaz de tener ciertos *estados* y se caracteriza por magnitudes físicas (observables) pertenecientes al sistema, las cuales pueden tomar ciertos *valores*” (1991: 27. Énfasis del original). Ahora bien, van Fraassen sostiene que tanto el estado del sistema, como su evolución en el tiempo, puede representarse a través de una entidad matemática denominada espacio de estados, que se compone de números, vectores, funciones, etc. En palabras de van Fraassen: “podemos representar la historia del sistema clásico, su evolución en el tiempo, simplemente como una *trayectoria* en su espacio de estados posibles (*espacio de estados*)” (*Ibid.*, énfasis del original)⁵.

Acudiendo a un ejemplo del propio van Fraassen: “una partícula clásica tiene, en cada instante, una cierta posición $q = (q_x, q_y, q_z)$ y momento $p = (p_x, p_y, p_z)$, así su espacio de estados puede tomarse como un espacio euclidiano hexadimensional, cuyos puntos son séxtuplos de números reales $(p_x, p_y, p_z, q_x, q_y, q_z)$ ” (van Fraassen, 1970: 328). No obstante, para dar cuenta del estado o evolución de un sistema en un instante dado no basta determinar un conjunto n de dimensiones

⁵ Van Fraassen desarrolla su propuesta a partir de ejemplos de la mecánica clásica, no obstante, declara que la cuestión de si la misma interpretación es posible para la mecánica cuántica, es un tema de interpretación (Cfr. Van Fraassen 1991: 27-28)

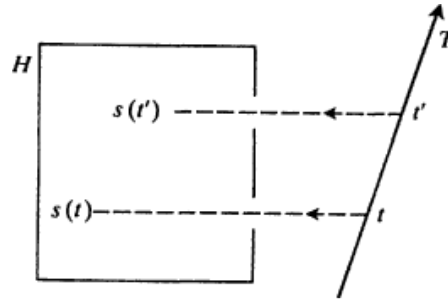


Figura 2. Ilustración de un espacio de estados
Tomada de van Fraassen 1991: 27

que correspondan a posibles n secuencias de valores para un estado, sino que es necesario introducir ecuaciones que restrinjan y permitan calcular los posibles estados simultáneos del sistema y su posible evolución en el tiempo. Cito:

Para una tal teoría no relativista, podemos ver inmediatamente que debe haber ecuaciones básicas de dos tipos, que corresponden a las tradicionales *leyes de coexistencia* y *leyes de sucesión*. El primer tipo, de las que la ley de Boyle $PV = rT$ es un típico ejemplo, restringe la posición en el espacio de estados (...) El otro tipo, que tiene las leyes de movimiento de Newton y la ecuación de Schrödinger como ejemplos típicos, restringen las trayectorias en (a través de) el espacio de estados (van Fraassen 1989: 223).

Es decir, un modelo debe permitir determinar los estados temporalmente simultáneos de un sistema en un instante dado y/o su posible evolución en el tiempo, transición de un estado a otro, y para dicho fin es necesario sumar a ese espacio de estados principios teóricos (leyes del modelo), que impongan restricciones a las posibles coexistencias (leyes de coexistencia) y transiciones (leyes de sucesión) en el espacio de estados correspondiente. Por ejemplo, en el modelo del gas ideal el estado de un gas queda definido por los valores del volumen, la presión y la temperatura, de modo que su espacio de estados se identifica con los números reales de la triada $\langle v, p, t \rangle$ que corresponden al valor de cada magnitud. No obstante, con el propósito de determinar los posibles valores simultáneos de cada magnitud, es necesario sumar a ese espacio de estado el principio $PV = rT$ (ley de Boyle), que, por ejemplo, determina que en un gas a temperatura constante el producto de la presión por el volumen es constante.

Van Fraassen ilustra las anteriores ideas a partir de la figura 2. En la ilustración, H es el espacio de estados posibles, $s(t)$ es el estado del sistema en t y $s(t')$ el estado del sistema en t' , de tal forma

que: “Tal trayectoria es esencialmente solo una asignación s : tiempo $\rightarrow$ espacio de estados” (*Ibid.*)⁶. Tenemos entonces que, un modelo teórico para van Fraassen es una entidad matemática compuesta de entidades matemáticas (números, vectores, funciones, etc) que representan, a partir de una trayectoria en un espacio de estados que satisface las leyes del modelo, un posible estado de un sistema físico. Se debe agregar a lo dicho que, en tanto para el sistema existen un conjunto de posibles estados y cada posible estado es representado por un modelo: “Una teoría real tendrá muchos de estos grupos de modelos, cada uno con su espacio de estados” (*Ibid.*, 1989: 223). Es decir, lo que una teoría presenta es una familia de modelos.

Ahora, dado que la función de un modelo teórico es representar el estado de un sistema resulta necesario plantear una relación entre el modelo teórico y el sistema real, pues esta no se logra determinando espacios de estados con un conjunto n de dimensiones y un conjunto n de ecuaciones de movimiento, sino relacionando dichos espacios de estados con los sistemas del mundo real. En coherencia con su empirismo constructivo, van Fraassen sostiene que una teoría es adecuada para tal labor si partes de sus modelos, las subestructuras empíricas, subsumen las apariencias⁷. La idea es que al representar los fenómenos en una teoría se emplean subestructuras empíricas que subsumen, dado que son isomorfas, las estructuras de los informes experimentales. Dice:

Presentar una teoría es especificar una familia de estructura, sus modelos; y, en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (las *subestructuras empíricas*) como candidatos para la representación directa de los fenómenos observables. Las estructuras que pueden describirse en informes experimentales y de medición podemos llamarlas *apariencias*: la teoría es empíricamente adecuada si tiene algún modelo tal que todas las apariencias son isomorfas a las subestructuras empíricas de ese modelo (1980: 64, énfasis del original).

Mas formalmente, sea un modelo teórico $\mathbf{A} = (\mathcal{A}, \langle R_i \rangle)$, en el que $\mathcal{A} = \langle a_1 \dots a_n \rangle$ es un dominio particular y $R_i = \langle R_1 \dots R_m \rangle$ una familia de relaciones de n -plaza mantenidas entre los elementos de $\mathcal{A}$; y sea una estructura fenomenológica (apariencia) $\mathbf{B} = (B, \langle S_i \rangle)$, en la que $B = \langle b_1 \dots b_n \rangle$ es un

⁶ En aras de mayor claridad, es posible (siguiendo la interpretación de Guerrero Pino 2004: 158) sumar a la ilustración una trayectoria $u(t')$ que a partir de una línea represente la historia del sistema desde $s(t)$ a $s(t')$.

⁷ Una subestructura empírica es una subestructura de un modelo teórico que se caracteriza por poderse relacionar con las apariencias y van Fraassen caracteriza las apariencias como: “las apariencias serán el contenido de los resultados de observación o medición” (2008: 8).

conjunto de objetos de un dominio particular y $S_i = \langle S_1 \dots S_m \rangle$ un conjunto de relaciones de n -plaza entre los elementos de B^8 . Dado que, en la cita, van Fraassen caracteriza las apariencias como estructuras, podemos presentarlas como tal. Una subestructura empírica $\mathbf{C} = (C, \langle T_i \rangle)$ de $\mathbf{A}$, en la que $C = \langle c_1 \dots c_n \rangle$ es un dominio particular y $T_i = \langle T_1 \dots T_m \rangle$ una familia de relaciones de n -plaza mantenidas entre los elementos de A , es: primero, una subestructura de $\mathbf{A}$, de modo que: 1) $C \subset A$; y 2) $\langle c_1 \dots c_n \rangle \in T_i$, si y solo si $c_1 \dots c_n \in C$ y $\langle c_1 \dots c_n \rangle \in R_i$; o, en otros términos, $\mathbf{C}$ es una subestructura de $\mathbf{A}$ si cada elemento de C es un elemento de A , y si las relaciones T_i son iguales a R_i restringidas a C . Segundo, es una estructura que es empíricamente adecuada, porque existe una función g de $\mathbf{C}$ en $\mathbf{B}$ tal que: (i) g es una biyección de A en B ; y (ii) para todo $c_1, \dots, c_r \in C$: $\langle c_1, \dots, c_r \rangle \in T_i$ si y solo si $\langle g(c_1), \dots, g(c_r) \rangle \in S_i$ para cada $1 \leq i \leq n$ y donde r es el número ario de T_i . En otros términos, $\mathbf{C}$ es empíricamente adecuada con respecto a $\mathbf{B}$ si hay una función de $\mathbf{C}$ a $\mathbf{B}$ que es un isomorfismo entre estos, esto es, si existe una función para cada elemento y relación de $\mathbf{C}$ en $\mathbf{B}$ y una función inversa para cada elemento y relación de $\mathbf{B}$ en $\mathbf{C}$, en el que se conservan las relaciones entre los respectivos elementos.

A diferencia de van Fraassen, Giere no asimila los modelos teóricos con entidades matemáticas ni privilegia algún tipo de forma específica para la presentación de los mismos. Dado que en diferentes campos disciplinares, tales como la biología, la psicología, la geología, etc., se desarrollan modelos no matemáticos, tales como modelos celulares, evolutivos, de deriva continental, etc., la apuesta de Giere es no asumir alguna caracterización específica para los modelos más allá de la que se encuentra en los textos de ciencia. Esto debe enfatizarse, pues el hecho de que la mayoría de ejemplos que Giere desarrolla en su caracterización de los modelos teóricos provenga de la física, disciplina en la que la mayoría de modelos científicos se construyen con conceptos métricos, puede llevar a pensar que considera –como van Fraassen– los modelos teóricos como modelos matemáticos. No obstante, hay citas explícitas que precisan el rechazo del autor ante tal asimilación:

⁸ Aquí seguiré la convención de usar negrita para indicar la estructura y la cursiva para indicar el conjunto portador subyacente. Por otro lado, dado que van Fraassen define los modelos teóricos como estructuras, no hay problema en presentarlos como estructuras relacionales. Recuérdese que una estructura relacional es, por definición, un conjunto junto con una familia de relaciones en las que cada relación está definida y que dos estructuras son similares si las correspondientes relaciones sobre A y B tienen el mismo número de argumentos (véase Dunn and Hardegger 2001: 10).

Es tentador asimilar tales modelos abstractos con entidades matemáticas dado que su estructura abstracta es caracterizada matemáticamente ($F = -kx$). Pero, esto no funcionaría para todos los modelos abstractos. Los modelos geológicos de placas tectónicas son igualmente abstractos pero cualitativos (2010: 278).

En el enfoque propuesto por Giere, las leyes en general -sean de alto nivel de generalidad, como la segunda ley de Newton, o de bajo nivel de generalidad, como la ley de Hooke-, no son pensadas como enunciados que hacen declaraciones directas sobre el mundo (véase Giere: 2004: 61-62 y 67; 2010: 270), sino como principios que los científicos usan para construir y describir modelos abstractos. Por ello, en lugar de hablar de leyes, Giere emplea la terminología de ‘principios generales’ y ‘principios específicos’. Pero ¿cómo funcionan estos principios en la construcción y descripción de modelos teóricos?

Según la propuesta de Giere, los científicos emplean principios generales, tales como la segunda ley de Newton $\sum F = ma$, y condiciones específicas, tales como que F sea una fuerza de restauración que actúe en función del desplazamiento de una posición de equilibrio, para construir modelos abstractos, tales como el modelo de un oscilador armónico simple, el cual es descrito por un principio específico, como la ley de Hooke ($F = -kx$). Para tal fin, Giere sostiene que los científicos llevan a cabo una actividad, que denomina ‘interpretación’, en la cual: “[l]os principios de la mecánica newtoniana, por ejemplo, ayudan a interpretar los términos *fuerza* y *masa* dentro de una perspectiva newtoniana al mostrar sus relaciones con los términos *posición*, *velocidad* y *aceleración*” (Giere 2006: 62). No obstante, dado que diferentes tipos de especificaciones, tales como movimientos en una dirección con una fuerza uniforme, fuerzas en función de la posición y velocidad, etc., generan diferentes modelos, lo que se construye a partir de los principios generales es todo un conjunto de modelos. En palabras de Giere:

Adviértase que lo que usualmente es llamado “Teoría” de Newton consiste solamente en las declaraciones de las tres leyes. Estas solo caracterizan los modelos de principios. La ley de gravitación universal no es por tanto una parte del núcleo de la teoría. Esta constituye una especificación de una clase de modelo representacional. Otras especificaciones incluyen el

movimiento lineal en un campo gravitacional uniforme (un cuerpo cayendo) y una fuerza de restauración lineal (oscilador armónico), (2010: 271)⁹.

De modo que -para Giere-, los científicos emplean los principios generales como herramientas para la construcción de entidades abstractas, denominadas modelos teóricos, y no como declaraciones directas sobre el mundo real. Dice: “Pienso que es mejor no considerar los principios mismos como vehículos para hacer declaraciones empíricas” (*Ibid.*: 2004: 745).

Sin embargo, puede cuestionarse ¿Por qué en lugar de emplear los principios como herramientas para la construcción de modelos teóricos, no asumir estos como declaraciones directas sobre el mundo a fin de evitar inflar la ontología misma de las teorías? De acuerdo a Giere, estos principios específicos describen modelos teóricos porque, en sentido estricto, ningún sistema real se ajusta a lo que plantean (véase 2006: 67-68). Por ejemplo, un principio específico, tal como $g=F/m$, en sentido estricto, describe situaciones que no pueden ser satisfechas por ningún sistema real, puesto que ningún objeto de un sistema real distribuye su masa en un punto ni la única fuerza que le afecta al caer es la gravedad, de modo que dicho principio específico describe un sistema idealizado. Por supuesto, podría replicarse que es posible anexar más elementos a dicho principio que logren reducir el grado de idealización del sistema que describe, tal como: agregar la resistencia que ejerce el medio sobre el objeto que cae, de modo que $a=mg-R/m$. No obstante, aunque menos abstracto, todavía el sistema descrito por este principio específico resulta ser una idealización, puesto que ningún objeto que caiga bajo el influjo de la gravedad concentra su masa en un punto fijo ni la única fuerza que perturba su proceso de aceleración es la del medio en el que se desplaza.

En el contexto de esta argumentación dos puntualizaciones resultan oportunas. Primero, aunque es posible agregar muchos más elementos para lograr descripciones de objetos menos abstractos, no resulta claro si esto puede efectuarse en tal medida que el sistema descrito pueda considerarse un sistema real y más importante aún, para el enfoque sostenido por Giere, los principios que se emplean en la práctica científica describen sistemas idealizados. Segundo, el que los modelos teóricos sean entidades que satisfacen *perfectamente* las ecuaciones que se proponen en los diversos ámbitos científicos solo es el resultado trivial de que los mismos son considerados como

⁹ Lo que Giere denomina aquí ‘modelos de principios’ es lo denominado antes ‘modelos teóricos’. Asumo que con el nuevo adjetivo Giere simplemente procura enfatizar un elemento respecto del cual se predica que dichas entidades son modelos, a saber, los denominados principios.

entidades definidas a partir de dichos principios. Cito: “Entonces los principios son ciertos para este objeto abstracto, aunque en una forma bastante trivial” (Giere 2004: 745)¹⁰.

Para Giere, esta construcción de entidades abstractas tiene sentido en la medida que estas funcionan como uno de los medios con los que los científicos *representan* los diversos sistemas del mundo. Sin embargo, aunque una entidad abstracta, como el modelo de un oscilador armónico simple, logra ser caracterizada por un principio específico, como la ley de Hooke, y esta tenga una capacidad representacional, todavía no representa puntualmente nada. De acuerdo a Giere, para lograr que estos modelos representen es necesario que el científico desarrolle una actividad, que Giere denomina “identificación”, en la que elementos relevantes de un modelo se identifican con elementos del sistema representado (véase 2006: 61). Dicha identificación permite al científico efectuar declaraciones empíricas (hipótesis teóricas), a saber: “una afirmación (declaración) de que un modelo completamente interpretado y especificado se ajusta más o menos bien a un sistema real en particular” (2010: 271).

En resumen, los científicos emplean principios generales y condiciones específicas para construir modelos teóricos, que se describen a través de principios específicos. Es decir, la propuesta de Giere distingue dos tipos de principios, unos generales que participan en la construcción de modelos teóricos a través de una actividad de interpretación y otros específicos que describen dichos modelos teóricos. No obstante, para cumplir con su función representacional, los científicos deben identificar elementos de dichos modelos con sistemas particulares del mundo real, lo que les permite efectuar declaraciones empíricas que les posibilitan examinar el grado de adecuación del modelo con respecto al sistema representado¹¹.

Respecto a la representación, Giere rechaza la idea de van Fraassen de una relación de isomorfismo entre el modelo teórico y los sistemas del mundo. Cito:

¹⁰ Aun cuando caracteriza *ontológicamente* los modelos teóricos como entidades abstractas, Giere no dice nada respecto de qué se debe entender por ‘entidades abstractas’, lo que lo deja con una noción extremadamente amplia. En esta situación algunos autores han asociado su postura con el enfoque según el cual los modelos teóricos son entidades de ficción, sin embargo, esta asimilación resulta desafortunada puesto que el mismo Giere ha sugerido que más que pensar los modelos como ficciones lo que debe hacerse es pensar las ficciones como un tipo de modelos (véase Giere 2009 y 2010).

¹¹ Advuértase que, mientras los empiristas lógicos introdujeron las reglas de correspondencia para explicar cómo los términos teóricos se relacionan con los términos observables de una teoría, Giere propone las actividades de interpretación e identificación para explicar cómo los científicos usan símbolos matemáticos para representar la realidad.

Van Fraassen (1980) ha sugerido que la relación deseada es una de isomorfismo. Ahora, aunque seguramente no hay razones lógicas del porqué un sistema real no puede ser isomorfo a algún modelo, en ninguno de los ejemplos citados en los textos estándar de mecánica, por ejemplo, hay una pretensión de algún isomorfismo. En efecto, los textos a menudo advierten explícitamente los aspectos en los que el modelo no es isomorfo al sistema real. En otras palabras, los textos a menudo explícitamente descartan las declaraciones de isomorfismo. Si deseamos hacer justicia a las presentaciones de las teorías que hacen los propios científicos, debemos encontrar una interpretación más débil de la relación entre el modelo y el sistema real (1988: 80-81).

Tras esta cita, Giere expresa: “La relación apropiada, sugiero, es la semejanza (...) Pero, dado que cualquier cosa es semejante a cualquier otra más en algún aspecto o grado, las declaraciones de semejanza son vacuas sin por lo menos una implícita especificación de los aspectos y grados de semejanza” (*Ibid.*) La idea de Giere es que los científicos seleccionan algunas características del modelo que se consideran en cierto grado semejantes a las características del sistema para representarlo, de tal modo que, primero: “No es el modelo el que está representando; es el científico, que usa el modelo, quien hace la representación” (*Ibid.*, 2004: 747) y segundo: “Es la existencia de las semejanzas especificadas lo que hace posible el uso del modelo para representar el sistema real de esta manera” (*Ibid.*, 2004: 748). Es decir, aunque un modelo teórico satisface los principios específicos, no se construye para dicho fin, sino para representar sistemas del mundo real y para ello se emplean ciertas relaciones de semejanza. Por ejemplo, considérese el principio $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$, el cual describe un modelo teórico de dos cuerpos moviéndose bajo la atracción gravitatoria, este puede emplearse para representar el sistema compuesto por el par Tierra y Luna -y lograr declaraciones empíricas sobre este-, una vez se identifiquen algunos elementos del modelo con elementos del sistema real, tal como la distancia entre los centros de masa de los cuerpos y la masa de la Tierra y la Luna. Es decir, identificando elementos del modelo con elementos de un sistema real concreto se logra un modelo específico de un sistema particular que nos permite efectuar declaraciones empíricas sobre dicho sistema (véase *Ibid.* 2004: 745).

Esta relación de semejanza entre los modelos teóricos y los sistemas reales tiene, para Giere, efectos directos respecto de la forma de las hipótesis teóricas. Si una hipótesis teórica es una declaración empírica de que un modelo se ajusta más o menos bien a un sistema particular y el ajuste entre el modelo y el sistema se da en términos de una relación de semejanza, en

consecuencia: “[l]a forma general de una hipótesis teórica es, por tanto: tal y tal sistema real identificable es semejante a un modelo designado en los aspectos y grados indicados” (1988: 81). Como una instancia de las hipótesis teóricas, Giere presenta el siguiente ejemplo: “Las posiciones y velocidades de la tierra y la luna en el sistema tierra-luna son muy cercanas a las de un modelo newtoniano de dos partículas con una fuerza inversa al cuadrado” (*Ibid.*). En dicho ejemplo, los aspectos de la semejanza son la posición y la velocidad y el grado de aproximación, no formulado matemáticamente, sería el ‘muy cercanas’¹². A diferencia de los modelos teóricos, Giere caracteriza las hipótesis teóricas como entidades lingüísticas (véase *Ibid.* 2004: 742).

Finalmente, para Giere las teorías científicas no resultan ser entidades bien definidas, es decir, no hay condiciones necesarias y suficientes que determinen qué modelos o hipótesis pertenecen a una teoría. Por ejemplo, en torno a la hipótesis de la mecánica clásica, dice:

Sospecho que la mayoría de los científicos estarían de acuerdo en que las hipótesis generales que afirman semejanzas entre planetas y modelos newtonianos con una fuerza central inversa al cuadrado son parte de la teoría (...) Pero, ¿qué sucederá con la afirmación de que la péndola de mi reloj antiguo semeja un modelo de oscilador lineal armónicamente impulsado? ¿Es tal afirmación parte de la “teoría” de la mecánica clásica? (1988: 86)

Respecto de la población de modelos, Giere expresa: “la población de modelos de la mecánica clásica tampoco está bien definida, pues no existen condiciones necesarias y suficientes para lo que constituye una función dinámica admisible” (1988: 86). Dada esta situación, Giere sostiene que, para clasificar un modelo como parte de la teoría de la mecánica clásica, este debe tener un parecido de familia con algún conjunto de modelos que ya pertenezca a la teoría, pero la suficiencia o no de dicho parecido para formar parte de la familia de modelos es un asunto que debe decidirse por el juicio de los miembros de la comunidad científica del momento

Resulta conveniente efectuar algunas observaciones en torno a lo expuesto sobre la concepción estructural de las teorías científicas. Primero, lo que se obtiene al agregar ciertas condiciones específicas a un principio como $\sum F=ma$ es todo un conjunto de modelos que se definen a partir de principios más específicos, tales como: $g=F/m$, $a=mg-R/m$, $F=-kx$, $Ft=\Delta(mv)$, etc. Segundo, en la concepción semántica los modelos son definidos como una estructura **A**, y las estructuras

¹² Aunque en nuestra presentación de la propuesta de van Fraassen no hemos aludido a la noción de hipótesis teóricas, la aceptación de este elemento por parte de este autor puede evidenciarse en los textos: 1988: 222; 1991: 6.

son caracterizadas igual que en matemáticas, a saber: un conjunto no vacío $\mathcal{A}$ -llamado universo- y una serie de relaciones R_i definidas sobre el universo $\mathcal{A}$ de la estructura $\mathbf{A}$, es decir: $\mathbf{A} = \langle \mathcal{A}, \langle R_i \rangle \rangle$ (véase Manzano 1999: 6)¹³. De modo que, los modelos teóricos son considerados estructuras definidas a partir de los principios de una teoría. Tercero, dado que esta propuesta define los modelos como estructuras, esta concepción también ha sido denominada en la literatura, de una forma más acertada, como *concepción estructural de las teorías científicas* (véase Frigg 2002: 2. En lo que sigue emplearé esta denominación y más adelante justificaré por qué la califico como más acertada). Cuarto, el énfasis que tanto van Fraassen como Giere efectúan en la no dependencia de algún lenguaje particular que los modelos teóricos deban satisfacer, indica que un modelo teórico en sentido estricto no es un modelo semántico. Aun a riesgo de caer en una intermisión muy extensa, es prudente desarrollar un poco más esta última observación.

De acuerdo con la teoría de modelos, un modelo semántico es una estructura $\mathbf{A}$ que bajo una interpretación I hace verdaderos los enunciados de un lenguaje desinterpretado L . En otros términos, sea $\mathbf{A} = \langle \mathcal{A}, \langle a_1, \dots, a_r \rangle, \langle R_1, \dots, R_m \rangle \rangle$ una estructura con un tipo de similaridad φ y sea $L = \langle c_1, \dots, c_r \rangle, \langle P_1, \dots, P_m \rangle$ un lenguaje formal homólogo en su tipo a la estructura $\mathbf{A}$. Una interpretación I de L en $\mathbf{A}$ es una aplicación que hace que las constantes individuales y los relatores de L denoten a los individuos y relaciones de $\mathbf{A}$ respectivamente, tal que los enunciados de L adquieran un valor de verdad en $\mathbf{A}$. Si mediante la interpretación I los enunciados de L resultan verdaderos en $\mathbf{A}$ (o en otros términos son satisfechos por $\mathbf{A}$), se dice que $\mathbf{A}$ es un modelo semántico de L bajo la interpretación I . En otros términos, $\mathbf{A}$ es una estructura que resulta ser un modelo bajo el par $\langle L, I \rangle$, de lo que se sigue que un modelo semántico siempre está emparentado a un lenguaje particular L vía una función de interpretación I .

A modo de ejemplo, consideremos la expresión desinterpretada con la que Carnap reconstruye el primer axioma del sistema euclidiano:

¹³ Al respecto de esta segunda observación conviene precisar que Giere podría considerarse una excepción, pues no se encuentran muchas afirmaciones en las que el autor asimile los modelos teóricos como estructuras. Sin embargo, aquí he preferido sumar esta asimilación como un rasgo común considerando como evidencia textual en favor de ello la siguiente afirmación de Giere: “Sugiero llamar a los sistemas idealizados discutidos en los textos de mecánica “modelos teóricos” ... esta terminología incluso coincide muy bien con el uso de los lógicos para quienes un modelo de un conjunto de axiomas es un objeto, o conjunto de objetos, que satisface los axiomas” (1988: 79). Nuestro soporte argumental aquí es que en lógica los modelos son caracterizados como estructuras y Giere asimila los modelos teóricos con estos. No obstante, esto puede ser objeto de discusión, pues en otros textos Giere ha rechazado la asimilación entre modelos lógicos y modelos teóricos (véase 1999).

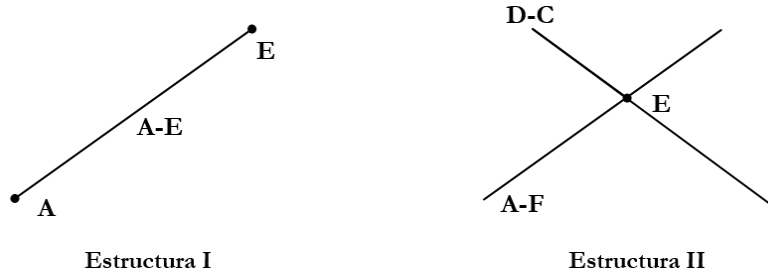


Figura 3. Estructuras hacedoras de verdad
Tomada de Guerrero 2010: 175

(E) Para todo x, y [si $[x$ es un P_1 e y es un P_1] entonces, para algún z [z es un P_2 e $I(x, z)$ e $I(y, z)$]] (Carnap 1939: 116)

Es posible proveer diferentes interpretaciones para este axioma en distintos tipos de estructuras. Por ejemplo, considérense las estructuras de la figura 3. Es posible proveer una interpretación J para este enunciado (E) en la estructura I, interpretando las relaciones monarias P_1 como refiriendo a los puntos A y E y P_2 como a la recta A-E, y la relación binaria I como la relación ‘cae sobre’. Puesto que al realizar la interpretación J la estructura (1) satisface el enunciado (E), esta es un modelo semántico de (E) bajo la interpretación J . También es posible asumir otra interpretación H para el enunciado (E) en la estructura II, en la que se asocie a las relaciones monarias P_1 las rectas A-F y D-C y P_2 al punto E, y a la relación binaria I el ‘contener a’. De nuevo, como la estructura (2) satisface a (E), es considerada un modelo semántico de este bajo la interpretación H ¹⁴.

Estos ejemplos son útiles para advertir que un modelo semántico es una estructura hacedora de verdad en la que se vincula un lenguaje particular desinterpretado proporcionándole interpretaciones posibles y que, hablando rigurosamente, no solo requiere de un lenguaje L sino también de una interpretación I de L sobre la estructura $\mathbf{A}$. De tal modo que, una estructura $\mathbf{A}$ es un modelo semántico de L solo con referencia a una interpretación I . Ahora, dado el énfasis tanto de van Fraassen como de Giere en sostener que los modelos teóricos no dependen de ningún lenguaje particular, tenemos que los modelos teóricos no deben ser considerados en sentido estricto modelos semánticos. Por ejemplo, frente a una notación compacta como $F \models$

¹⁴ Estos ejemplos los he tomado de Guerrero Pino 2010.

$\Delta(m)$, el físico no indaga por cuál es la interpretación del símbolo Δ , sino que sabe que se usa para indicar “cambio de” o “diferencia de”. Es decir, desde la perspectiva de estos dos autores, los modelos teóricos son estructuras hacedoras de verdad que, a diferencia de los modelos semánticos, se vinculan con un lenguaje interpretado, o si se prefiere con un lenguaje que cuenta con una interpretación estándar. A fin de presentar esta diferencia, Thomson-Jones (véase 2006: 527) emplea el calificativo ‘ajustadas a meras descripciones’ para denotar este último tipo de estructuras y el calificativo ‘interpretes serios’ para denotar aquellas que se vinculan a lenguajes desinterpretados. Baste decir, que esta es una de las razones por las que considero que resulta más afortunado hablar de concepción estructural de las teorías que de concepción semántica de las teorías. Más adelante precisaré otra razón.

Aunque es posible citar textos en los que los defensores de la concepción semántica de las teorías han sugerido equivalencias entre los modelos teóricos y los modelos semánticos, repárense las siguientes líneas de Giere: “Sugiero llamar a los sistemas idealizados discutidos en los textos de mecánica “modelos teóricos”... esta terminología incluso coincide muy bien con el uso de los lógicos para quienes un modelo de un conjunto de axiomas es un objeto, o conjunto de objetos, que satisface los axiomas” (1988: 79) y también las siguientes líneas de van Fraassen:

Actualmente existen dos enfoques generales para el estudio formal del lenguaje. Uno es sintáctico y axiomático, el otro de orientación semántica (...) Existen interrelaciones naturales entre los dos enfoques: una teoría axiomática puede caracterizarse por la clase de interpretaciones que la satisfacen, y una interpretación puede caracterizarse por el conjunto de oraciones que satisface (...) Estas interrelaciones (...) harían inverosímil cualquier declaración de superioridad filosófica para cualquiera de los dos enfoques (1970: 326)

Tenemos que en la actualidad es fácil ver textos en los que ambos autores (casi una década después) se encuentran rechazando tal equivalencia, repárese la siguiente cita de Giere respecto de las interpretaciones del lenguaje científico: “Tales interpretaciones están ya presentes en las declaraciones que caracterizan los modelos de principios. Los científicos no inician con un formalismo “desinterpretado” y luego “agregan” interpretaciones” (2010: 271), y la siguiente afirmación de van Fraassen:

El impacto de la innovación de Suppes se pierde si los modelos son definidos, como en muchos textos estándar de lógica, como entidades parcialmente lingüísticas, cada una enlazada a una sintaxis particular. En mi terminología aquí, los modelos son estructuras matemáticas, llamadas

modelos de una teoría dada solo por el hecho de pertenecer a la clase definida como modelos de esa teoría (1989: 366).

Por otro lado, aunque el estructuralismo metateórico, otra de las corrientes que se suman a la concepción estructural de las teorías, todavía hoy afirma dicha equivalencia entre los modelos teóricos y los modelos semánticos en sus escritos, lo cierto es que en sentido estricto no la asume ya que las cláusulas de los predicados conjuntistas usualmente están interpretadas.¹⁵

Luego de esta extensa intermisión, retornemos sobre nuestro tema a través de una síntesis de lo expuesto. Para la concepción estructural un modelo teórico es una estructura hacedora de verdad, en el sentido de estar ajustada a descripciones, pero, dado que el objetivo de una teoría es dar cuenta del comportamiento de determinados sistemas reales, este fin no se logra a través del rol instanciador de los modelos sino a partir de su rol representacional. Como hemos advertido tanto en van Fraassen -al presentarlos como espacios de estados-, como en Giere- al presentarlos como entidades abstractas en las que se satisfacen estrictamente los principios de las teorías-, los modelos teóricos, además de satisfacer los denominados principios teóricos, tienen por función representar los diversos sistemas del mundo y permitir aseveraciones sobre este. De modo que, de acuerdo a la concepción estructural de las teorías, los modelos teóricos son estructuras que tienen una doble función: a) satisfacer un conjunto de enunciados de una teoría y b) representar sistemas reales de un dominio de investigación particular. No obstante, dado que es en esta segunda función que los modelos se relacionan con los sistemas reales, esta es la que resulta importante para el objetivo propuesto para las teorías.

Lo expuesto nos permite ver que -con sus defectos o virtudes, aceptemos su propuesta o no- en el discurso de la concepción estructural de las teorías sobresale la necesidad de explicar la relación de *representación*, pues esta es la que se propone entre los modelos teóricos y los sistemas reales. Vale precisar que esta es la otra razón por la que el calificativo ‘semántica’ para calificar a la concepción estructural resulta confuso, puesto que pone el acento en la función de satisfacción de los modelos teóricos con respecto a los principios teóricos y no en la función de representar los sistemas reales.

¹⁵ Los detalles de esta crítica están por fuera del interés de este trabajo. El interesado en un análisis detallado al respecto de esta crítica puede consultar a Guerrero 2010.

Frente a la necesidad de dar cuenta de dicha relación representacional los promotores de la concepción estructural de las teorías no solo han postulado relaciones de isomorfismo subestructural y semejanza, sino que criticando estas han planteado otras nociones diferentes para explicar la representación científica. Sin el ánimo de agotar el tema me permito ejemplificar lo dicho a partir de una propuesta más. N. da Costa y Steven French, en su texto *Science and partial truth* (2003), expresan su filiación con las tesis de la concepción estructural de las teorías al expresar que: “Nuestra intención es tomar la noción de una ‘estructura parcial’ (...) y emplearla dentro del enfoque modelo-teórico de las teorías” (2003: 29), pero critican las relaciones de semejanza e isomorfismo. Respecto del isomorfismo, consideran que la demanda de que cada incidencia de una relación en el sistema tenga su contraparte en una incidencia de una relación correspondiente en el modelo es demasiado fuerte, dicen: “Lo que se requiere es una noción más débil que seleccione solo algún subconjunto relevante de las relaciones en cuestión” (*Ibid.*: 47). En torno a la relación de semejanza, si bien esta es más débil que la de isomorfismo, da Costa y French consideran que resulta muy vaga, pues, en efecto, cualquier cosa es parecida a cualquier otra en ciertos aspectos y en ciertos grados. De modo que, en lugar de relaciones de semejanza o isomorfismo, da Costa y French proponen una relación de isomorfismo parcial, que consideran puede capturar las ideas de la vaga noción de semejanza de una forma más rigurosa. Dicen: “Ya hemos indicado cómo la vaga noción de semejanza puede ser capturada más rigurosamente a través del isomorfismo parcial mantenido entre estructuras parciales” (*Ibid.*: 161).

Permítaseme precisar un poco la propuesta de da Costa y French, a través de la noción ‘isomorfismo parcial’ y las nociones ‘relaciones parciales’ y ‘estructuras parciales’ que presupone la primera. La idea que subyace en la propuesta de da Costa y French es que, dado que gran parte de la información que tenemos en los diversos campos de investigación es incompleta, dado un campo particular de investigación científica D , la información que obtenemos en un cierto momento puede formularse a través de una familia de relaciones parciales (R_i) mantenidas entre los objetos de D . Lo particular de R_i es que resulta ser una 3-tupla $\langle R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} \rangle$, en donde $R_{i1} \cap R_{i2} \cap R_{i3} = \emptyset$ y $R_{i1} \cup R_{i2} \cup R_{i3} = D$; y en la que R_{i1} es un conjunto de n -tuplas que satisfacen R_i , R_{i2} es un conjunto de n -tuplas que no satisfacen R_i y R_{i3} es un conjunto de n -tuplas para las que no está definido si satisfacen o no R_i . El calificativo ‘parciales’ para estas relaciones se propone en el sentido de que para algunas n -tuplas no se puede definir si satisfacen o no R_i (véase *Ibid.*: 17, u O. Bueno 1997: 592, quien también desarrolla la idea de isomorfismo parcial). Basados en

las relaciones parciales, da Costa y French formulan la noción de estructura parcial, a saber: una estructura parcial es una estructura matemática $\mathbf{A} = (\mathcal{A}, \langle R_i \rangle)$, donde $\mathcal{A}$ es un conjunto de objetos del dominio particular y R_i una familia de relaciones parciales definidas sobre $\mathcal{A}$ (véase da Costa y French, *Ibid.*: 28 y O. Bueno. *Ibid.*). Sobre la base de las nociones de ‘relaciones parciales’ y ‘estructuras parciales’, el isomorfismo parcial es definido de la siguiente forma:

Dadas dos estructuras parciales $\mathbf{E} = (D, \langle R_i \rangle)$ y $\mathbf{A} = (D', \langle R'_i \rangle)$ (tal que $R_i = \langle R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} \rangle$ y $R'_i = \langle R'_{i1}, R'_{i2}, R'_{i3} \rangle \dots$ la función $f: D \rightarrow D'$ es un *isomorfismo parcial* entre $\mathbf{E}$ y $\mathbf{A}$ si (i) f es biyectiva y (ii) para cada x y $y \in D$, $R_{i1} x, y \leftrightarrow R'_{i1} f(x)/f(y)$ y $R_{i2} x, y \leftrightarrow R'_{i2} f(x)/f(y)$. Entonces, cuando R_{i3} y R'_{i3} están vacías, es decir, cuando estamos considerando estructuras totales, tenemos nuestra noción estándar de isomorfismo (O. Bueno, *Ibid.*: 596, véase también da Costa y French, *Ibid.*: 49).

La idea de da Costa y French es que la introducción de un conjunto como R_{i3} dentro de un dominio de investigación particular, da paso a la parcialidad e incompletitud propia de la representación científica. Es prudente señalar que, aunque da Costa y French declaran que su propuesta se adecua al enfoque estructural de las teorías científicas, esta es llevada por sus autores más allá de dicho enfoque, puesto que pretenden que su propuesta se adecue a otro tipo de modelos más allá de los denominados ‘modelos teóricos’, tales como los modelos materiales.

Esta diversidad de respuestas (isomorfismo, semejanza e isomorfismo parcial), en torno a las relaciones entre los modelos teóricos y el mundo, invita a suponer que hay una polémica en la filosofía de la ciencia, originada en cierta medida en el discurso de la concepción estructural de las teorías, respecto de ¿qué constituye la relación representacional entre los modelos teóricos y los sistemas del mundo que estos refieren? A este escenario se suman un conjunto de críticas que se han planteado en contra de una supuesta propuesta estructural de la representación que subyace en las tesis de la concepción estructural de las teorías, dicha propuesta sostendría que: un modelo científico A representa un sistema B, si A está en una relación estructural con B (véase Suárez 1999 o Frigg 2006¹⁶), y, desde luego, también se han formulado propuestas alternativas (véase Hughes 1999 o Suárez 2004). Sin embargo, una pregunta preliminar que debe responderse es qué hay de particular en la representación llevada a cabo a partir de modelos científicos que requiera postular relaciones de semejanza, isomorfismo, isomorfismo parcial, etc. Frente a esta pregunta preliminar algunos autores como Callender y Cohen (2006) han sostenido que: no hay

¹⁶ Como veremos más adelante, en esta interpretación la relación entre los modelos científicos y los sistemas, también suele plantearse de un modo más fuerte, en términos de condiciones necesarias y suficientes.

un problema especial en torno a la representación científica, como algo opuesto a la representación artística o culinaria, sino que esta es solo un caso de representación derivada que es constituida por un mero acto de estipulación. En el siguiente capítulo discutiré la propuesta de Callender y Cohen. Por lo pronto, el propósito de este primer apartado ha sido reconstruir una línea de pensamiento que muestra una fuente de origen del problema de la representación científica más que discutir sobre la validez o no de aquello que propone.

En lo que atañe al propósito del capítulo es pertinente realizar una aclaración. No se ha declarado que la línea de pensamiento expuesta sea el origen del problema de la representación científica sino tan solo un origen de dicha discusión, otra fuente del mismo problema –que resulta distinta en tanto puede leerse de forma independiente a la discusión respecto de la naturaleza de las teorías científicas-, se encuentra en las producciones literarias que comenzaron a surgir alrededor de la década del 60 con el propósito de examinar el rol que los modelos desempeñan en la práctica científica. Por ejemplo, sin un compromiso con la denominada concepción estructural de las teorías, trabajos como M. Black (1962, cap. XIII), M. Hesse (1963), P. Achinstein (1968), y el reciente movimiento propuesto por M. Morrison y M. Morgan (1999) de pensar los modelos científicos como mediadores entre las teorías y el mundo, etc., se han presentado con la justificación de analizar algunos usos y tipos de modelos empleados en el contexto general de la actividad científica y han llegado a la conclusión de considerar los modelos científicos como instrumentos representacionales que nos permiten ganar información sobre el mundo y las teorías. Este punto es evidente en la siguiente cita:

La diferencia fuerte entre una herramienta simple y una herramienta de investigación es que la última implica alguna forma de representación: los modelos típicamente representan algunos aspectos sobre el mundo o algunos aspectos de nuestras teorías sobre el mundo, o ambos a la vez. Por tanto, el poder representacional de los modelos les permite funcionar no solo instrumentalmente, sino también para enseñarnos algo sobre lo que representan. (M. Morrison y M. Morgan 1999: 11).

Además de la divergencia presentada respecto de las relaciones propuestas entre los modelos teóricos y los sistemas del mundo, nuestro recorrido nos permite señalar tres puntos en los que los defensores de la concepción estructural presentan cierto acuerdo. Primero, se considera que una función primordial de los modelos teóricos es representar. Segundo, se admite que este tipo de representación nos permite ganar información sobre el sistema representado, de otra forma

no podrían encontrar sustento las denominadas hipótesis teóricas. Tercero, se considera que los modelos teóricos no son el tipo de entidades aptas de calificarse como verdaderas o falsas. Respecto de este último punto, la idea subyacente es: dado que los modelos teóricos son los vehículos representacionales de una teoría y no son entidades lingüísticas sino objetos abstractos, no son aptos de calificarse como verdaderos o falsos sin el riesgo de cometer un error categorial, tal como tampoco es correcto calificar un juguete o un mapa como algo verdadero. Por ejemplo, Giere dice: “Sin embargo, la relación entre el modelo y el sistema real, no puede ser de verdad o falsedad dado que ninguno de ellos es una entidad lingüística; por tanto, debe ser de otra índole” (Giere, 1988: 80). Van Fraassen por su parte expresa: “Por tanto, incluso si una teoría se expone siempre presentando una clase de modelos (estructuras), no podemos identificar la primera con la última, porque una clase no puede ser verdadera o falsa” (1985: 21). También afirman N. da Costa y S. French: “El punto es que los modelos en sí mismos no pueden ser considerados verdaderos o casi verdaderos...” (2003: 34).

Finalmente, es pertinente aclarar que bajo el enfoque estructural de las teorías estas no escapan del hecho de ser pensadas como entidades portadoras de verdad, puesto que estas se conforman por el par modelos teóricos e hipótesis teóricas y en este relato, las hipótesis teóricas son consideradas entidades lingüísticas (véase Giere 1988: 80) o proposicionales (véase van Fraassen 1985: 22) que tienen por función relacionar los modelos teóricos con los sistemas particulares del mundo y que pueden ser calificadas como verdaderas o falsas de acuerdo a si la relación afirmada entre los modelos teóricos y el mundo se mantiene o no. En esta medida las teorías, aunque no los modelos teóricos ni los principios teóricos, son consideradas aptas de calificarse como verdaderas o falsas. Desde luego, dada la orientación antirrealista de van Fraassen, comprometerse con la verdad de las hipótesis teóricas, se limita a comprometerse con la parte observacional del mundo de la que estas hablan.

CAPÍTULO 2

SÍ HAY UN PROBLEMA EN TORNO LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA

Craig Callender y Jonathan Cohen –en su artículo *There is no special problem about scientific representation* (2006)- han sostenido que la reciente atención de la literatura colocada al problema de la representación científica se encuentra injustificada, pues este tipo de representación es solo un caso de una noción más general de representación. En su análisis, Callender y Cohen discuten contra lo que califican como dos aparentes problemas mutuamente correlacionados, pero diferentes. Estos son: *el problema de la constitución de la representación científica* y *el problema de la demarcación de la representación científica*. El primer problema es formulado por los autores bajo el siguiente interrogante: ¿Qué constituye la relación representacional entre un modelo y el mundo? El segundo problema puede ser formulado del siguiente modo: ¿qué distingue la representación científica de otros tipos de representaciones? y según Callender y Cohen ha sido promovido por autores como R. I. Hughes, pues sostienen que este pretende encontrar algún criterio que distinga, por ejemplo: “los garabatos científicos de Galileo de los trazos magistrales de Vermeer” (*Ibid.*: 69). Señalemos brevemente dos posturas que pueden tomarse en torno a estas dos preguntas y que a la par permiten vislumbrar en qué medida se relacionan y distinguen las mismas. Primera posición, sostener que lo que constituye la relación representacional entre el modelo y el mundo es lo mismo que constituye la relación representacional de *cualquier tipo de representación* con su objeto, lo que a la par implica sostener que la representación científica no se distingue de cualquier otro tipo de representación. En este caso, contestar afirmando la existencia de un elemento constitutivo en la primera pregunta, no implica afirmar la existencia de un elemento distintivo en la segunda pregunta. Segunda posición, sostener que aquello que constituye la relación representacional entre los modelos científicos y el mundo es exclusivo de las representaciones científicas, lo que implica sostener que ese rasgo especial permite distinguir la representación científica de otros tipos de representaciones. En este caso, es posible contestar

afirmando la existencia de un elemento constitutivo frente a la primera pregunta como contestar afirmando la existencia de un elemento distintivo frente a la segunda pregunta. La propuesta de Callender y Cohen consiste básicamente en asumir la primera posición, y la postura que endilgan a Hughes consiste en asumir la segunda posición. En el capítulo 5, apartado 5.3, discuto la interpretación que efectúan Callender y Cohen al respecto de la postura de Hughes y argumento que esta es incorrecta.

Resulta conveniente aclarar que, si bien el artículo de Callender y Cohen ha sido objeto de múltiples críticas (por ejemplo, Contessa 2007a: 18-23, Adam Toon 2010, Bolinska 2015: 10-14, Nguyen 2016: 33-39), hay algunas tesis del mismo que se han asumido por algunos de sus críticos, tal como negar que haya algún rasgo esencial que permita distinguir la representación científica de ciertos tipos de representación, que en el caso de Contessa y Bolinska serían las representaciones epistémicas (véase Contessa 2007a: 18 y Bolinska 2013: 220 nota a pie de página)¹⁷.

En lo que sigue, me interesaré por mostrar que: 1) hay un conjunto de características en la representación científica, que la propuesta de Callender y Cohen, tal como ellos la han desarrollado, no logran explicar; y 2) que hay un problema en torno a la representación científica, pero que este no debe orientarse en términos de un ejercicio demarcacionista sino en términos de un ejercicio que busca comprender cómo trabaja la representación científica.

Finalmente, es importante precisar que llevar a cabo una discusión con Callender y Cohen resulta: 1) cuasi-necesario para este trabajo, puesto que, si su tesis es correcta ¿cuál sería el objeto de este trabajo?; y 2) útil para clarificar más la naturaleza del problema que enfrentamos. Por supuesto, es necesario iniciar por exponer la propuesta a criticar.

¹⁷ No desarrollaré en este capítulo los diferentes abordajes críticos que se han planteado a la propuesta de Callender y Cohen por los autores señalados en el párrafo, inicialmente este no fue pensado de esta manera, sino que desde el principio se procuró privilegiar el desarrollo de argumentos propios en contra de la propuesta. No obstante, encuentro dos tipos de planteamientos básicos que se han desarrollado en contra la propuesta de Callender y Cohen, a saber: 1) no ofrecen una justificación en torno al porqué distintos tipos de representaciones, tales como las lingüísticas, las científicas, las artísticas, etc., se logran a partir de un mero acto estipulativo (Toon 2010 y Nguyen 2016), y 2) no resulta claro cómo un mero acto de estipulación es suficiente para dar cuenta de la capacidad de ciertas representaciones de permitir el razonamiento subrogatorio (Contessa 2007a, Bolinska 2015 y Nguyen 2016).

2.1 La concepción estipulativa de la representación

La propuesta desarrollada por Callender y Cohen tiene dos partes mutuamente independientes. La primera, que denominan Griceanismo General, la caracterizan como la estrategia de distinguir entre representaciones fundamentales y derivadas (o no fundamentales), y explicar las últimas en términos de las primeras. La segunda, que denomino *la concepción estipulativa de la representación* sostiene que un acto de estipulación es suficiente para comprender distintos tipos de representación, entre los que se encuentra la representación científica. Analicemos cada uno de estas partes con detenimiento.

Según Callender y Cohen, debemos aproximarnos al problema de la representación científica desde la perspectiva del Griceanismo General y sostienen que:

El Griceano General mantiene que, entre los muchos tipos de entidades representacionales (carros, diagramas circulares, ecuaciones, etc.), el estatus representacional de muchos de ellos es derivado del estatus representacional de un núcleo privilegiado de representaciones. El beneficio advertido de este acercamiento Griceano General para la representación, es que no necesitaremos teorías separadas para dar cuenta de la representación artística, la representación lingüística y la representación culinaria. En efecto, el Griceano General propone que todos estos tipos de representación pueden ser explicados (en una forma unificada) como derivados de algún tipo más fundamental de representaciones que generalmente se consideran estados mentales (*Ibid.*: 70).

En coherencia con lo dicho, el Griceanismo General divide el trabajo en dos etapas: “En primer lugar, explica los poderes representacionales de las representaciones derivadas en términos de las representaciones fundamentales; en segundo lugar, ofrece alguna historia para explicar la representación de los portadores fundamentales de contenido” (*Ibid.*: 73).

Es por adoptar el marco del Griceanismo General que Callender y Cohen creen que es posible disolver el denominado problema de la representación científica, pues consideran que las representaciones científicas, al igual que las lingüísticas, artísticas o culinarias pertenecen al conjunto de las representaciones derivadas y como tal deben ser explicadas en términos de las representaciones fundamentales (véase *Ibid.*: 67). De acuerdo con esto, enfrentar el *problema* de la representación científica demanda asumir un tema, el de una representación derivada, y cambiarlo por otro, lo que se tome como representación fundamental. Cito:

La primera etapa equivale a un intercambio *relativamente trivial* de un problema por otro: ¿pensaste que tenías un problema de representación para los símbolos lingüísticos (o lo que sea que consideras que son representaciones derivadas)? Cámbialo por un problema de representación de estados mentales (de lo que tú tomes para ser representaciones fundamentales). Este intercambio, en efecto, hace retroceder el problema de la representación únicamente a un solo paso. El segundo estado, en contraste, equivale a *un misterio metafísico bastante profundo*. Lo que se necesita para solucionarlo es una propuesta fundamental, no derivada, de la metafísica de la representación (...) En consecuencia, aquí hay una fuerte controversia en torno a *cuestiones grandes y pequeñas* (*Ibíd.*: 73. Las cursivas son mías).

Conviene enfatizar que esta propuesta conlleva no solo a simplificar diferentes problemas respecto de distintos tipos de representación en un solo problema, sino también a acabar el discurso de la filosofía de la ciencia respecto de la representación científica, pues lo que se tome como representación fundamental ya no hará parte del denominado problema de la representación científica. Es decir, implica cambiar el problema de la representación a través de los modelos científicos por un problema respecto de representaciones fundamentales – aparentemente, representaciones mentales- que, al no ser representaciones a través de modelos científicos, implica finalizar con lo que deba decirse respecto de la representación a través de estos. Por supuesto, es posible cuestionar: ¿por qué las representaciones científicas pertenecen al conjunto de las representaciones derivadas y no al de las fundamentales? al respecto de esto, el único argumento que es posible encontrar en los autores es lo elusivo que resulta distinguir entre lo que es ciencia y no ciencia (véase *Ibíd.*: 71).

Si se asume el Griceanismo General, dos cuestionamientos evidentes surgen: a) ¿cómo se desarrolla el ejercicio de derivación de las representaciones derivadas de las fundamentales? y b) ¿cuál es la historia que describe el cómo adquieren su contenido las denominadas representaciones fundamentales? Sin embargo, tan pronto los autores proponen adoptar el Griceanismo General, efectúan la siguiente declaración:

En particular, *proponemos* que la variedad de vehículos representacionales usados en el contexto científico (modelos, ecuaciones, construcciones de palillos, dibujos, etc.) representan sus objetivos (el comportamiento de los gases ideales, evoluciones de estado cuántico, puentes) en virtud del estado mental de sus fabricantes/usuarios. Por ejemplo, el dibujo representa el puente porque el fabricante del dibujo estipula que lo hace, y destina a activar en su audiencia (usuarios

del vehículo representacional, incluido posiblemente él mismo) la creencia que este lo hace (*Ibíd.*: 75. Las cursivas son mías).

Esta declaración resulta sorprendente porque como señala Adam Toon:

En lugar de que se nos pida dar el primer paso en nuestra explicación de la representación científica del Griceanismo General, se nos dice que este paso ya se ha dado. No es necesario que proporcionemos una propuesta derivada para los modelos. De hecho, esta propuesta tiene una forma muy simple: todo lo que se requiere para que un modelo represente su objetivo es que el usuario del modelo estipule que lo hace y tenga la intención de hacer creer que sí lo hace (2010: 76-77).

Es decir, la primera etapa, la del Griceanismo General, que consiste en explicar los poderes representacionales de las representaciones derivadas en términos de las representaciones fundamentales, solo consiste en asumir que toda representación derivada es el resultado de una mera estipulación. La segunda cuestión, explicar cómo una estipulación es generada y genera un estado mental en sus usuarios, es calificada por Callender y Cohen como un misterio metafísico bastante profundo (véase Callender y Cohen 2006: 73) y frente a este, conviene recalcar, no proponen nada. Cito:

Nuestro enfoque es extremadamente permisivo sobre la representación —este requiere solo un acto de estipulación para conectar el vehículo representacional con el objetivo representacional (una vez que la metafísica subyacente de la representación para los estados mentales está en su lugar) ... Después de todo, si todo lo que es requerido es una mera estipulación, no hay nada que permita distinguir una estipulación que conecta un vehículo a electrones de una estipulación que conecte un vehículo al flogisto (*Ibíd.*: 79).

A fin de puntualizar la idea de Callender y Cohen en torno al cómo se logran las representaciones derivadas, podemos plantear su propuesta de la representación bajo las siguientes dos condiciones:

Concepción estipulativa. Un vehículo representa un objetivo si y solo si:

1. el usuario del vehículo estipula que este denota a su objetivo y
2. el usuario tiene la intención de activar en su audiencia la creencia de que este lo hace.

Los autores brindan el siguiente caso como una instancia de la concepción estipulativa:

¿Cómo la acción de colocar un par de linternas en el arco del campanario de la Iglesia del Norte de Boston representa para Paul Revere que los británicos llegaron por mar en lugar de por tierra? Presumiblemente, Revere y el amigo que le envió la señal, Joseph Warren, se reunieron antes y trajeron a existencia (vía una estipulación) su famoso código: uno si venían por tierra, dos si venían por mar. En consecuencia, cuando después Warren determinó que los británicos viajaban por mar en lugar de por tierra, él podía razonablemente pensar que colgando el par de linternas en el campanario activaría en su audiencia (Revere) la creencia de que los británicos tomarían la ruta marítima (2006: 73).

Si la propuesta general de Callender y Cohen es correcta, no hay un problema especial en torno a la representación a través de modelos científicos, pues: a) esta es solo una representación que se deriva de una representación fundamental; b) cuya propuesta de derivación es relativamente trivial, pues consiste en ser conscientes de que: “la representación científica (...) es constituida en términos de una estipulación, junto con una teoría subyacente de la representación para los estados mentales” (*Ibid.*: 78). La consecuencia de esta propuesta es que: 1) en lugar de invertir tanto tiempo en el problema de la representación científica los filósofos de la ciencia deben comprender que lo único que se requiere para dar cuenta del cómo los modelos científicos representan es un acto de estipulación, pues: “la representación científica es solo una representación que tiene lugar cuando los agentes son científicos y sus audiencias son colegas científicos” (*Ibid.*: 77), y 2) dejar la explicación de cómo un acto de estipulación puede generar ciertos estados mentales a la filosofía de la mente (véase *Ibid.*: 81).

2.2 Dificultades en la concepción estipulativa de la representación

En lo que sigue, me interesaré por mostrar ciertos problemas que encuentro en la concepción estipulativa para ofrecer un relato satisfactorio de cierto tipo de representaciones, entre las cuales se encuentra inmersa la representación científica. Preguntémonos ¿Es suficiente un acto de estipulación para explicar la representación que se logra a través de modelos científicos? Antes de responder esto, podríamos analizar en qué sentido el par de linternas colgadas en el campanario de la iglesia por Joseph Warren representan de la misma forma que, por ejemplo, el modelo de un cuerpo en caída libre. Sin duda, hay un aspecto que estos dos tipos de

representaciones comparten, a saber: ambos denotan un objetivo. El par de linternas colgadas en el campanario de la iglesia son usadas para denotar el hecho de que los británicos venían por mar en lugar de por tierra, de tal forma que, si estos hubieran venido por tierra, J. Warren no habría colgado el par de campanas. De igual manera, el modelo de un cuerpo en caída libre se emplea para denotar a un cuerpo real que cae de un estado de reposo y del que solo se considera la aceleración que toma debido a la atracción gravitatoria, si nos interesáramos por la resistencia que ejerce el medio sobre el objeto que cae, seguramente, no emplearíamos este modelo. Considerando este aspecto, podemos decir que estos dos tipos de representaciones se parecen en el hecho de que son empleadas para denotar.

Ahora, dado que una relación denotativa, el usar algún objeto para estar por otro objeto real, es algo que puede lograrse vía una estipulación -por ejemplo, yo podría estipular que el nombre ‘Tatú’ denota un rinoceronte y tener la intención de activar en cierto auditorio la creencia de que ‘Tatú’ denota un rinoceronte, de tal forma que cada vez que los lectores lean ‘Tatú’ piensen en un rinoceronte-, parece factible concluir que a partir de un mero acto de estipulación logramos representaciones denotativas.

No obstante, aunque tanto el nombre ‘Tatú’ como el modelo de un cuerpo en caída libre representan, en el sentido de que denotan los objetos por los que están, es fácil también advertir, en cada una de estas representaciones, aspectos significativos en los se diferencian. Cuestionemos ¿qué nos predica el nombre ‘Tatú’ en torno a su referente? Su referente es un rinoceronte y el nombre tan solo activa en nosotros esta idea, pero no nos dice nada respecto de los rinocerontes. Por ello, aun cuando al emplear “Tatú” pensamos en un rinoceronte, yo podría asociar el término con un rinoceronte blanco y pequeño y el auditorio con uno gris y grande, y aun con todo estar de acuerdo respecto de lo que estamos hablando. A diferencia de ello, el modelo de un cuerpo en caída libre nos expresa respecto de una partícula que esta se encuentra a determinada altura y cayendo con una velocidad inicial, bajo una aceleración constante y sin ningún tipo de fricción que le oponga resistencia en su caída. De la misma manera, la foto de un rinoceronte (véase la figura 4) nos muestra de este su color, el tamaño de su cuerno, etc.¹⁸

¹⁸ A fin de comprender esta diferencia, es importante no confundir el modelo de un cuerpo en caída libre con el nombre ‘modelo de un cuerpo en caída libre’, del mismo modo que no se debe confundir el nombre ‘Tatú’ con la foto de un rinoceronte.



Figura 4. Foto de un rinoceronte
Tomado de <https://www.stickpng.com/es/img/animales/rinocerontes/rinoceronte-izquierda>

Con el propósito de afinar las diferencias, podemos expresar lo anterior bajo la afirmación de que la representación a través de modelos científicos vincula la *predicación* sobre lo denotado como un elemento adicional a la mera denotación. Ahora, dado que la predicción está presente en los modelos científicos (considérese el modelo referido), es de esperar que cualquier concepción satisfactoria de la representación científica dé cuenta de este aspecto. Denominaré al mismo, *requisito de predicción*.

Como un corolario del requisito de predicción, tenemos que una representación que cumpla con este puede ser calificada como correcta o errada, pero ¿qué de lo que nos dice el nombre ‘Tatú’ sobre su referente puede calificarse como correcto o errado? A diferencia de este tipo de representación, la existencia de la predicción en la representación posibilita las representaciones incorrectas. En torno a la representación científica, es importante advertir que la historia de la ciencia presenta muchos casos de modelos científicos que representaron incorrectamente a sus objetivos, por ejemplo, el físico Joseph John Thomson, en 1904, desarrolló un modelo científico con el propósito de representar la estructura del átomo, denominado ‘Modelo atómico de Thomson’. De acuerdo a este modelo, el átomo se compone por electrones de carga negativa distribuidos uniformemente y suspendidos en una nube de carga positiva, de un modo similar al que se distribuyen las pasas en un pudín. Por esta comparación, a dicho modelo también se le ha denominado ‘Modelo de pudín de pasas’ (ver figura 9, capítulo III). Hoy sabemos que el modelo de Thomson, en lo que atañe a la estructura real del átomo, es una representación

incorrecta, pues nos propone un átomo carente de núcleo atómico. En tanto la posibilidad de ser una representación incorrecta es una secuela del requisito de predicación, pues su falla no reside en la precisión del objetivo sino en cómo el vehículo nos presenta el mismo, una propuesta satisfactoria de la representación científica debe dar cuenta de este aspecto. Denominaré a este, *requisito de posibilidad de ser una representación incorrecta*.

Ahora, dado que, 1) un usuario puede estipular que un vehículo como ‘Tatú’ denota a su objetivo y 2) tener la intención de activar en su audiencia la creencia de que este lo hace, cumpliendo así las dos condiciones de la concepción estipulativa, pero, sin con ello lograr satisfacer las condiciones de predicación y de posibilidad de ser una representación incorrecta -y dado que estas condiciones son requisitos que debe explicar una propuesta satisfactoria de la representación científica-, tenemos que la concepción estipulativa resulta insatisfactoria en su aspiración de ser una propuesta de la representación científica.

Efectuemos el mismo examen con el ejemplo del par de lámparas de J. Warren, el cual Callender y Cohen nos presentan como una instancia de su concepción estipulativa de la representación. Cuestionemos ¿qué nos *predican* el par de lámparas en torno a su referente? Quizás podamos decir, aunque debo confesar que en los términos propuestos por los autores no me resulta del todo claro, que su referente son los británicos y nos predica de ellos que vienen por mar y no por tierra. Si este es el caso, esta instancia de la concepción estipulativa de la representación *parece* cumplir con el requisito de predicación. Pero ¿cumple con el requisito de posibilidad de ser una representación incorrecta? Intentemos imaginar bajo qué circunstancias pueden las dos lámparas que se encuentran colgadas en el arco de la Iglesia del Norte de Boston representar incorrectamente que los británicos viajan por mar en lugar de por tierra. Supongamos que tal como Callender y Cohen nos relatan en su historia, Revere y su amigo Joseph Warren se reunieron y trajeron a existencia, vía una estipulación, su famoso código: uno si venían por tierra, dos si venían por mar. Sin embargo, por alguna razón –de poca importancia para nuestro análisis– cuando Warren determinó que los británicos viajaban por mar en lugar de por tierra, él pensó que colgando una linterna en el campanario activaría en su audiencia (Revere) la creencia de que los británicos tomarían la ruta marítima ¿Podríamos afirmar en este caso que la lámpara de Warren, colgada en el campanario, tiene como referente a los británicos y predica incorrectamente de ellos que vienen por tierra en lugar de por mar? Quizás podamos interpretar, aunque debo confesar que en los términos propuestos por Callender y Cohen no me resulta del

todo claro, que su referente son los británicos y nos predica incorrectamente de ellos que vienen por tierra y no por mar. Sin embargo, lo que resulta interesante si hemos de asumir esta interpretación, es que la posibilidad o no de que en este caso se dé una representación incorrecta no solo depende de una estipulación aislada, como en el caso del nombre ‘Tatú’, sino de un tipo de *sistema* estipulativo: uno si venían por tierra, dos si venían por mar. Es decir, lo que efectivamente debe subyacer para asumir dicha interpretación de la estipulación efectuada por Warren-Revere es un acuerdo del tipo: lámparas= británicos; uno= vienen por tierra; y dos= vienen por mar. Así las cosas, en el ejemplo no tendríamos una mera estipulación aislada, sino una en la que ciertos elementos son empleados para denotar individuos y ciertas condiciones de esos elementos son empleadas para denotar condiciones de esos individuos denotados. En otros términos, lo que el ejemplo nos presentaría es un sistema denotativo, un vehículo representacional compuesto de individuos y relaciones entre sus individuos que denotan un objetivo representacional compuesto de individuos y relaciones entre sus individuos. Emplearé el rótulo ‘denotación analítica’ para referir aquellos casos en los que el vehículo es asumido como un objeto compuesto en la que partes suyas son empleadas para denotar partes del objetivo, y el rótulo ‘denotación simple’ para referir aquellos casos en los que el vehículo es asumido como un objeto simple (no compuesto) empleado para denotar a su objetivo como un objeto simple (no compuesto). Ahora, dado que la concepción estipulativa de la representación no nos dice nada al respecto de la necesidad de un sistema denotativo, en los términos que ha sido planteada por Callender y Cohen, resulta insatisfactoria. Por lo pronto, hasta que abordemos la propuesta de Gabrielle Contessa, dejaremos en puntos suspensivos las consideraciones al respecto de si lo que requerimos para dar cuenta de la representación a través de modelos científicos es un sistema denotativo.¹⁹

¹⁹ Conviene aclarar que no sostengo que en la propuesta de Callender y Cohen subyazca un sistema estipulativo como el que aquí planteo, en sentido estricto no hay nada en su artículo que permita esta interpretación. El ejercicio que aquí efectúo simplemente procura contemplar ciertas posibilidades. En este sentido, también es lícito argumentar que en la concepción estipulativa no subyace una denotación analítica, sino que las dos variantes en torno a las linternas representan un posible estado de cosas en tanto ello se había estipulado. De acuerdo a esto, si Warren comente el error de colgar una sola linterna para representar que los ingleses vienen por mar, no es el caso que Warren este representando incorrectamente este hecho, sino que simplemente no lo representa, puesto que ello no fue lo que se estipuló. No obstante, el resultado de esta interpretación no es más alentador para la propuesta de Callender y Cohen, pues de acuerdo a esta, la concepción estipulativa no exhibe herramientas para dar cuenta de las representaciones incorrectas. La posibilidad de esta interpretación me ha sido planteada por la profesora Susana Lucero.

Por otro lado, resulta apropiado precisar que del hecho de que la elección de un vehículo para representar un objetivo determinado sea el producto de una convención arbitraria, no implica que los pasos subsiguientes de la actividad de representar —especialmente en ciencia— sean también arbitrarios.

Es importante efectuar algunas aclaraciones en este punto, puesto que en su artículo Callender y Cohen no ignoran la cuestión de las representaciones incorrectas, sino que creen que con su propuesta se da cuenta de la misma. Estos autores citan las siguientes líneas de M. Morrison: “¿en virtud de *qué* los modelos representan y cómo nosotros identificamos lo que constituye una representación correcta?” (2006: 70. Cursivas del original) y, luego expresan en torno a dichas líneas: “Hay dos cuestiones distintas aquí. La pregunta ‘en virtud de qué’, que suena claramente como la pregunta de la constitución (...) Pero, la segunda mitad de la cita introduce un problema distinto: la cuestión normativa de qué es que una representación sea correcta” (Callender y Cohen 2006: 69), y, finalmente, en lo que atañe al modo en que la concepción estipulativa confronta el último problema, sostienen:

Si nuestra historia griceana general es correcta, la pregunta de cómo pueden representar los modelos a pesar de su idealización, abstracción, etc., no puede ser realmente una cuestión de cómo se las arreglan para representar.

Es importante tener claro que uno puede tener éxito a lo largo de la dimensión de la representación, pero fracasar en la dimensión de la verdad: algo puede ser una representación, aunque se represente falsamente o se quede corto en varias medidas pragmáticas (...)

Verdad, falsedad y verdad aproximada son características que putativamente aplicamos a cosas que son representaciones; como tal, la cuestión de si x representa a y es independiente de (en efecto, previa a) la cuestión de si x es una representación verdadera, falsa o aproximadamente verdadera de y . Contrario a lo que muchos parecen tener en mente, entonces, no hay razón para temer que el estatus meramente aproximado de un modelo impugne su capacidad para representar (*Ibid.*: 79).

Intentemos analizar los argumentos de Callender y Cohen. Los autores distinguen dos problemas: 1) el de la constitución, a saber, en virtud de qué algo es una representación de algo más, y 2) el de la normatividad, en virtud de qué algo es una representación correcta. Ahora, dado que se supone que para que algo sea una representación correcta primero tiene que representar, la cuestión normativa no tiene que ver con la capacidad representacional de un vehículo, cuestión que, recordemos, ha sido explicada a partir de una acción estipulativa²⁰. Trasladada esta reflexión al ámbito de la representación científica, tendríamos que el hecho de

²⁰ Esta orientación que asumen Callender y Cohen es una variante de lo que se ha denominado como tesis de la prioridad de la mera representación, según la cual, antes de poder desarrollar una propuesta de qué hace a algo una representación fiel, necesitamos determinar qué lo hace una representación. Dado que esta tesis ha sido propuesta por M. Suárez (2004: 767-768), volveré sobre ella cuando exponga la concepción inferencial que este propone.

que un modelo represente incorrectamente presupone que representa, y dado que ello no tendría nada que ver con su capacidad representacional, este representa tan solo porque se ha estipulado su referencia. No obstante, en nuestra reflexión hemos encontrado que el problema de las representaciones incorrectas es una secuela de la capacidad de predicación que tienen ciertos vehículos representacionales y, si bien, frente a dicha capacidad predicativa pareciera aplicar el mismo principio de prelación de la referencia sobre la predicación, lo que en el fondo tenemos es que si un vehículo representacional no tiene predicación no puede ser considerado un modelo. De modo que, si asumimos que x es un modelo, la cuestión de si x representa a y no resulta ser una cuestión independiente de si x es una representación predicativa, puesto que, si x no es una representación predicativa, x no es un modelo. En otros términos, un modelo científico, a diferencia de expresiones como Tatú, no solo demanda referencia sino también predicación en su constitución y en tanto lo que pretendemos explicar es la representación científica, no podemos simplemente desatender este aspecto.

Hay un importante requisito más, presente en la representación efectuada a través de modelos científicos, que la propuesta de Callender y Cohen, en los términos que ha sido planteada por ellos, no logra cumplir. Los modelos científicos no solo predicar características de sus objetivos, sino que al representar nos permiten a través de *un razonamiento sobre ellos* obtener inferencias *sobre los objetivos por los que están*. Por ejemplo, supóngase que estamos en una situación X en la que por determinados propósitos nos interesamos por determinar la altura de una colina en la que nos encontramos y una espesa niebla nos imposibilita ver el pie de la misma. Esta situación puede ser representada a través del modelo de un cuerpo en caída libre. De nuevo, en el modelo de un cuerpo en caída libre, una partícula se encuentra a determinada altura y cae con una velocidad inicial (v_i) igual a 0, con una aceleración a y sin ningún tipo de fricción que oponga resistencia. Los libros de física nos enseñan que la aceleración cerca de la superficie terrestre g se da con un valor aproximado de 9.8m/s^2 y que la distancia d recorrida por una partícula en movimiento traslacional es igual a su velocidad media por tiempo ($v_m \times t$). Ahora, por medio de un reloj podríamos obtener un dato aproximado de los segundos t que tarda un objeto –por ejemplo, una piedra– en golpear la superficie sobre la que cae luego de que es suelto. Finalmente, dado que $v_m = \frac{1}{2} (v_i + v_f)$ y la velocidad final $v_f = v_i + gt$ m/s, obtenemos que $d = \frac{1}{2} (0 + gt) t$ m/s o $d = \frac{1}{2} gt^2$. Repárese que, con los datos de g y t y las definiciones de d , v_m y v_f , hemos inferido en un modelo la distancia recorrida por una partícula durante t segundos, a fin de interpretar dicha

distancia como la altura que tiene la colina de nuestro suceso X. En este caso, no solo hemos empleado el modelo de un cuerpo en caída libre para denotar al suceso X y predicar del suceso, sino que, razonando sobre el primero, a partir de ciertos datos y reglas, hemos logrado obtener inferencias que nos dan información de ciertos elementos que conforman el suceso X. Desde luego, este es un aspecto fundamental de la representación científica del que una propuesta satisfactoria de la representación debe dar cuenta. Denomino a este requisito, siguiendo a R. Frigg y J. Nguyen (2016), *requisito de adecuación para el razonamiento subrogatorio*. En el siguiente capítulo ahondaré en algunas cuestiones al respecto de este requisito.

También aquí conviene efectuar algunas aclaraciones, puesto que pareciera que Callender y Cohen consideran que a partir de su propuesta se confronta la capacidad que tienen los modelos para generar inferencias. Dicen:

Al igual que el salero (o, para el caso, el símbolo lingüístico 'Madagascar') es valioso para facilitar la conversación sobre Madagascar en ausencia de Madagascar, el dibujo podría ser útil para facilitar la conversación sobre el puente en ausencia del puente. Del mismo modo que una mano derecha levantada es valiosa por la estructura geométrica que comparte con el estado, el dibujo del puente podría (en virtud de preservar cierta relación estructural entre las partes representadas) respaldar inferencias sobre la estructura del puente.

Pero adviértase que, al igual que en el caso de preguntas similares sobre representaciones no científicas, las preguntas sobre la utilidad de estos vehículos representacionales son preguntas sobre la pragmática de las cosas que son vehículos representacionales, no preguntas sobre su estado representacional *per se*. (*Ibid.*: 75)

En las líneas se afirma que la capacidad que tienen los vehículos para generar inferencias reposa en aspectos pragmáticos y no en su estado representacional *per se*. Sin embargo, hay cuando menos dos cuestiones que criticar en torno a este planteamiento. Primero, no es claro qué proponen estos autores que debe entenderse por un aspecto pragmático ni por un estado representacional *per se*, puesto que -de acuerdo con la misma concepción estipulativa-, nada tiene un estado representacional *per se*, sino que se convierte en una representación a través de un acto de estipulación y, asumiendo que lo que se presupone es que un vehículo entra a un estado representacional *per se* mediante un acto de estipulación, tenemos que el reconocimiento de la función representacional efectuada mediante ese acto requiere de usuarios, de modo que también cae en el ámbito de lo pragmático. Segundo, dado que para lograr inferencias del vehículo al

objetivo son preferibles ciertos vehículos representacionales sobre otros, e incluso algunos no parecen servir para tal función, independientemente de que dicha característica sea calificada como un aspecto pragmático o no, debemos comprender cómo esto es posible. Adviértase que incluso Callender y Cohen insinúan que es preferible emplear un dibujo de un puente, en lugar de un salero, si nuestro propósito es suministrar inferencias sobre la estructura del puente, según ellos, en tanto el dibujo preserva cierta relación estructural con el puente. En lo que atañe al propósito de entender la representación científica tendríamos que, dado que los modelos científicos son vehículos representacionales que generan inferencias sobre sus sistemas objetivos y no cualquier vehículo representacional es igual de útil para dicho fin, si queremos entender la representación científica debemos comprender cómo esto es posible.

2.3 Hay un problema en torno a la representación científica

Las diferentes críticas realizadas son suficientes para señalar por qué la concepción estipulativa resulta una propuesta insatisfactoria para dar cuenta de la representación científica. Sin embargo, nuestras críticas contra esta no se han fundado en que propone condiciones innecesarias - cualquiera de los ejemplos *hasta ahora propuestos* denotan a su objetivo y han sido contruidos con la intención de activar en su audiencia dicha creencia-, sino en que establece condiciones insuficientes, de modo que, lo que encontramos es una propuesta muy permisiva que no nos permite rescatar ciertas particularidades propias, aunque no exclusivas, de la representación científica, tales como: la predicación, la posibilidad de las representaciones incorrectas y el razonamiento subrogatorio. Otra vía para plantear esta insuficiencia, está en que, si bien es posible, de acuerdo a la propuesta de Callender y Cohen, tomar cualquier objeto y establecer que denota otro y así volverlo una representación del último, esto no basta para considerarlo un modelo de un sistema objetivo. Es decir, podemos tomar un modelo como la caída de un cuerpo y establecer que este representa un audífono, pero, aunque ello lo constituye en una representación del audífono, no lo constituye en un modelo del audífono. Esto nos invita a cuestionar qué necesita un x para que sea considerado un modelo, pues para tal tarea no basta el que simplemente sea un vehículo denotativo. En el capítulo 6, apartado 6.3, expondré la tesis que Frigg y Nguyen desarrollan en torno a este asunto y en el 6. 5 propondré una tesis propia respecto del mismo.

Dado que las particularidades de la posibilidad de ser una representación incorrecta y el razonamiento subrogatorio dependen de la posibilidad de predicación, nuestra tarea ha de consistir en comprender cómo esta trabaja en el caso de los modelos científicos y cómo permite tanto las representaciones incorrectas como razonar sobre los modelos científicos para obtener conclusiones sobre los sistemas por los que están. Dadas estas precisiones, conviene reformular nuestra pregunta inicial a fin de lograr una enunciación más precisa que recoja las características señaladas. Nuestra enunciación será la siguiente:

Formulación b. ¿Cómo los modelos científicos representan permitiéndonos ganar información en torno al objeto representado?

Es pertinente efectuar algunas aclaraciones en torno a nuestra nueva formulación. Primero, asumo que lo que ofrece la predicación, en estos casos, es información acerca del objeto representado y que esta información debe ser de tal tipo que permita el razonamiento subrogatorio, pues, como plantearé en el siguiente capítulo, no toda representación que brinde información permite este tipo de razonamiento. Segundo, a diferencia de lo que se denomina conocimiento, la información puede ser calificada como falsa y no por ello deja de ser información. Este segundo comentario deja claro que no asumo una teoría alética de la información, de acuerdo a la cual, una condición necesaria para que algo sea considerado información es que ese algo sea verdadero. Mi posición es que la información es neutral respecto de los calificativos aléticos, pues 1) si hemos de hacer justicia al uso ordinario de esta noción, debemos asumir que cosas como las declaraciones falsas también proporcionan información, aunque falsa, considérense aquellos casos en los medios de comunicación deben retractarse de ciertas afirmaciones, calificadas en el uso corriente como ‘información’, justamente porque son falsas; y 2) porque algunos dispositivos de los que no es claro cómo pueden calificarse como verdaderos o falsos también ofrecen información. Por ejemplo, una foto de x puede informar respecto de la apariencia de x , sin embargo, no es el caso que una foto sea algo que suela calificarse como verdadera o falsa.²¹

²¹ El anterior comentario en torno a qué posición se asume en esta tesis respecto de la noción ‘información’, me ha sido recomendado por la profesora Susana Lucero, en atención a la cantidad de menciones que se hacen de esta noción tanto en este capítulo como en el siguiente. No obstante, el interesado en una argumentación más profunda al respecto de por qué la información no necesita ser verdadera puede ver Scarantino y Piccinini (2010).

Finalmente, tercero, querer comprender cómo funciona la representación científica no implica que se asuma una tesis demarcacionista entre lo que es la representación científica y cualquier otro tipo de representación, solo implica que se pretende comprender cómo funciona la representación científica. Repárese que, a partir de nuestros argumentos en contra de la concepción estipulativa, hemos podido distinguir, cuando menos, dos tipos de representaciones: la representación meramente estipulativa (en adelante denotación simple) y la representación que permite la predicación, y si bien esto no implica sostener que la representación científica sea la única representación que vincula la predicación, sí nos permite avanzar en nuestra tarea de comprender cómo esta funciona, por ejemplo, al vislumbrar que los modelos científicos no son representaciones meramente porque denoten a sus sistemas objetivos sino porque nos proveen información en torno a los mismos. De modo que, hay un problema al respecto de la representación científica que consiste en comprender cómo esta trabaja, y ello no implica comprometerse con alguna tesis demarcacionista con respecto a este tipo de representación. En otros términos, en lugar de considerar que el problema de la representación científica debe residir en encontrar o negar criterios que nos permitan distinguir esta de *cualquier otro tipo de representación*, nuestra preocupación debe ser -y en tanto el problema de la representación científica debe ser- comprender cómo los modelos científicos representan. De modo que, lo que propongo es que en lugar de centrar nuestro discurso en tesis demarcacionistas al respecto de la representación científica, orientemos nuestro discurso en comprender cómo esta funciona.

Al respecto de la orientación que propongo resulta recomendable aclarar lo siguiente. Si bien la comprensión de la representación científica arrastra de cierta forma la demarcación de esta respecto de otras entidades representacionales, por ejemplo, cuando aludimos al razonamiento subrogatorio como una característica de las representaciones científicas, esta característica se reconoce como un rasgo demarcatorio entre este tipo de representaciones y las representaciones denotativas simples, la propuesta de centrarse en la comprensión, procura: 1) enfatizar que la demarcación se constituye en un efecto de la búsqueda de la comprensión, puesto que es en la medida que avanza nuestra comprensión respecto de las representaciones científicas que podemos lograr rasgos demarcatorios; y 2) sostener que el buscar comprender cómo trabajan las representaciones científicas es un problema que amerita atención, sin que ello dependa de que

se deban ofrecerse características que permitan distinguir las representaciones científicas de cualquier otro tipo de representaciones existentes.²²

²² Al respecto de este último punto, G. Contessa declara: “De hecho, creo que simplemente deberíamos abstenernos de hablar de la representación “científica” por completo, a menos que podamos identificar cualquier diferencia esencial entre la representación “científica” y otra representación epistémica” (2007a: 58). Considero que esta posición resulta ser demasiado drástica e indeseable, pues no debería restringirse solo al tema de la representación, tampoco deberíamos hablar de: modelos científicos, método científico, hipótesis científicas, a menos que podamos encontrar diferencias esenciales entre estas y otros tipos de modelos, métodos e hipótesis, por considerar algunos casos.

CAPÍTULO 3

REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA Y ALGUNOS OTROS MODOS DE REPRESENTAR

La distinción entre representaciones denotativas simples y representaciones que vinculan la predicación deja entrever que una de las dificultades que enfrenta un análisis del concepto ‘representación’ es que este, o sus diferentes conjugaciones, refiere a cuestiones con características muy distintas. Lo que me propongo en este capítulo es, sin el deseo de concluir el tema, diferenciar algunos tipos de representación. Esto resultará útil para: a) comprender mejor el tipo de representación efectuada a través de los modelos científicos, presentando ejemplos históricos que fundamenten mejor la idea de que los modelos científicos representan permitiéndonos ganar información en torno al objeto representado; b) distinguir entre dos tipos de representaciones informativas; y c) introducir la noción de representación epistémica y caracterizar los modelos científicos como dispositivos representacionales epistémicos del comportamiento de un sistema.

3.1 Denotación, representación informativa y representación epistémica

Cada uno de los miembros del siguiente conjunto de enunciados, en los que se emplea el concepto ‘representación’, se caracteriza por presentar un uso de este que se adecua a la definición clásica de Peirce, a saber: “Un signo o representación (A) es algo que se encuentra para alguien (C) por algo más (B) en algún aspecto o capacidad” (Véase Peirce 1960: 228).



Figura 5. Logo del MIO
Disponble en <http://www.mio.com.co/>

- (I) Un abogado representa a su cliente.
- (II) El logo  representa el sistema de transporte denominado Masivo Integrado de Occidente (en adelante MIO).
- (III) El modelo atómico Rutherford representa la estructura interna del átomo.
- (IV) El modelo de un cuerpo en caída libre representa la caída de un objeto únicamente bajo el influjo de la atracción gravitacional.
- (V) La foto de J. L Austin representa a J. L Austin.
- (VI) El enunciado ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ representa a un rinoceronte gris.
- (VII) Una muestra de tela representa el color y textura de la tela.²³

Por ejemplo, en la proposición (I) el abogado (A) se encuentra para el tribunal (C) por su cliente (B) en lo que respecta a su defensa; en la (V) la foto de J. L. Austin (A) se encuentra para los usuarios (C) por J. L. Austin (B) en lo que respecta a su apariencia; etc-. Sin embargo, si seguimos el consejo de C. Elgin, de “empezar a reglamentar limitando nuestra atención a los casos donde la representación es una cuestión de denotación.” (2009: 77), podemos advertir ciertas diferencias entre estos usos del término. Mientras no resulta claro sostener que cuando un abogado representa a su cliente, se está presuponiendo que el abogado (A) es empleado para denotar a su cliente (B) para el tribunal (C); resulta más claro expresar que cuando se emplea el modelo de un cuerpo en caída libre para representar la caída de un objeto, se está presuponiendo que el modelo de un cuerpo en caída libre (A) es empleado para denotar la caída de ese objeto (B) por un usuario (C), posiblemente un estudiante. De modo que, podemos sostener que hay casos en los que lo que figura como el vehículo representacional no resulta claro si denota al objetivo representacional, tales como el planteado a través del enunciado (I) o el siguiente: el

²³ Sumo este enunciado aquí, porque exhibe un uso del término ‘representación’ que se adecua a la definición de Peirce, sin embargo, este uso será analizado en el capítulo 6, apartado 6.4, de esta tesis.



Figura 6. Foto de John L. Austin
 Disponible en <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/austin.htm>

modelo de ADN de Crick y Watson representa un gran logro de la ciencia biológica del siglo XX.

A fin de captar esta diferencia, podemos proponer la siguiente caracterización para aquellos casos en los que la representación implica la denotación:

A es una representación denotativa de B, si y solo si A es empleado para denotar por alguien C algún aspecto de B.

Dado que el uso que se hace de la noción representación en los enunciados (II), (III), (IV), (V) y (VI) satisface la definición propuesta, podemos sostener que tales enunciados refieren a representaciones denotativas.²⁴

²⁴ Es conviene efectuar las siguientes dos aclaraciones. Primera aclaración, aunque las reflexiones en torno a la noción ‘denotación’ se han centrado especialmente en la referencia que se establece a través de nombres propios, la denotación no se limita a estos últimos. Veamos esto a partir de ciertos usos estándar. Desde un punto de vista lógico se distinguen como términos singulares aquellos que denotan objetos o individuos singulares. En esta categoría están incluidos: los nombres propios, como ‘Lewis’; pronombres singulares, como ‘él’, pronombres demostrativos singulares, como ‘este’ y descripciones definidas singulares, como ‘El autor de *Alicia en el País de las Maravillas*’. Vía su denotación, también es posible distinguir lógicamente términos que sirven para referir a conjuntos de individuos que comparten una propiedad, por ejemplo, los nombres propios, como ‘escritor’. También es posible advertir que ciertos enunciados denotan estados de cosas, tales como ‘la Luna orbita alrededor de la Tierra’. Segunda aclaración, aunque en sus usos estándar la noción ‘denotación’ se ha focalizado en la referencia de ciertas entidades lingüísticas, es completamente lícito extender su uso a signos no lingüísticos. Por ejemplo, estableciendo que un par de linternas colgadas denotan que los británicos vienen por mar. Esta extensión del uso de la noción ‘denotación’ a entidades no lingüísticas es realizada por autores como N. Goodman (1976) y C. Elgin (1983). Hechas estas aclaraciones, es necesario precisar que aquí sigo esta última orientación, de tal modo que cuando exprese que: “A denota, para alguien C, algún aspecto de B”, la primera variable de la fórmula no necesita ser una entidad lingüística.

No obstante, aunque dichos enunciados tengan en común referir a representaciones denotativas, podemos plantear criterios de distinción entre dichas representaciones a partir de la información que proveen en torno al objeto representado. Veamos esto a partir de los *representans* que se encuentran en las figuras 5 y 6.

Cuestionemos respecto de la figura 5, ¿qué información podemos obtener sobre el sistema de transporte denominado Masivo Integrado de Occidente a través del logo del MIO que lo representa? Dado que la representación de la figura 5 no tiene predicación, tenemos que no hay ninguna información que a través de esta obtengamos sobre su *representandum*. En este punto es importante reconocer que, si bien habrá alguna idea que se pretenda transmitir sobre el *representandum* a través del logo, tal como: ‘es agradable’, este no es un predicado cuya verdad se fije de manera objetiva sino uno cuya verdad depende de las actitudes y puntos de vista de los intérpretes, es un predicado cuya verdad se fija de manera subjetiva. En torno a la figura 6, tenemos que si nos cuestionamos: ¿qué información podemos obtener sobre el filósofo J. L. Austin a través de la foto de J. L. Austin que lo representa? podemos decir que dicha foto nos informa que este: sufría de calvicie, era delgado, de tez clara, etc., y que esta información nos transmite ciertos predicados sobre el *representandum* cuya verdad se puede fijar de manera objetiva, en el sentido de que su predicación sobre este se puede contrastar como una cuestión de hecho. Tenemos entonces que a diferencia de la representación referida a través del enunciado (II) que meramente denota un referente, la representación referida en el enunciado (V) además de denotar un referente nos predica algo sobre este, en otros términos, un contenido que se le atribuye a su *representandum*.²⁵

A fin de desarrollar mejor nuestra distinción entre representaciones meramente denotativas y representaciones denotativas con predicación conviene efectuar tres observaciones. Primero, nuestra distinción entre predicados cuya verdad se puede fijar de manera objetiva y predicados cuya verdad se fija de manera subjetiva, solo es una paráfrasis de la distinción de Searle entre juicios epistémicos subjetivos y juicios epistémicos objetivos. De acuerdo a Searle:

Epistémicamente hablando, “objetivo” y “subjetivo” son principalmente predicados de juicios. A menudo hablamos de juicios como “subjetivos” cuando queremos expresar que su verdad o falsedad no puede fijarse “objetivamente”, porque la verdad o falsedad no es simplemente una

²⁵ Conviene precisar que, aunque la noción ‘predicación’ suele restringirse a las entidades lingüísticas, aquí no limito el uso de esta noción a ese tipo de entidades.

cuestión de hecho, sino que depende de ciertas aptitudes, sentimientos y puntos de vista de los creadores y oyentes del juicio. Un ejemplo de tal tipo de juicios podría ser: “Rembrand es mejor artista que Rubens”. En este sentido de “subjetivo”, contrastamos tales juicios subjetivos con juicios objetivos, tales como el juicio: “Rembrand vivió en Amsterdam en el transcurso del año 1632”. En el caso de los juicios objetivos, los hechos en el mundo que hacen estos verdaderos o falsos son independientes de las actitudes o sentimientos que cualquiera puede tener sobre ellos. (1995: 8).

Para nuestros propósitos, el predicado “es agradable”, con respecto a la idea que quiere transmitir el logo del MIO sobre su *denotatum*, es solo un constituyente del juicio: “el sistema de transporte Masivo Integrado de Occidente es agradable” y, de acuerdo con Searle, este es epistémicamente subjetivo en la medida que su verdad o falsedad depende de ciertas aptitudes, sentimientos y puntos de vista de los creadores y oyentes del juicio. Por otro lado, el predicado “sufría de calvicie” con respecto a la idea que transmite la foto sobre su *denotatum*, es solo un constituyente del juicio “J. L. Austin sufría de calvicie” y, de acuerdo a Searle, este es epistémicamente objetivo en la medida que los hechos en el mundo que hacen estos verdaderos o falsos son independientes de las actitudes o sentimientos que cualquiera puede tener sobre ellos. Es un juicio objetivo en el sentido que puede ser evaluado públicamente por algún procedimiento objetivo.

Segundo, el que una representación sea denotativa con contenido, es decir, que ofrezca una predicación sobre su *representandum* que sea epistémicamente objetiva, no implica que dicha información sea verdadera, puesto que de una información falsa también se puede evaluar objetivamente su falsedad. Por ejemplo, la representación que a través del modelo ptolemaico se efectúa de nuestro sistema solar nos predica de una tierra estacionaria en el centro del universo, esta información fue evaluada objetivamente por Galileo usando el telescopio para observar los cielos y con ello encontró datos observacionales que el modelo ptolemaico no podía explicar, tales como las lunas que giraban alrededor de Júpiter. Las observaciones efectuadas por Galileo a través del telescopio constituyen un procedimiento de evaluación objetivo mediante el que se determinó la falsedad de cierta información.

Tercera observación, las dos precisiones anteriores demandan distinguir qué es aquello en la representación que constituye su predicación y qué no, en tanto que, citando a N. Goodman: “Lo que [el ojo] recibe y construye no lo ve al desnudo, como elementos sin atributos, sino como cosas, como comida, como gente, como enemigos, como estrellas, como armas. Nada se ve

desnudo ni desnudamente” (1967: 8, lo del paréntesis es mío). La cuestión es que no estamos posibilitados a desarrollar *representans* como cosas sin atributos, sino *como* teniendo ciertas propiedades, de modo que toda representación tiene, en cierto sentido, un contenido. En efecto, respecto del logo del MIO podemos decir que este: tiene color rojo, es construido con letras del alfabeto, se conforma de cinco partes, etc. En consecuencia, es legítimo expresar que dichas propiedades hacen parte del contenido del logo, en la medida en que todas ellas pueden ser predicadas respecto de este. La existencia de dicho contenido en las representaciones meramente denotativas, en principio, puede parecer problemática, en la medida en que las características que atribuimos al logo no parecen distintas del tipo de contenido que presenta la foto de J. L. Austin, puesto que las características que le atribuimos al personaje denotado por la foto son características que, en cierta forma, le atribuimos a la foto, tales como: tener un personaje que sufre calvicie, delgado, de tez clara, etc. Sin embargo, es fácil eludir tal problema en torno al contenido en las representaciones meramente denotativas distinguiendo entre las expresiones: *representado por* y *representado como*. Repárese que aunque el logo  instancia los predicados: tener color rojo, ser construido con letras del alfabeto, conformarse de cinco partes, etc., no consideramos que este representa al MIO *como* algo que posee color rojo, *como* algo conformado por cinco partes, etc., sino que el MIO es *representado por* algo que posee, entre otras, las propiedades referidas. Por el contrario, en el caso de la foto, decimos que J. L. Austin es *representado como* un personaje que sufría calvicie, que era delgado, de tez clara, etc. Debemos entonces distinguir en el *representans* aquellos aspectos que aluden al mismo y aquellos aspectos en los que por medio de un *representans* pretendemos predicar sobre el *representandum*, y considerar como representaciones denotativas con contenido solo las del último tipo. De modo que, una representación denotativa con contenido es aquella cuyo contenido se atribuye al *representandum*, lo que también implica que la diferencia entre las locuciones ‘representado por’ y ‘representado como’, se funda en que en la última hay atribución del *representans* al *representandum*.

Un corolario evidente que surge de la diferencia entre las representaciones denotativas simples y las representaciones denotativas con contenido, es que estas últimas, al tener atribución, permiten entrever con mayor precisión aquellos aspectos del *representandum* que son representados mediante el *representans*. Repárese que mientras no resulta claro cuáles son los aspectos del MIO que representa el logo, resulta natural considerar que la foto de J. L. Austin representa su apariencia física y no, por ejemplo, su personalidad.

Nuestro ejemplo en torno a las representaciones denotativas con contenido, la foto de J. L. Austin, podría llevar a considerar que un vehículo es una representación denotativa con contenido de un objetivo, si y solo si el vehículo comparte algunas propiedades con el objetivo, sin embargo, no es ese el caso. Primero, adviértase que en el enunciado (VI) se alude a una representación denotativa con contenido (pues esta tiene como *representandum* a un rinoceronte, nos predica que este es gris y lo que nos predica de dicho animal es una información que se puede fijar de manera objetiva) y, no obstante, no tenemos ninguna propiedad importante que el enunciado comparta con su *representandum* y sea el fundamento para considerar al enunciado ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ una representación denotativa con contenido. Ya Nelson Goodman, en su texto *Languages of Art* (1976), en su análisis en torno a las pinturas, compara estas con enunciados, en tanto: describen un tema (referente) de determinada forma (predicado). Segundo, si el que un vehículo sea una representación denotativa con contenido de un objetivo no implica que la información que el vehículo ofrece sobre el objetivo sea correcta, no resulta claro por qué el vehículo debe compartir alguna propiedad con el objetivo para ser considerada una representación denotativa con contenido de este último. Lo que nos presenta esa posible consideración es solo una secuela de la denominada *teoría de la representación como copia*, a saber, siguiendo a Goodman, la secuela de pensar que: “*A* representa *B* si y solo si *A* es apreciablemente semejante a *B*”, o “*A* representa *B* en el grado que *A* se asemeja a *B*” (1976: 3). Por lo pronto, no conviene afanarse con algún tipo de explicación respecto a la representación denotativa con contenido, pues el objetivo de este capítulo es exponer ciertos tipos de representación y ello no implica una explicación respecto del cómo se dan los mismos. Más adelante tendremos la posibilidad de evaluar y efectuar propuestas explicativas.

Propongo la siguiente definición para las representaciones denotativas con contenido:

A es una representación denotativa con contenido de B, si y solo si A es algo que denota, para alguien C, algún aspecto (o aspectos) de B predicándolo como D.

En esta fórmula A es el *representans*, B es el *representandum*, C un intérprete y D el contenido representacional de A sobre B, y, de acuerdo a ella, tenemos que dado que el uso que se hace de la noción representación en los enunciados (III), (IV), (V) y (VI) la satisface, tales enunciados refieren representaciones denotativas con contenido.

No obstante, es posible encontrar criterios para distinguir entre ciertos tipos de representaciones denotativas con contenido. Sin embargo, antes de emprender dicha tarea es pertinente efectuar algunos reconocimientos.

Chris Swoyer, en un artículo titulado *Structural representation and surrogative reasoning* (1991) introdujo la etiqueta ‘representación estructural’ para denotar un tipo de representación que “nos permite razonar directamente sobre una representación con el propósito de sacar conclusiones sobre las cosas que representa” (1991: 449), y presentó ejemplos de tal tipo de representaciones:

La representación estructural nos permite razonar directamente sobre una representación para sacar conclusiones sobre las cosas que representa. Al examinar el comportamiento de un modelo a escala de una aeronave en un túnel de viento, podemos sacar conclusiones acerca de la respuesta de un ala de un nuevo diseño a la cizalladura del viento, en lugar de probarlo en un Boeing 747 sobre Denver. Al usar los números para representar las longitudes de los objetos físicos, podemos representar los hechos sobre los objetos numéricamente, realizar cálculos de varios tipos y luego traducir los resultados a una conclusión sobre los objetos originales (*Ibid.*).

Para referir el tipo de inferencias que se llevan a cabo mediante dichas representaciones, Swoyer también introdujo el rotulo ‘razonamiento subrogatorio’, en sus palabras: “En tales casos, utilizamos un tipo de cosa como sustituto en nuestra forma de pensar acerca de otra, por lo que llamaré a esto un razonamiento subrogatorio” (*Ibid.*). Al introducir estas etiquetas, Swoyer también se vio en la necesidad de diferenciar ciertos tipos de representaciones, específicamente dos, las que permiten el razonamiento subrogatorio y las que no.

Con el propósito de ir precisando nuestra terminología, por lo pronto, recojo la caracterización de la noción *razonamiento subrogatorio* que provee Contessa:

Si v y t son dos objetos distintos, una *inferencia subrogatoria* de v a t es una inferencia cuya única premisa es una proposición sobre v y cuya conclusión es una proposición sobre t . (2013: 9).

Esta caracterización, donde v refiere al vehículo de la representación y t al objetivo de la representación, tiene la virtud de recoger satisfactoriamente la forma en que hoy por hoy se viene presentando esta noción en los discursos filosóficos en torno al tema de la representación científica (véase Bolinska 2013: 219, Elay Shech 2014, la misma caracterización de Swoyer arriba, etc.), y será suficiente para las distinciones que aquí plantearé en el grado mismo en que las

plantearé. Sin embargo, más adelante (capítulo 6, apartado 6.7) propondré una caracterización más clara de la noción razonamiento subrogatorio que la que aquí recojo de Contessa.

A diferencia de la aprobación que ha tenido en la literatura el rótulo ‘razonamiento subrogatorio’ (véase M. Suárez 2003; G. Contessa 2007a, 2007b, 2013; A. Bolinska 2013: 219; E. Shech 2014; R. Frigg y J. Nguyen 2017 y 2020; entre otros), la etiqueta ‘representación estructural’ no ha contado con la misma anuencia, ciertamente porque presupone una explicación en torno al cómo son posibles dicho tipo de representaciones, a saber, relaciones estructurales entre el vehículo y el objetivo, y como tendremos la oportunidad de analizar más adelante (capítulo 4), las propuestas que plantean las relaciones estructurales como la explicación del tipo de representaciones que permiten el razonamiento subrogatorio han sido objeto de múltiples críticas.

Mejor suerte literaria ha tenido la etiqueta introducida por G. Contessa (2007a y 2007b), a saber: ‘representación epistémica’ (véase A. Bolinska 2013: 219, E. Shech 2014, R. Frigg y J. Nguyen 2020, entre otros), la cual es definida por su autor en los siguientes términos:

Un vehículo es una representación epistémica de un cierto objetivo para un cierto usuario si y solo si el usuario es capaz de realizar inferencias subrogatorias válidas (aunque no necesariamente sólidas) del vehículo al objetivo. Llamaré *razonamiento subrogatorio válido* a esta condición necesaria y suficiente para la representación epistémica (Contessa, 2007b: 52-53).²⁶

Las definiciones de Contessa, tanto la de ‘razonamiento subrogatorio’ como la de ‘representación epistémica’, nos resultan útiles para distinguir entre las representaciones denotativas con contenido que podemos calificar como representaciones epistémicas y aquellas que no podemos calificar de este modo. Para evidenciar esto, examinemos la figura 7, en la cual se presenta un segmento del *representans* al que se alude en el enunciado (IV).

Reflexionando sobre este medio representacional, un usuario (quizás un turista) podría efectuar ciertas inferencias al respecto del cómo moverse entre ciertas estaciones de la ciudad antes de llevar a cabo dicha acción. Por ejemplo, reflexionando sobre las etiquetas, los puntos y líneas del mapa podría inferir que si se encuentra en la estación Paso del Comercio y desea ir a la estación

²⁶ A fin de evitar malos entendidos conviene aclarar lo siguiente. La definición que Contessa provee al respecto de lo que es una representación epistémica no es una definición teórica, lexicológica, aclaratoria o persuasiva, sino que es una definición estipulativa. Contessa introduce la expresión “representación epistémica” y le asigna como referente cierto tipo de representaciones que se caracterizan por permitir el razonamiento subrogatorio.

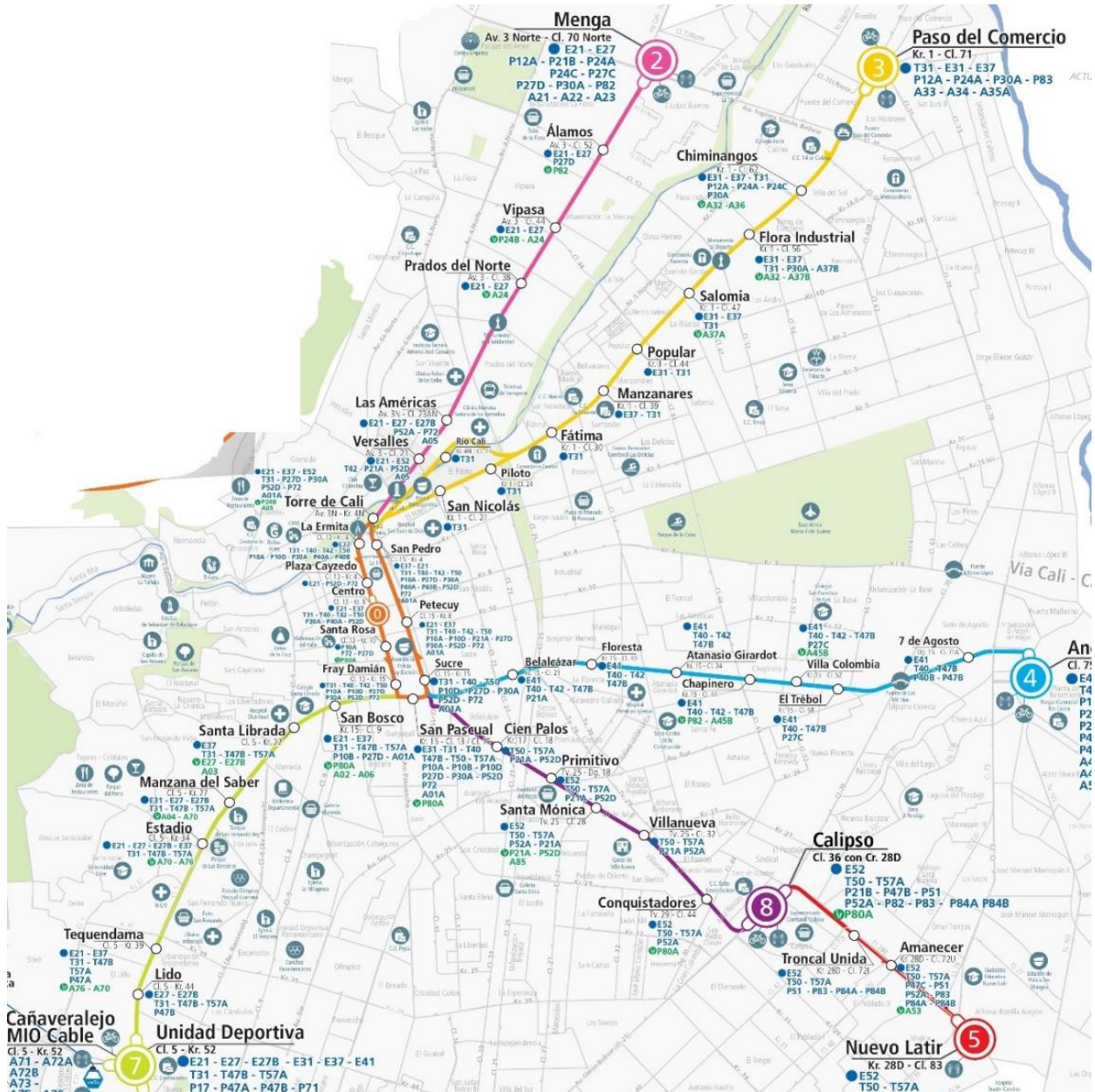


Figura 7. Fragmento de Mapa del MIO
 Disponible en <http://www.mio.com.co/images/stories/rutas%20pdf/rutas2016/pdf/mapageneral.pdf>

Atanasio Girardot, puede tomar la ruta T31 hacia el sur de la ciudad, bajarse en la estación San Bosco y allí abordar la ruta T47B hacia el oriente de la ciudad, la cual lo llevará a su destino. Este razonamiento no se ha llevado a cabo directamente sobre las estaciones y rutas del MIO, sino sobre líneas, círculos y etiquetas que hacen parte del mapa (*representans*), el cual es una entidad bidimensional distinta del sistema de transporte MIO (*representandum*), aunque los razonamientos logrados son conclusiones que se adjudican al último. Es decir, se infiere una proposición sobre

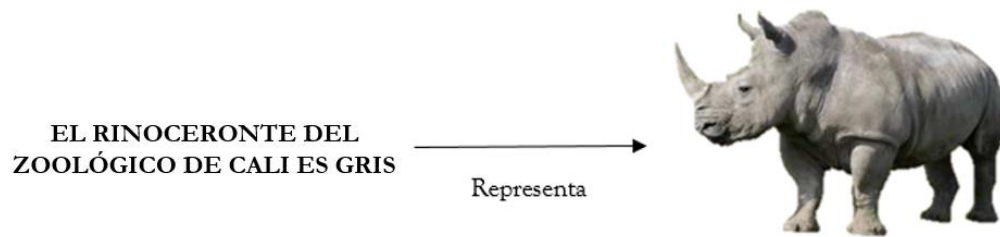


Figura 8. Representación informativa lingüística

el vehículo que se transfiere al objetivo. Desde luego, para tal fin el usuario se vale de cierta experticia, tal como: conocer la simbología empleada en el mapa, qué representa una estación, una avenida, cuál es la escala del mapa, etc.; saber que la parte de arriba del mapa se corresponde con el norte de la ciudad, que la de abajo corresponde al sur, etc.

El caso anterior nos permite distinguir como mínimo dos acciones: a) el razonamiento que se lleva a cabo sobre ciertos elementos del vehículo y b) la inferencia lograda en el vehículo que se atribuye al objetivo. Para nuestros intereses, tenemos que no toda representación denotativa con predicación nos permite distinguir estas dos acciones. Aun a riesgo de caer en redundancias, ejemplifiquemos este punto a través de la figura 8. El enunciado ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ es una representación denotativa con contenido de cierto rinoceronte gris, esto en tanto el enunciado denota para alguien (por ejemplo, el lector), al rinoceronte y predica de él que es gris (lo presenta como gris). Sin embargo, a diferencia del mapa de la figura 7, el *representans* ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ no demanda del usuario que lleve a cabo algún tipo de razonamiento sobre sus características con el propósito de sacar conclusiones sobre el rinoceronte. De lo anterior, podemos concluir que el uso que se hace de la noción representación en los enunciados (III) y (IV), a diferencia de la representación denotativa con contenido usada en el enunciado (VI), posibilita el razonamiento subrogatorio y en tanto refieren a representaciones epistémicas.

Profundicemos más en esta diferencia entre representaciones denotativas con contenido que posibilitan el razonamiento subrogatorio y aquellas que no, examinando la insuficiencia de otra definición de la noción ‘representación epistémica’ que se debe a A. Bolinska, de acuerdo a la

cual: “Un vehículo es una representación epistémica de un sistema objetivo dado si, y solo si, es una herramienta para ganar información sobre este sistema” (2013: 221).

Bolinska sostiene que su definición es preferible a la de G. Contessa, puesto que:

... si bien nuestras definiciones son compatibles entre sí, la mía tiene el beneficio adicional de capturar también la motivación para escoger esta clase de representación, en lugar de cualquier otra clase, en contraste con la definición basada en el razonamiento subrogatorio, que no dice nada sobre esta cuestión (2013: 221).

Además, en la misma línea argumentativa sostiene que:

El razonamiento subrogatorio está involucrado en la representación epistémica, pero solo como un medio para el fin de ganar información sobre el sistema objetivo. Este fin captura mejor la esencia de la representación epistémica, dado que más que solo indicar qué sucede una vez una escogencia del vehículo ha sido hecha, ilumina la razón para usar esta clase de representación en lugar de cualquier otra (*Ibid.*: 223).

Aunque concuerdo con la idea de que el objetivo de la representación epistémica es transmitir información en torno al objetivo representado, a tal punto que he categorizado este tipo de representaciones como un tipo de representación denotativa con contenido y he venido planteando que este tipo de representaciones al predicar sobre su *denotatum* transmiten información sobre el mismo, en contra de la definición de Bolinska tengo que no permite distinguir claramente los dos tipos de representaciones denotativas con contenido que hasta el momento he referido, a saber: las que permiten el razonamiento subrogatorio y las que no. En la figura 8 tenemos la expresión ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ y esta es informativa respecto del color del rinoceronte que se encuentra a su mano derecha, de modo que de acuerdo a la definición de Bolinska, tendríamos que: la expresión ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ es una representación epistémica de un rinoceronte de color gris, puesto que es una herramienta para ganar información respecto de dicho objetivo. Sin embargo, como hemos argumentado, a diferencia del mapa de la figura 7 no es claro cómo el vehículo ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ nos permite razonando sobre sus características sacar conclusiones sobre cierto rinoceronte gris ¿de qué forma razonando sobre ese conjunto de

palabras podemos sacar conclusiones semejantes a las que se pueden efectuar razonando sobre el mapa del MIO o sobre el modelo de un cuerpo en caída libre?²⁷

Lo que nos dejan entrever estos casos, aunque de forma muy lacónica, es que en las representaciones que permiten el razonamiento subrogatorio los usuarios parecen emplear propiedades que poseen los *representans* y transferir estas al *representandum* -por ejemplo, en el mapa de la figura 7 la conexión entre determinados círculos y líneas es atribuida a determinadas calles y estaciones-, mientras en las representaciones denotativas con contenido que no permiten el razonamiento subrogatorio, el usuario no emplea propiedades que poseen los *representans* para atribuirles a los *representandum*, tal que, por ejemplo, no hay alguna propiedad en el *representans* ‘El rinoceronte del Zoológico de Cali es gris’ que el usuario transfiera a un rinoceronte gris. Por esta razón, la definición de Bolinska, en contra de lo que ella misma sostiene, no es compatible con la definición de Contessa, puesto que no diferencia entre las representaciones denotativas con contenido que permiten el razonamiento subrogatorio y aquellas que no, sino que simplemente precisa un rasgo distintivo del total de las representaciones denotativas con contenido.

Dado que la definición de Bolinska subsume al total de las representaciones denotativas con contenido, resulta tentador definir estas últimas del siguiente modo: *un vehículo es una representación denotativa con contenido de un sistema si, y solo si, es una herramienta para ganar información sobre ese sistema*, sin embargo, esta definición es inadecuada. Pues, si un vehículo es una representación informativa si, y solo si, es una herramienta para ganar información sobre el sistema representado, tenemos que el criterio de distinción para las representaciones informativas está en que tienen tanto *referencia* como *atribución*, y en tanto la denotación es solo un modo de referir, es posible distinguir representaciones informativas que no pueden ser calificadas como representaciones denotativas con contenido. Esto será argumentado más adelante (capítulo 6, apartado 6.4). Lo que sí debe asumirse es la siguiente condición: *si un vehículo es una representación denotativa con contenido de un sistema, es una herramienta para ganar información sobre este sistema*.

La existencia de diferentes tipos de representaciones informativas no solo: 1) muestra la insuficiencia de la definición de Bolinska para capturar el rasgo distintivo de las representaciones epistémicas, a saber, el razonamiento subrogatorio, sino que también 2) sugiere que si hay distintos medios representacionales para obtener información sobre distintos sistemas objetivos,

²⁷ Recuérdese el razonamiento desarrollado en el capítulo anterior, en el que razonando sobre dicho modelo se obtiene una distancia recorrida por una partícula y luego esta se interpreta como la altura de una colina.

algunas representaciones informativas son preferibles (en ciertos contextos) sobre otras, en tanto permiten el razonamiento subrogatorio. De modo que: la esencia de la representación epistémica no está simplemente en ganar información sobre el sistema objetivo, sino en ganar cierto tipo de información que se caracteriza por ser obtenida mediante el razonamiento subrogatorio.

A fin de capturar los distintos puntos expuestos hasta el momento, propongo la siguiente definición de la noción ‘representación epistémica’:

Un vehículo es una representación epistémica de un sistema objetivo para un cierto usuario si, y solo si, es una representación informativa que le permite al usuario realizar inferencias subrogatorias del vehículo al objetivo, con el propósito de obtener juicios epistémicos objetivos y válidos (aunque no necesariamente verdaderos) sobre el sistema objetivo.

Si bien esta definición es equivalente a la de Contessa, tiene sobre ella la ventaja de dejar explícito que: a) lo que se busca con este tipo de representaciones es ganar información sobre el sistema objetivo; b) precisar que lo que nos motiva a escoger este tipo de representaciones informativas es que permiten el razonamiento subrogatorio; y c) dejar claro que nuestro interés al emplear el razonamiento subrogatorio es obtener inferencias cuya verdad se pueda contrastar como una cuestión de hecho. No obstante, creo que esta definición tiene la desventaja de ser más aparatosa que la de Contessa, por ello, daré por sentadas las tres ventajas que he señalado y emplearé la caracterización de Contessa.

Aunque el rasgo distintivo de las representaciones epistémicas es su posibilidad de permitir el razonamiento subrogatorio y, hasta el momento, este pareciera posibilitarse porque el usuario atribuye al *representandum* propiedades que el *representans* posee²⁸, ello no debe llevarnos a sostener, apresuradamente, que en las representaciones epistémicas sí aplica la teoría de la representación como copia, tal que se sostenga que un vehículo es una representación epistémica de un objetivo, si y solo si el vehículo es semejante al objetivo, esto porque: primero, una representación epistémica puede (empleando la terminología de Contessa) proveer inferencias subrogatorias válidas, aunque no necesariamente sólidas sobre su objetivo -es decir, razonamientos correctos

²⁸ Muchas de las ideas que aquí sugiero se encuentran inmersas en las propuestas explicativas en torno a la representación científica que desarrollan Elgin (2009 y 2010) y Frigg y Nguyen (2016, 2017a y 2017b), las cuales consideran la representación científica como una representación-como, orientándose por el examen de Goodman a propósito de la noción ‘representación-como’. La propuesta que presento en esta tesis se inscribe en dicho tipo de propuestas. Dado que más adelante analizaré las mismas, no profundizo aquí en las ideas sugeridas, sino que pospondré dicha tarea para cuando efectúe dicho análisis (capítulo 6, apartados 6.2 y 6.3).

en el *representans* que resultan ser información falsa en el *representandum*, volveré sobre esto en el siguiente acápite-, y en este sentido no resulta claro por qué el vehículo debe compartir alguna propiedad con el objetivo para ser considerada una representación epistémica. Segundo, porque siempre hay un conjunto de propiedades en las representaciones epistémicas que no son atribuibles al *representandum* -por ejemplo, el modelo de un péndulo simple se emplea para representar diversos sistemas reales, un columpio, el badajo de una campana, etc., pero, a diferencia de estos sistemas, tiene una partícula suspendida en un hilo que se mueve sin que algún fluido ejerza resistencia sobre ella-, y no por ello, estamos dispuestos a considerar estas representaciones epistémicas como incorrectas. Tercero, porque siempre hay un conjunto de propiedades en el *representandum* de los que el *representans* no predica, no es posible (ni deseable) representar algo con todas sus propiedades en plenitud. Por ejemplo, el modelo de caída libre no representa la roca que cae como un complejo de átomos, un sólido, etc., el mapa del MIO no representa al MIO como un complejo de relaciones personales, económicas, culturales, etc. Conviene advertir que estas dos últimas observaciones son también una dificultad que debe afrontar el (hasta ahora) aparente criterio de que en la representación epistémica el usuario atribuye al *representandum* propiedades que el *representans* posee, puesto que si siempre hay un conjunto de propiedades del *representans* que no son atribuibles al *representandum* y un conjunto de propiedades en el *representandum* de los que el *representans* no predica ¿cómo se da la atribución en este tipo de representaciones? Emplearé la expresión ‘restricción de perspectiva de la representación epistémica’ para referir las dos últimas observaciones y en la medida que estas son constantes en cualquier representación epistémica, la restricción de perspectiva, tanto en el vehículo como en el objetivo, se constituye en un requisito que debe cumplir una propuesta satisfactoria de la representación científica.

Aunque hasta ahora nuestro análisis nos sugiere que los modelos científicos, al igual que los mapas, son representaciones epistémicas, aún es posible precisar ciertos criterios más respecto del tipo de representaciones epistémicas que son los modelos. Veamos cómo esto es posible.

Contessa sostiene que, dada su definición de lo que es una representación epistémica, los retratos y las fotos también hacen parte de este tipo de representaciones, dice:

Los retratos, fotografías, mapas, gráficos y una gran cantidad de otros dispositivos representacionales usualmente permiten a sus usuarios realizar inferencias (válidas) a sus objetivos y, como tal, de acuerdo a la caracterización anterior, ellos podrían ser considerados

representaciones epistémicas de sus objetivos (para nosotros). Por ejemplo, de acuerdo a esa caracterización, si somos capaces de realizar inferencias (válidas) de un retrato a su sujeto (como usualmente parece que lo hacemos), entonces el retrato es una representación epistémica de su sujeto (para nosotros)” (2007: 54).

Sin embargo, ciertas representaciones epistémicas, como el mapa del MIO o el modelo de un cuerpo en caída libre, no solo nos brindan información instantánea (a modo de una imagen), de su *representandum*, sino que dan un relato respecto del comportamiento de este. En el capítulo anterior, hemos razonado en torno a la evolución de un sistema, en el que una partícula, desde un estado previo en el que se encontraba en un tiempo t_1 con una velocidad inicial igual a 0, cambia a un estado posterior en el que se encuentra en un tiempo t_2 con una velocidad v , tal que $v \neq 0$. Para el caso del modelo de gases ideales, tenemos una representación epistémica que nos define cómo coexisten simultáneamente los valores de la presión, el volumen y la temperatura. Este aspecto, nos permite distinguir entre ciertas representaciones epistémicas, aquellas que como la foto de la figura 6 simplemente nos dan información instantánea sobre ciertos aspectos de su *representandum* y aquellas que como los modelos científicos nos proveen información respecto del comportamiento de su *representandum*. Esta característica de dar información en torno al comportamiento de sus sistemas objetivos, es un elemento fundamental para explicar las inferencias predictivas y retrodictivas de las representaciones a través de modelos científicos.

Con el propósito de establecer esta diferencia propongo la siguiente definición, un tanto tautológica:

Un vehículo es una representación epistémica del comportamiento de un cierto objetivo para un cierto usuario si y solo si el usuario es capaz de realizar inferencias subrogatorias válidas (aunque no necesariamente sólidas) desde el vehículo representacional al objetivo sobre el comportamiento del último.

Dado que la foto de la figura 6 no nos permite efectuar inferencias respecto del comportamiento de su objetivo, no es una representación epistémica del comportamiento de un sistema, y en esto se diferencia de la representación epistémica realizada, por ejemplo, a través del modelo de un cuerpo en caída libre, en el que es posible calcular la distancia recorrida desde un momento dado a otro momento distinto; o, la efectuada a través del mapa de la figura 7, en el que un usuario reflexiona desde un estado inicial, estación en la que se encuentra, a un estado posiblemente posterior, estación a la que aspira llegar.

Por lo pronto, la conclusión a la que llegamos es que los modelos científicos, al igual que los mapas, no son representaciones meramente denotativas, no son simplemente representaciones informativas, no son cualquier tipo de representaciones epistémicas, sino que son representaciones epistémicas que dan cuenta del comportamiento de un sistema. Posiblemente, esta es la razón por la que resulta seductora la asimilación que han efectuado autores como Toulmin (1953) y Giere (1999) al comparar las teorías científicas (o modelos teóricos) con mapas y no, por ejemplo, con un logo, un nombre, un enunciado o una simple foto.

3.2 Representación epistémica: validez y solidez

Mi interés en este apartado es distinguir dos aspectos de las representaciones epistémicas, a saber: su validez y su solidez. Para tal fin, desarrollaré mi exposición a partir de un análisis de los modelos atómicos de J.J. Thomson y E. Rutherford, destacando ciertas inferencias que aunque válidas, a luz de lo que plantean dichos modelos, resultan ser falsas con respecto a lo que nos dicen sobre el *representans*. Este análisis nos permitirá entrever dos tipos de representaciones epistémicas que se diferencian entre sí por el valor de verdad de sus inferencias. Sin embargo, antes de iniciar esta tarea, debo aclarar que mi interés en este punto no es reconstruir fielmente los experimentos y razonamientos efectuados por J.J. Thomson y E. Rutherford, no he acudido a textos históricos que me permitan efectuar una reconstrucción fiel en este aspecto. Enfatizo que, mi interés es mostrar la diferencia entre la validez y la solidez de las representaciones epistémicas, como dos aspectos que se deben tener en cuenta.²⁹

Entre 1803 y 1807, John Dalton propuso el denominado modelo atómico de Dalton, según el cual, toda la materia está compuesta por partículas indivisibles denominadas átomos; los átomos de un mismo elemento tienen idénticas masas y propiedades físicas; todos los compuestos son combinaciones de x átomos, donde $x \geq 2$; y todas las reacciones químicas implican reordenamiento de átomos. Dicho modelo permitió aclarar, entre otras cuestiones, tanto la ley de conservación de masa como la ley de las proporciones constantes, y se consideró que era una representación correcta de la estructura de los elementos durante casi un siglo. Un poco antes, en 1752, el científico y político Benjamin Franklin llevó a cabo su reconocido experimento de la

²⁹ Mi reflexión en este acápite se ha basado más bien en textos de introducción a la física y la química que cuenta con ciertas anécdotas históricas, tales son R. Dickerson, H. Gray y G. Haight (1974), Hewitt (2007) y Serway, R y J. Jewett (2008).



Figura 9. Tubos de rayos catódicos de J.J. Thomson
Exhibido en el Museo del laboratorio de Cavendish, University of Cambridge

cometa. Franklin ató una cometa de esqueleto metálico a un hilo de seda que en un extremo llevaba una llave de metal y la hizo volar en medio de una tormenta. El resultado del experimento fue que la llave resultó cargada de electricidad, lo que le llevó a postular que las nubes se encuentran cargadas de electricidad y que los relámpagos son una descarga eléctrica entre las nubes y el suelo, y que la electricidad no solo viaja entre objetos sólidos o líquidos, sino que también puede viajar a través de gases. El experimento de Franklin inspiró a otros científicos a construir dispositivos que generaran corrientes eléctricas a través de tubos de vidrio con gases a baja presión. Uno de los cuales fue William Crookes, quien en la década del 1870 sentó las bases del denominado Tubo de rayos catódicos.³⁰

En 1897, el físico inglés J.J. Thomson reformó el tubo de rayos catódicos con el propósito de estimar la masa de dichos rayos. Inició por calcular la velocidad de dichos rayos a través de un campo magnético y uno eléctrico. Para tal fin, hizo una perforación en el ánodo con el propósito de adelgazar el rayo, incluyó dentro del tubo dos placas con cargas eléctricas opuestas que servirían para generar un campo eléctrico, agregó en la parte exterior al tubo un electroimán que generaba un campo magnético con una dirección perpendicular a la del rayo adelgazado y una escala de medición que permitiera identificar el lugar de incidencia del rayo en el interior del tubo

³⁰ El tubo de rayos catódicos, básicamente, es un tubo de vidrio vacío que cuenta con dos electrodos en su interior. En el dispositivo, dichos electrodos se conectan a una fuente de voltaje (por ejemplo, una batería), de tal modo que uno queda cargado negativamente (cátodo) y otro positivamente (ánodo). Cuando el cátodo se calienta, unos rayos (corriente eléctrica) pasan en línea recta de este al ánodo produciendo una iluminación.

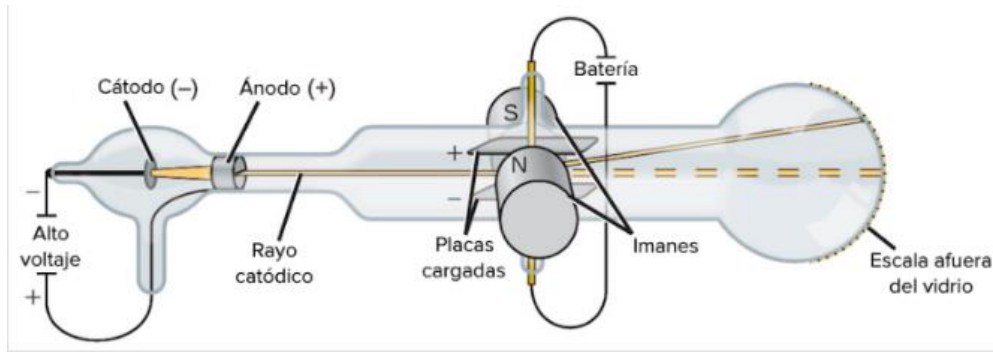


Figura 10. Tubo de rayos catódicos de J.J. Thomson ilustrado

Imagen tomada de Openstax, CC BY 4.0.

 Disponible en <https://es.khanacademy.org/science/chemistry/electronic-structure-of-atoms/history-of-atomic-structure/a/discovery-of-the-electron-and-nucleus>

en caso de que fuera desviado. Thomson encontró que: 1) con el campo eléctrico activado, el rayo adelgazado que pasaba por la ranura se desplazaba hacia la placa cargada positivamente, lo que le llevó a inferir que los rayos catódicos tenían carga negativa, puesto que eran atraídos por la placa positiva y repelidos por la negativa; 2) con el campo magnético activado, el rayo adelgazado sufría una fuerza que los hacía girar en sentido contrario, como corresponde al efecto de un campo magnético sobre una carga negativa en las condiciones del experimento; y 3) ajustando las intensidades de ambos campos (o manteniéndolos desactivados), el rayo conservaba su dirección original en línea recta.

Thomson sabía que: 1) la fuerza F_m ejercida por el campo magnético sobre cada partícula era el producto de tres variables: la intensidad del campo magnético B , la carga eléctrica de las partículas q y la velocidad de las mismas v , tal que: $F_m = Bqv$; y 2) la fuerza F_e ejercida por el campo eléctrico sobre cada partícula era el producto de las variables Eq , donde E es la intensidad del campo eléctrico, tal que $F_e = Eq$. Dado que ajustando las intensidades se cumplía la relación $Bqv = Eq$, simplificando y despejando, Thomson pudo precisar la velocidad de las partículas como $v = E/B$.

Dado que activando solo el campo magnético este ejercía una fuerza perpendicular sobre los rayos, Thomson consideró que estos deberían describir una trayectoria circular, de tal modo que se ejercía sobre ellos una fuerza centrípeta $F_c = mv^2/r$ y dado que, en este caso, las fuerzas magnéticas y centrípetas tenían el mismo efecto sobre las partículas se podía establecer la siguiente relación $Bqv = mv^2/r$, de la que se puede obtener la expresión $Bq = mv/r$. Ahora, puesto que las constantes que se querían determinar eran q y m , era posible reordenar la ecuación del

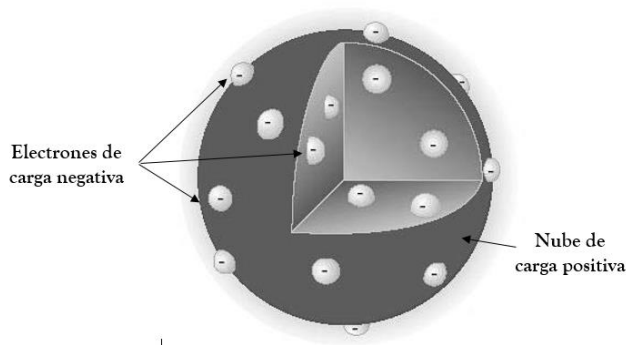


Figura 11. Modelo atómico de Thomson

siguiente modo $q/m = v/Br$, ecuación de la que Thomson ya había calculado el valor de v y tenía por medición directa de los valores de B y r .

El valor encontrado para q/m resultó ser muy inferior al valor del átomo más pequeño, el de hidrógeno, y estos resultados llevaron a Thomson a plantear que los rayos catódicos estaban compuestos de partículas subatómicas con carga negativa, que denominó electrones, las cuales eran mucho más livianas que el átomo y hacían parte de la estructura del mismo. Estas conclusiones refutaron el modelo de átomos indivisibles de Dalton. No obstante, Thomson sabía que los átomos tenían una carga total neutra, por lo que afirmó que estos tenían en su estructura una fuente de carga positiva que se equilibraba con la carga negativa de los electrones. En 1904, construyó una representación de la estructura del átomo, el modelo atómico de Thomson, según el cual: el átomo se compone por electrones de carga negativa cuya mutua repulsión los mantiene distribuidos uniformemente y suspendidos en una nube de carga positiva, de un modo similar al que se distribuyen las pasas en un pudín (ver figura 11). Por su descubrimiento del electrón a J.J. Thomson se le concedió el premio Nobel de física en 1906.

Pocos años después, Hans Geiger y Ernest Marsden, bajo la supervisión de Ernest Rutherford, realizaron entre 1908 y 1913 el experimento de la hoja de oro, con el que examinaban la dispersión de un haz de partículas α por hojas metálicas considerablemente delgadas. El dispositivo experimental empleó polonio radioactivo como fuente de las partículas α , este se colocó dentro de un bloque de plomo que tenía un pequeño orificio que permitía que las partículas salieran disparadas en línea recta hacia una lámina de oro de un espesor de 6×10^{-5} cm. Para determinar el lugar de choque de las partículas se colocó alrededor de la lámina metálica

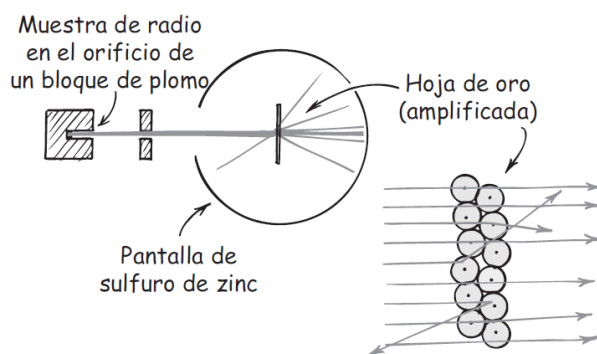


Figura 12. Dispositivo experimental de Rutherford de la desviación de las partículas α .
Tomado de Hewitt 2007: 621

una pantalla de sulfuro de zinc, lo que permitiría fijar los ángulos de desviación. Dado que las partículas α son mucho más masivas que los electrones, se infería, de acuerdo al modelo de Thomson, que las partículas atravesarían la lámina sin desviaciones o con desviaciones relativamente pequeñas, tal como debería ocurrir si la masa positiva estuviera distribuida por todo el átomo y los electrones estuviesen embebidos en dicha masa de manera uniforme. Sin embargo, los resultados del experimento fueron muy diferentes, citando unas reconocidas palabras de Rutherford:

En los primeros días, había observado la dispersión de las partículas α , y el Dr. Geiger la había examinado también detalladamente en mi laboratorio. Halló que la dispersión por láminas delgadas de metales pesados ordinariamente era pequeña, del orden de un grado. Un día me dijo Geiger, «¿No cree usted que el joven Marsden, a quien estoy adiestrando en los métodos radioactivos, debería comenzar una pequeña investigación?». Yo también había pensado en ella, por lo que dije: «¿Por qué no permitirle que observe si alguna partícula α se puede dispersar en un ángulo grande?». En confianza le puedo decir que no creía que esto pudiese ocurrir, dado que sabíamos que las partículas α eran partículas pesadas muy rápidas, ricas en energía, y se podría demostrar que, si la dispersión era debida al efecto acumulado de varias dispersiones pequeñas, la probabilidad de que una partícula α fuese dispersada hacia atrás era muy pequeña. Recuerdo que dos o tres días después Geiger llegó muy excitado diciendo: «Hemos podido observar que algunas partículas α retroceden»... Fue el suceso más increíble que me había ocurrido en toda mi vida. Era casi tan increíble como si se disparara un proyectil de 15 pulgadas contra un trozo de papel de seda y retrocediese hacia nosotros (citado en R. Dickerson, H. Gray y G. Haight 1974: 321-322)

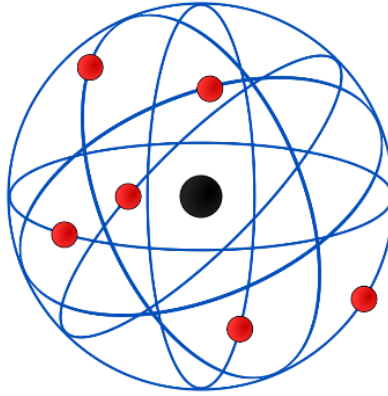


Figura 13. Modelo atómico de Rutherford.
Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_atómico_de_Rutherford

Como relata la cita, en el experimento se encontró que, aunque la mayoría de partículas atravesaban la lámina sin desviación o con una desviación mínima, una pequeña fracción se desvió considerablemente e incluso algunas sufrían deflexiones de cerca de 180° , es decir, rebotaban en dirección opuesta al incidente, un suceso imposible de darse de acuerdo al modelo de Thomson.

Rutherford consideró que la desviación fuerte de las partículas α , era la que se debía esperar si la masa y la carga positiva del átomo estuviese concentrada en un núcleo denso en el centro del átomo, y con esta idea en mente formuló su modelo atómico, según el cual, el átomo tiene: un pequeño núcleo atómico extremadamente denso en el que se concentra toda la carga positiva y en el que se encuentra más del 99.9% de la masa del átomo; dicho núcleo está rodeado de electrones que equilibran la carga nuclear y orbitan a altas velocidades a su alrededor en espacio vacío y con una región de radio 100 000 veces mayor que la del núcleo; y hay una fuerza electrostática de atracción que mantiene unidos los electrones y el núcleo, y depende solo de la carga de estos y la distancia en que se encuentran (ver figura 13).

A partir del modelo de Rutherford, se explicaron las distintas desviaciones de las partículas en diferentes experimentos, tales como el de la hoja de oro, de acuerdo a este, a) las partículas que seguían su curso sin desviación atravesaban espacio vacío, b) aquellas que se desviaban pasaban cerca del núcleo atómico y c) aquellas que rebotan chocaban con este.

Pero, si bien desde el Modelo de Rutherford pudieron inferirse los resultados del experimento de H. Geiger y E. Marsden este presentó el inconveniente de ser físicamente inestable. De acuerdo a la electrodinámica clásica, una partícula cargada y acelerada, como los electrones que orbitan alrededor del núcleo, produce radiación electromagnética perdiendo energía continuamente, de lo que se infiere que los electrones deberían, más que orbitar alrededor del núcleo, moverse en espiral hacia él colisionando con el mismo. Es decir, según la física clásica, el modelo atómico de Rutherford es físicamente inestable y no podría existir.

¿Qué agregan estos casos al respecto de nuestro análisis de las representaciones epistémicas? Estos casos nos ejemplifican una distinción que hemos venido sugiriendo, que se encuentra en la definición de Contessa y, desde luego, en nuestra definición equivalente, a saber: que en ciertas representaciones epistémicas podemos dividir las inferencias subrogatorias válidas en aquellas cuya información es satisfecha por el *representandum* y en aquellas cuya información no es satisfecha por el *representandum*. G. Contessa, empleando una terminología propia de los discursos lógicos, en donde un argumento es válido si su conclusión se sigue de sus premisas y sólido si además de ser válido sus premisas son verdaderas, califica como inferencias subrogatorias válidas aquellas que se deducen de forma correcta a partir de la información que nos brinda el *representans* y como inferencias subrogatorias sólidas a aquellas que además de ser válidas son verdaderas (véase 2007b: 51). Por ejemplo, el modelo de Rutherford permite efectuar ciertas inferencias subrogatorias que además de ser válidas en él resultan ser verdaderas (es decir, sólidas), tal como: de ciertas partículas α disparadas contra un átomo algunas seguirán su curso en línea recta, algunas se desviarán y otras rebotarán; y, también, nos permite efectuar ciertas inferencias que aunque son válidas en el modelo no son ciertas, tal como: después de x tiempo los electrones de un átomo colisionarán con su núcleo. No obstante, aunque retomo estas distinciones de Contessa, como mostraré en el capítulo 5, sección 5.5, no considero satisfactoria su propuesta sobre la representación.

La distinción entre inferencias subrogatorias válidas e inferencias subrogatorias sólidas, ha llevado a Contessa a sugerir una distinción entre tres tipos de representaciones epistémicas:

En general, un vehículo es una *representación completamente fiel* de un objetivo si, y solo si, el vehículo es una representación epistémica del objetivo y todas las inferencias válidas del vehículo al objetivo son sólidas. Es una *representación parcialmente fiel* de un objetivo si, y solo si, el vehículo es una representación epistémica del objetivo y algunas inferencias válidas desde el vehículo al

objetivo son sólidas. Es una *representación epistémica completamente infiel* de un objetivo si, y solo si, el vehículo es una representación epistémica del objetivo y ninguna inferencia válida del vehículo al objetivo es sólida. (Contessa *Ibid.*: 54).

Sin embargo, aquí debo distanciarme de Contessa, dado que no encuentro ninguna instancia de lo que pueda ser una representación epistémica completamente infiel, ni Contessa ha provisto alguna, tan solo le sigo en la distinción entre representaciones epistémicas fieles y representaciones epistémicas parcialmente fieles.³¹

De acuerdo con esta distinción entre representaciones epistémicas, los dos modelos referidos, el modelo atómico de Thomson y el modelo atómico de Rutherford, son representaciones epistémicas parcialmente fieles, en tanto solo algunas de las inferencias subrogatorias que se obtienen con estos son sólidas. Por ejemplo, desde el modelo de Thomson se plantea la inferencia subrogatoria sólida de que el átomo se encuentra compuesto de partículas denominadas electrones y la inferencia subrogatoria válida, pero no sólida, de que si partículas α son disparadas contra un átomo lo atravesarían sin desviaciones o con desviaciones pequeñas.

Finalmente, adviértase que esta diferencia entre representaciones epistémicas válidas y sólidas se debe distinguir de la restricción de perspectiva de la representación epistémica. Es decir, se debe diferenciar el hecho de que en una representación epistémica siempre hay un conjunto de propiedades del *representans* que no son atribuibles al *representandum* y un conjunto de propiedades en el *representandum* de los que el *representans* no predica, del hecho de que una representación sea incorrecta. Estas cuestiones deben diferenciarse, a menos que estemos dispuestos a asumir el absurdo de que toda representación es una representación incorrecta. En otros términos, una propuesta satisfactoria de la representación epistémica debe distinguir las representaciones infieles del hecho de que siempre hay un conjunto de propiedades del *representans* que no son atribuibles al *representandum* y un conjunto de propiedades en el *representandum* de los que el *representans* no predica.

³¹ Actualmente Contessa parece adoptar la misma posición que asumo, pues en escritos más recientes solo plantea la distinción entre representaciones epistémicas fieles y representaciones epistémicas parcialmente fieles Véase Contessa 2013: 16-17.

3.3 Los modelos científicos como dispositivos representacionales epistémicos

En este apartado quiero precisar dos aspectos más de los modelos científicos que acentúan su carácter pragmático, a saber, que estos deben ser concebidos como dispositivos contruidos con el fin de representar y que la fidelidad de dichos dispositivos resulta ser un criterio para la construcción de nuevas representaciones.

Es posible estudiar psicológicamente las percepciones que de manera biológica originan cierta representación en nuestra mente. Con esta orientación, la teoría del conocimiento desarrollada por la filosofía del empirismo británico fundamentó los procesos cognitivos en el concepto ‘ideas’. Por ejemplo, David Hume distinguió entre *impresiones* e *ideas*, refiriendo con el primer elemento del conyunto a las vivencias actuales del sujeto y con el segundo a fenómenos psíquicos reproducidos que quedan en la mente luego de tener la impresión. Desde su propuesta, si tengo la impresión de verde, entonces tengo la idea de verde. Mientras en un primer momento tengo la impresión de ☼, en una segunda instancia cuando pienso en ☼ ya no tengo su impresión, pero en tanto la recuerdo o la imagino, entonces tengo la idea de ☼.

Estas ideas, que son producto de nuestros estímulos sensoriales, satisfacen la definición de ‘representación’ propuesta por Peirce, puesto que la *idea de* ☼ (signo) está para *mí* (usuario) por la impresión que tuve de ☼ (objeto). Además, también pueden ser consideradas representaciones epistémicas, puesto que, por ejemplo, la idea de un caballo blanco, le permite al usuario razonar directamente sobre ella y obtener juicios epistémicos objetivos y válidos sobre su sistema objetivo. Más aun, en muchos contextos, pueden ser consideradas representaciones epistémicas del comportamiento de un sistema, piénsese, por ejemplo, el recuerdo de alguna vivencia. El interrogante que esto pone sobre el tapete es: ¿son el modelo atómico de Thomson o el modelo atómico de Rutherford, en general los modelos científicos, el mero producto de un estímulo sensorial?

En su texto *Scientific representation: padoxes of perspective* (2008), van Fraassen propone un *Hauptsatz* (proposición principal) a través del que plantea lo que la representación no es: “No hay representación, excepto en el sentido de que algunas cosas se usan, se hacen o se toman para representar algunas cosas de determinada manera” (2008: 23). Con este principio, van Fraassen excluye de la categoría de representación a las representaciones mentales, dice: “... el *Hauptsatz*..., no da lugar a la noción de imágenes mentales o representaciones mentales, ya sea

que se consideren estados cerebrales o algo más efímero, ya que ninguna de esas cosas, si es que existen, se usa, o toma de una manera u otra” (*Ibid.*: 24); y a las representaciones naturales, cito: “... esta concepción no da lugar a la ‘representación en la naturaleza’, en el sentido de representaciones ‘naturalmente producidas’ que no tienen nada que ver con la actividad consciente o cognitiva o la comunicación” (*Ibid.*).

Asumo en esta tesis el *Hauptsatz* de van Fraassen y lo empleo aquí para distinguir ciertos tipos de *representans* que podemos calificar como dispositivos, en el sentido ofrecido en el diccionario, por ser mecanismos o artificios dispuestos para producir una acción prevista. Lo conveniente del calificativo ‘dispositivo’ es que plantea la intencionalidad como una condición para que algo pueda ser considerado como tal, y de acuerdo con esta condición podemos sostener que un dispositivo representacional es el producto de una actividad intencional donde un agente propone algún mecanismo o artificio para referir algo con cierta finalidad.

Retornando a nuestro interrogante respecto de los modelos atómicos de Thomson y Rutherford, tenemos que, en nuestro relato respecto de la aparición de los mismos, no encontramos que estos sean el mero producto del bombardeo que recibe nuestro aparato sensorial del mundo exterior y de la capacidad de nuestro cerebro de asimilarlo, sino más bien el resultado de un acto intencional de construir un mecanismo o artificio para representar deliberadamente la estructura del átomo, a partir de cierta información que se tenía. Por ejemplo, no podríamos decir que el modelo atómico de Rutherford fue el resultado de una mera impresión, en el sentido humeano del término, no hubo algo tal como la impresión del núcleo atómico que generará la representación de dicho elemento en la cabeza de Rutherford. Más bien, con lo que nos encontramos es con un dispositivo construido para dar cuenta de los resultados obtenidos a través de ciertos experimentos. De modo que, el modelo atómico de Thomson o el modelo atómico de Rutherford, y en general los modelos científicos, no son el mero producto de un estímulo sensorial. Más bien, los modelos científicos, a diferencia de otro tipo de entidades representacionales, tales como las ideas o las representaciones naturales, son dispositivos representacionales, es decir: el producto de una actividad *intencional* donde un agente construye un dispositivo para representar algo con alguna finalidad. Desde luego, recogiendo las ideas desarrolladas en los acápites previos, los modelos científicos no resultan ser cualquier tipo de dispositivos representacionales, sino dispositivos representacionales epistémicos del comportamiento de un sistema objetivo.

Nuestro relato en torno al desarrollo de los modelos atómicos nos permite concluir una cuestión más respecto de la finalidad perseguida con este tipo de representaciones. Si bien, al caracterizar los modelos científicos como representaciones epistémicas, hemos (siguiendo a Bolinska) asumido que lo que se busca con este tipo de representaciones es ganar información sobre el sistema objetivo, nuestro relato nos enseña que la fidelidad de las inferencias obtenidas resulta ser un criterio para la construcción de nuevas representaciones.

Aunque la representación atómica de Dalton resultó útil para dar cuenta de la ley de conservación de masa y la ley de las proporciones constantes, dado que no daba cuenta del valor de q/m , que Thomson encontró en sus experimentos, fue reemplazado por una representación de la estructura del átomo, en la que este se compone de electrones de carga negativa suspendidos en una nube de carga positiva. Este último modelo, además de explicar las leyes de las que daba cuenta el modelo de Dalton, logró explicar los resultados del experimento de los rayos catódicos proponiendo una estructura interna para el átomo. Sin embargo, dado que esta última representación no daba cuenta de los resultados obtenidos en el experimento de Rutherford, fue sustituida por una representación en la que el átomo tiene un pequeño núcleo con electrones orbitando a su alrededor en espacio vacío, y dado que de acuerdo a la electrodinámica clásica el modelo atómico de Rutherford es físicamente inestable, se construyó una nueva representación, el modelo atómico de Bohr, en la que cada electrón se mueve en una órbita determinada, cada órbita se encuentra a distintas distancias del núcleo y con un determinado nivel de energía y se irradia luz cuando un electrón salta de una órbita de mayor energía a una de menor energía. En estos casos, la infidelidad de ciertas inferencias respecto de los resultados experimentales encontrados se convierte en un criterio para la construcción de nuevos modelos que procuran superar dicha infidelidad. Puesto que, aunque los modelos científicos requieran de un acto de construcción para transmitir información, de esto no se sigue que su propósito sea transmitir información meramente inventada.

Finalmente, debo señalar un problema que debe confrontar nuestra caracterización de los modelos científicos como dispositivos representacionales epistémicos del comportamiento de un sistema objetivo. Esta caracterización se funda sobre el supuesto de que los modelos científicos son un tipo de representación epistémica y la representación epistémica es un tipo de representación informativa que se caracteriza por denotar. Sin embargo, la historia de la ciencia nos presenta casos de modelos científicos que carecen de *denotatum*, el modelo del éter lumínico

nos plantea un medio invisible e intangible que permite que la luz se propague en forma de ondas; el modelo del flogisto, nos plantea que toda sustancia susceptible de sufrir combustión contiene un flogisto que se pierde justamente en el proceso de combustión; etc., de modo que ¿cómo podemos caracterizar los modelos científicos bajo el supuesto de un razonamiento subrogatorio si algunos no tienen un *denotatum* en el que se transfiera el razonamiento efectuado en el vehículo? Hasta el capítulo 6 en el que desarrollaré una propuesta propia de la representación científica, que se encuentra subsumida en un conjunto de propuestas que consideran esta como un tipo de representación-como, ofreceré una solución a este inconveniente. Por lo pronto, en los próximos dos capítulos, me interesaré por examinar ciertos tipos de propuestas existentes en torno a la representación científica.

CAPÍTULO 4

CONCEPCIONES ESTRUCTURALES DE LA REPRESENTACIÓN

La concepción estructural de las teorías científicas es una propuesta en torno a la naturaleza de las teorías científicas más que una teoría en torno a la representación científica. Pero, es una propuesta en la que, al emerger el tema de la representación, se encuentran muchas afirmaciones respecto de la relación representacional de los modelos para con el mundo, afirmaciones que, si nos centramos en el tema de la representación, requieren de mayor desarrollo. Tales como: “La relación que realiza el trabajo representacional pesado no es una de verdad entre una entidad lingüística y un objeto real, sino de similitud entre dos objetos, uno abstracto y uno real” (Giere 1988: 82), cita en la que no se aclara, por ejemplo, por qué la relación de semejanza debe considerarse como una relación representacional. Considero que afirmaciones como la anterior, han llevado a que algunos filósofos sostengan que en el espíritu de la concepción estructural de las teorías subyace una propuesta estructural de la representación científica. Tal es el caso de Roman Frigg, quien expresa:

El enfoque semántico no se ha presentado explícitamente como una teoría de la representación. Pero, dada la perspectiva general de este enfoque, uno podría atribuirle la siguiente explicación de la representación:

(SM) Un modelo científico S es una estructura y este representa el sistema objetivo T syss T es estructuralmente isomorfo a S . (2006: 53).

Incluso, algunos otros filósofos han sostenido que la concepción estructural de la representación se *origina* en la concepción estructural de las teorías. Por ejemplo, James Nguyen expresa: “La

concepción estructuralista de la representación científica originada en el enfoque ‘semántico de las teorías’ fue desarrollada en la segunda mitad del siglo XX” (2016: 66).³²

Además de asociarse con la concepción estructural de las teorías, la denominada concepción estructural de la representación y las distintas críticas que se le efectúan se han convertido en un punto de partida para la exposición de distintas propuestas en torno a la representación científica. Por ejemplo, véanse las entradas al tema de la representación científica en *Stanford encyclopedia of Philosophy* y en *Internet encyclopedia of Philosophy*, y la entrada al tema de los modelos científicos en el *Diccionario Interdisciplinar Austral*. En todas estas, cuando se plantean las diferentes concepciones en torno a la representación, se suele exponer la denominada concepción estructural de la representación.

Este capítulo no es la excepción a esa tendencia. Mi objetivo en él es presentar las dificultades que subyacen en algunas propuestas estructurales respecto de la representación científica, tanto en su versión ingenua como no ingenua y en la concepción de la representación basada en la semejanza.

4.1 Las concepciones estructurales ingenuas de la representación y la concepción ingenua de la representación centrada en la semejanza

Uno de los mayores desencantos con que nos topamos al examinar (lo que denomino) concepciones estructurales ingenuas de la representación, es que no es fácil encontrar en la literatura filosófica algún defensor de las mismas. No es el caso que se haya defendido esta concepción ingenua en torno a la representación y luego se haya refutado, como quizás ha ocurrido con algunos planteamientos en filosofía -piénsese en la propuesta popperiana de la verosimilitud o la distinción entre un lenguaje teórico y uno observacional de los empiristas lógicos-, sino que, desde un inicio, sus formulaciones han sido propuestas directamente por sus críticos para luego atacarlas. Por otro lado, aquellos que adjudican esta concepción ingenua de la representación a la concepción estructural de las teorías, no presentan evidencia textual clara

³² Desde luego, al ser una concepción estructural que propone relaciones estructurales entre los sistemas y el mundo debe postular algún α -morfismo entre ellos, pero de ello no se sigue que considere estos como necesarios y suficientes para la representación, ni que la concepción estructural de la representación haya nacido en dicho enfoque. Por ejemplo, las discusiones en torno al cómo las representaciones numéricas se aplican a los sistemas reales puede constituir una fuente de enfoques estructuralistas de la representación y no resulta claro que estos estén comprometidos con una concepción estructural en torno a las teorías científicas. Considérense Swoyer 1991 y B. Mundy 1986.

que permita endilgar a esta postura en torno a las teorías dicha concepción ingenua en torno a la representación³³. Esto, desde luego, sumado a la ingenuidad de las propuestas, hace pensar en la falacia del hombre de paja. Sin embargo, no es el objetivo de este trabajo ocuparse de esta situación, simplemente la señalo para justificar por qué me valdré de las formulaciones que de ellas efectúan sus críticos, principalmente de las que ofrece Suárez (2003).

Conviene aclarar que Suárez no emplea el calificativo ‘ingenuas’ para referir a las concepciones que enuncia, sino que soy yo el que empleo dicho calificativo para enfatizar que, aunque las formulaciones que se presentarán son recurrentes en la literatura en torno a este tópico, las mismas no tienen algún defensor claro. Más adelante ofreceré otra razón para calificarlas de ingenuas.

De acuerdo con Suárez (2003) se podrían enunciar las siguientes concepciones estructurales ingenuas de la representación:

La concepción isomorfista de la representación [iso]: **A** representa **B** syss la estructura ejemplificada por **A** es isomorfa a la estructura ejemplificada por **B** (véase 2004: 227).

La concepción homomorfista de la representación [homo]: **A** representa **B** syss la estructura ejemplificada por **B** es homomorfa a la estructura ejemplificada por **A** (véase *Ibid.*:239).

La concepción isomorfista parcial de la representación [iso parcial]: **A** representa **B** syss la estructura ejemplificada por **A** es parcialmente isomorfa a la estructura ejemplificada por **B** (véase *Ibid.*: 240).

³³ En el caso de van Fraassen y Giere, incluso en sus escritos de la década de los ochenta, resulta extraño relacionarlos con estas posturas ingenuas, como, por ejemplo, parecieran sugerirlo ciertas citas: “Van Fraassen fue uno de los primeros defensores [de una larga tradición de enfoques estructurales] y hoy en día es un crítico, al menos en los términos defendidos aquí” (Pero y Suárez 2015: 2). Resulta extraño relacionarlos con dichas posturas ingenuas, primero, porque (como veremos) dichas concepciones ingenuas son presentadas como concepciones en torno a la representación científica en general y tanto van Fraassen como Giere refieren solo a la representación que se efectúa a través de las entidades que denominan como modelos teóricos. Segundo, porque los críticos de estas posturas plantean que estas “tratan los propósitos e intenciones de los científicos como no esenciales para la representación” (2003: 225) y en el caso del enfoque en torno a la estructura de las teorías defendido por van Fraassen y Giere, tenemos que ambos consideran los modelos teóricos (que son los dispositivos representacionales) como el resultado de un ejercicio de construcción más que de descubrimiento, de lo que se infiere que estos autores consideran las entidades representacionales de las que se preocupan como el resultado de un ejercicio de construcción, lo que, desde luego, implica considerar los propósitos e intenciones de los científicos como esenciales para la representación.

Dado que hay, cuando menos, tres concepciones estructurales de la representación, conviene: 1) desarrollar una enunciación general que recoja el elemento común que permite clasificarlas como concepciones estructurales; y 2) precisar a partir de este elemento común por qué la concepción que postula la representación en términos de semejanza, la concepción de la representación basada en la semejanza, no suele clasificarse como una concepción estructural de la representación (véase Suárez 2003, Frigg 2006, Frigg y Nguyen 2020; Nguyen 2016, entre otros).

¿Qué tienen en común la [iso], la [homo] y la [iso parcial]? Dado que me valgo de las formulaciones de Suárez, también emplearé las caracterizaciones que efectúa al respecto de los morfismo presupuestos por cada una de estas concepciones. En torno al isomorfismo, Suárez plantea:

La afirmación de que dos objetos físicos **A** y **B** son isomorfos es, entonces, una abreviatura de la afirmación de que las estructuras extensionales que *ejemplifican* A y B son isomorfas (...) Más precisamente. Supóngase $\mathbf{A} = \langle D, P^\# \rangle$ y $\mathbf{B} = \langle E, T^\# \rangle$; donde D y E son los dominios de objetos en cada estructura y $P^\#$ y $T^\#$ son las relaciones de n -plaza definidas en la estructura. **A** y **B** son isomorfos si, y solo si, hay una función uno a uno $f: D \rightarrow E$, tal que para cualquier n -tupla $(x_1, \dots, x_n) \in D$: $P^\#[x_1, \dots, x_n]$ solo si $T^\#[f(x_1), \dots, f(x_n)]$; y para cualquier n -tupla $(y_1, \dots, y_n) \in E$: $T^\#[y_1, \dots, y_n]$ solo si $P^\#[f^{-1}(y_1), \dots, f^{-1}(y_n)]$. En otros términos, un isomorfismo es una relación que preserva una asociación entre los dominios de dos estructuras extensionales, y su existencia prueba que la estructura relacional de las estructuras es la misma (*Ibid.*: 228. Cursivas mías).

Respecto del homomorfismo Suárez expresa:

Supóngase que **A** y **B** *ejemplifican* únicamente las estructuras $\langle D, P^\# \rangle$ y $\langle E, T^\# \rangle$; donde D y E son los dominios de objetos en cada estructura y $P^\#$ y $T^\#$ son las relaciones de n -plaza definidas en la estructura. Entonces **A** es fielmente homomorfa a **B** si, y solo si, hay una función $f: D \rightarrow E$, tal que para cualquier n -tupla $(x_1, \dots, x_n) \in D$: $P^\#[x_1, \dots, x_n]$ solo si $T^\#[f(x_1), \dots, f(x_n)]$. (*Ibid.*: 239. Cursivas mías).³⁴

³⁴ Un detalle curioso para tener en cuenta, aunque menor, es que, aun cuando Suárez habla de un homomorfismo fiel su formulación se corresponde simplemente con un homomorfismo. Es importante tener esto en cuenta, en tanto en lógica se plantea que los homomorfismos pueden ser absolutamente fieles, mínimamente fieles, fuertemente fieles, etc., es decir, se emplea la palabra fidelidad para distinguir ciertos tipos de homomorfismos (véase Dunn y Hardegree 2001: 15-16).

En lo que atañe al isomorfismo parcial, Suárez dice:

Una estructura parcial $\langle D, R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} \rangle$ define para cada relación R_i un conjunto de n -tuplas que satisfacen R_i , un conjunto de n -tuplas que no satisfacen R_i , y un conjunto de n -tuplas para las que no está definido si satisfacen o no R_i . Dadas dos estructuras parciales $\mathbf{A} = \langle D, R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} \rangle$ y $\mathbf{B} = \langle E, R'_{i1}, R'_{i2}, R'_{i3} \rangle$, la función $f: D \rightarrow E$ es un isomorfismo parcial si (i) f es biyectiva y (ii) para cada x y $y \in D$, $R_{i1}(x, y)$ si y solo si $R'_{i1}(f(x), f(y))$ y $R_{i2}(x, y)$ si y solo si $R'_{i2}(f(x), f(y))$. (*Ibíd.*: 240)³⁵.

Vale la pena enfatizar dos cuestiones, primero, estas definiciones se corresponden en buena medida con las enunciaciones estándar que se encuentran en los textos de lógica y álgebra, en donde de una función se predica el ser un isomorfismo o un homomorfismo y de las estructuras se predica, en atención a la función, el ser isomorfas u homomorfas (véase Dunn y Hardegree 2001: 15-17 o van Dalen 2013: 111-112, entre otros); y segundo, que Suárez agrega en su definición la interesante noción *estructura ejemplificada*, la cual no es estándar en este tipo de definiciones lógico algebraicas. Con el uso de esta expresión, Suárez pareciera sugerir que los objetos de los que se predica el ejemplificar dichas estructuras son más que simplemente estructuras, sin embargo, esta no es una ruta de trabajo en la que Suárez profundice.

Dado que las tres definiciones de las tres concepciones estructurales tienen en común relacionar a: 1) la estructura $\mathbf{A}$ con el *representans*, 2) la estructura $\mathbf{B}$ con el *representandum* y 3) la función f entre $\mathbf{A}$ y $\mathbf{B}$ con la relación representacional entre *representans* y el *representandum*, y dado que de acuerdo a las definiciones de isomorfismo, homomorfismo e isomorfismo parcial, estos son calificativos que se atribuyen a funciones que plantean ciertas relaciones entre estructuras, es posible establecer una enunciación general que subsuma las concepciones estructurales de la representación enunciadas, a saber:

³⁵ En lo que atañe a la formulación del isomorfismo parcial que efectúa Suárez, es pertinente precisar que hay un error de redacción en la formulación de Suárez, allí se dice: «Given two partial structures $\mathbf{A} = \langle D, R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} \rangle$ and $\mathbf{B} = \langle E, R'_{i1}, R'_{i2}, R'_{i3} \rangle$ “the function $f: D \rightarrow E$ is partial isomorphism if (i) f is bijective, and (ii) for every x and $y \in D$, $R_{i1}(x, y)$ if and only if $R'_{i1}(f(x), f(y))$ and $R_{i2}(x, y)$ if and only if $R'_{i2}(f(x), f(y))$ ”, tal como aquí aparece, Suárez estaría proponiendo como condición para el isomorfismo parcial una asignación desde las relaciones R_{i1} de D , que son el conjunto de n -tuplas que satisfacen R_{i1} , a las relaciones R'_{i1} de E que son el conjunto de n -tuplas que no satisfacen R'_{i1} , este cruce no corresponde con la definición de isomorfismo parcial de Bueno (1997: 596), que las comillas y la referencia de Suárez indican citar, por ello, no hemos sido fiel a las palabras de Suárez en la traducción y hemos acomodado este detalle siguiendo el texto de Bueno, al que ya hemos referido en el capítulo uno.

X es una concepción estructural de la representación si y solo si afirma que: **A** representa un **B** si y solo si la estructura ejemplificada por **A** es x -morfa a la estructura ejemplificada por **B**.

Denominaré a la formulación anterior como la enunciación general para las concepciones estructurales ingenuas de la representación y calificaré como concepciones estructurales ingenuas de la representación a aquellas posturas que subsume.

Suárez plantea como un elemento seductor en pro de estas concepciones en torno a la representación que: “tienen la virtud de garantizar la objetividad de la representación científica que, a diferencia, tal vez, de la representación lingüística, no son ciertamente una cuestión de estipulación arbitraria por un agente” (2003: 226-227), dado que, de acuerdo a la interpretación de Suárez, estas plantean que: “si la representación se obtiene o no depende de hechos sobre el mundo y de ninguna manera responde a los propósitos personales, puntos de vista o intereses de los investigadores” (*Ibíd.*: 226). Es decir, las concepciones estructurales, de acuerdo a la interpretación de Suárez, plantean que una relación estructural entre el *representans* y el *representandum* es necesaria y suficiente para la representación (bicondicional) y al no tener que acudir a los agentes que llevan a cabo la acción de representar garantizan la objetividad. Esta es otra razón para calificar a estas propuestas como ingenuas, pues, aparentemente (o cuando menos eso predicen sus formuladores y críticos), de una forma bastante ingenua no demandan para que haya representación la intervención de los agentes que llevan a cabo la acción de representar.

Abordemos la segunda cuestión ¿Por qué la concepción que postula la representación en términos de semejanza no suele clasificarse como una concepción estructural de la representación? Primero, siguiendo a Suárez (2003: 227), presentemos la formulación de dicha concepción:

La concepción de la semejanza de la representación [sim]: A representa B si y solo si A es semejante a B.³⁶

³⁶ Una definición prácticamente equivalente se encuentra en Goodman: “*A* representa *B* si y solo si *A* es apreciablemente semejante a *B*”, o “*A* representa *B* en el grado que *A* se asemeja a *B*” (1968: 3). Enunciación que es presentada por Goodman como la forma más ingenua de entender la representación. Desde luego, Goodman es un fuerte crítico de esta propuesta.

De acuerdo a nuestra enunciación general para las concepciones estructurales ingenuas de la representación, dado que la [sim] no sostiene como una condición necesaria ni suficiente la existencia de una relación α -morfa, puesto que para establecer una relación de semejanza entre el *representans* y el *representandum* estos no requieren ser estructuras, la [sim] no califica como una concepción estructural de la representación, aunque igual que las concepciones estructurales resulta ser una concepción ingenua, en la medida que: 1) considera a la semejanza como una condición necesaria y suficiente para la representación sin, al parecer, aludir a los agentes que llevan a cabo la acción de representar y 2) no se encuentra en la literatura algún defensor claro de esta propuesta.

4.2 Críticas a las concepciones ingenuas de la representación

En este apartado me interesa exponer ciertos argumentos que se han presentado en contra de las propuestas ingenuas de la representación. Los argumentos, con sus respectivas nominaciones, los recojo principalmente de Suárez (2003), aunque las ideas que subyacen en muchas de ellos pueden encontrarse con anterioridad en otros textos. Los argumentos que presento son: el argumento lógico, el argumento de la representación incorrecta, el argumento de la no-necesidad, el argumento de la no-suficiencia y la objeción de la teoría de la representación como copia. Como veremos, no es el caso que cada uno de estos argumentos se plantee en contra de cada una de las concepciones ingenuas formuladas.

Argumento lógico. En términos generales, este argumento se concentra en mostrar ciertas diferencias entre ciertas relaciones de naturaleza lógico matemática que pueden predicarse de la relación de semejanza o de las relaciones que se establecen a través de un homomorfismo, un isomorfismo o un isomorfismo parcial, y que, sin embargo, no pueden predicarse de la representación, algo que no es posible de acuerdo a las definiciones de la [sim], la [homo], la [iso] y la [iso parcial], ya que cualquiera de estas plantea una relación de equivalencia entre la semejanza o el α -morfismo defendido y la representación. Veamos esto un poco más en detalle.

Tanto la formulación de la [sim] como su crítica a través del denominado argumento lógico, tienen su formulación inicial en el texto *Languages of Art* de N. Goodman (1968). En dicho texto el autor expresa:

El enfoque más ingenuo de la representación podría tal vez ser formulado así: “A representa B si y solo si A es apreciablemente semejante a B”, o “A representa B en el grado que A se asemeja a B”. Vestigios de este enfoque, con varios refinamientos, persisten en muchos escritos sobre representación. Sin embargo, difícilmente podría comprimirse más error en una fórmula tan corta (1968: 3-4).

De manera específica, Goodman enumera dos propiedades de carácter lógico matemático, la reflexividad y la simetría, que pueden predicarse de la semejanza, pero rara vez de la representación. En palabras de Goodman:

Un objeto es semejante a sí mismo en el máximo grado, pero raramente se representa a sí mismo. La semejanza, a diferencia de la representación, es reflexiva. También a diferencia de la representación, la semejanza es simétrica: B se asemeja tanto a A como A se asemeja a B, pero mientras una pintura puede representar al duque de Wellington, el duque de Wellington no representa la pintura (*Ibid.*: 4).

Interpreto que con la introducción del adverbio “raramente”, Goodman reconoce que en ciertos contextos es posible generar representaciones de las que se pueda predicar la reflexividad o la simetría, no obstante, no considera si en ciertos contextos es posible plantear relaciones de semejanza que no resulten reflexivas o simétricas.³⁷

En su argumento lógico contra las concepciones ingenuas, Suárez (además de emplear las mismas críticas contra la [sim]), traslada algunas de estas a la [iso], la [iso parcial] y la [homo], y suma la transitividad como una propiedad más que resulta problemática para la [iso], puesto que esta puede predicarse de las entidades isomorfas, pero no de las relaciones entre un *representans* y un *representandum*. Cito:

...la semejanza es reflexiva y simétrica, y el isomorfismo es reflexivo simétrico y transitivo. Un vaso de agua es semejante a sí mismo, y semejante a cualquier otro vaso de agua que es semejante a este. *Mutatis mutandis* para el isomorfismo: una estructura geométrica (un cuadrado) es isomorfa a sí misma, y siempre es isomorfa a una estructura que es isomorfa a este (otro cuadrado tal vez

³⁷ Al respecto de este punto, van Fraassen (2008: 18) ha propuesto un ejemplo en el que se plantea una relación de semejanza y el contexto no admite una simetría entre los objetos que son cotejados.

de tamaño diferente), e isomorfa a cualquier otra estructura que es isomorfa a la estructura que es isomorfa a esta (incluso un cuadrado más grande) (*Ibid.* 2003: 233).

La idea de que la relación de transitividad es una propiedad de la que no goza la representación, es argumentada a través de un ejemplo en el que un A representa un B , un B representa a un C , pero no es el caso que A represente a C . Cito:

El pintor recientemente fallecido Francis Bacon estaba obsesionado con el retrato de Inocencio X de Velázquez, y produjo una gran cantidad de variaciones propias, todas ellas con la intención de representar los lienzos de Velázquez. Los retratos de Bacon no representan al Papa, sino los lienzos de Velázquez (*Ibid.*).

Conviene precisar que esta relación de transitividad no es algo que, a juicio de Suárez, aplique a la semejanza y en tanto tampoco a la [sim]: “... la semejanza es reflexiva (...) y simétrica (...) pero no transitiva (A puede compartir p_1 con B, y este puede compartir p_2 con C, sin que A y C compartan cualquier propiedad distinta de la propiedad de compartir una propiedad con B” (*Ibid.*: 227). Sin embargo, si como argumenta Suárez, la semejanza es una relación ubicua, puesto que cualquier cosa es semejante a cualquier otra en algún aspecto o grado, la semejanza es transitiva, pues dada su ubicuidad A y B deben compartir alguna propiedad más, distinta de la propiedad de compartir una propiedad con B.

En torno a la [iso parcial], dado que esta demanda que en las estructuras $\mathbf{A}=(\mathcal{A}, \langle R_{i1}, R_{i2}, R_{i3} \rangle)$ y $\mathbf{B}=(B, \langle S_{i1}, S_{i2}, S_{i3} \rangle)$ haya una biyección entre los dominios $\mathcal{A}$ y B , y entre las relaciones R_{i1} y S_{i1} , y R_{i2} y S_{i2} , respectivamente, Suárez argumenta que en estos subdominios de la estructura se presenta un isomorfismo, por lo que estos serán simétricos (*Ibid.*: 240). En lo que atañe a la [homo], nos encontramos que aunque: “el homomorfismo no es simétrico ni transitivo, es reflexivo” (*Ibid.*). De modo que las mismas críticas que aplican a la [sim] en lo que atañe a la reflexividad y la simetría, recaen sobre la [homo] y la [iso], respectivamente.

El siguiente cuadro recoge los distintos aspectos que a través del argumento lógico enfatizan los críticos de la [sim], la [homo], la [iso] y la [iso parcial]

	<i>Reflexividad</i>	<i>Simetría</i>	<i>Transitividad</i>
<i>Semejanza</i>	<i>Sí</i>	<i>Sí</i>	<i>Sí</i>
<i>Homomorfismo</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No</i>
<i>Isomorfismo</i>	<i>Sí</i>	<i>Sí</i>	<i>Sí</i>
<i>Isomorfismo parcial</i>	<i>Sí</i>	<i>Parcial</i>	<i>Parcial</i>
<i>Representación</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>

En conclusión, dado que cualquiera de las concepciones ingenuas de la representación criticadas plantea una equivalencia entre la relación que propone y la representación, lo que se espera es que las propiedades de la representación resulten equivalentes a las propiedades del α -morfismo defendido o de la relación de semejanza, pero, dado que ese no es el caso, se infiere que dichas concepciones de la representación son insatisfactorias.

*Argumento de la representación incorrecta.*³⁸ De acuerdo con este argumento, una concepción satisfactoria de la representación debe adecuarse a los distintos tipos de representación, y dado que una representación incorrecta es un tipo de representación y ni la [sim], ni la [iso] ni la [homo], dan lugar a ella, resultan ser teorías insatisfactorias de la representación. Pero ¿por qué la [sim], la [iso] y la [homo] no dan lugar a las representaciones incorrectas?

Iniciemos por analizar lo que sucede en el caso de la [iso] y la [homo], para tal fin, permítaseme ejemplificar el *quid* de este argumento a partir de un típico caso de álgebra de grupos en el que se debe verificar si una función determinada entre dos estructuras es un homomorfismo. Conviene aclarar que en pro de simplicidad me concentraré en la relación estructural que subyace en la [homo], esto en tanto la [iso] se basa en el isomorfismo y este último se define como un homomorfismo biyectivo (véase Dunn y Hardegree 2001: 17 o van Dalen 2013: 111-112, entre otros), de modo que cualquier inadecuación de la [homo] resulta en una inadecuación de la [iso]. Sean las estructuras $\mathbf{G} = \langle \mathbb{Z}, + \rangle$ y $\mathbf{J} = \langle \mathbb{Z}, + \rangle$ y la función $f(x) = 7x$ ¿Es la función $f(x)$ un homomorfismo de $\mathbf{G}$ a $\mathbf{J}$? Dado que en $f(x): \mathbf{G} \rightarrow \mathbf{J}$, se cumple que para cualquier individuo $[a, b$,

³⁸ En la presentación de este argumento no sigo a Suárez, puesto que discrepo de la forma en la que este, en muchas ocasiones, se expresa en torno a la cuestión de las representaciones incorrectas. Por tal razón, la exposición de este argumento sigue más bien la presentación de A. Bartels (2006), la cual concuerda con nuestra postura de que la posibilidad de las representaciones incorrectas es una secuela de la condición de predicación (capítulo 2, apartado 2.2). No obstante, vale la pena precisar que, aunque Bartels desarrolla este argumento para defender su propuesta estructural de la representación, es una crítica apropiada en contra de las concepciones ingenuas.

$a, \dots] \in \mathbf{G}$ hay $[7a, 7b, 7c] \in \mathbf{J}$, y para cualquier $[a+b] \in \mathbf{G}$ hay un $[7(a+b)] \in \mathbf{J}$ (y es el caso que $7a + 7b \in \mathbf{J} = 7(a+b) \in \mathbf{J}$), tenemos que $f(x)$ es un homomorfismo de $\mathbf{G}$ a $\mathbf{J}$, de modo que la estructura $\mathbf{G}$ es homomorfa a la estructura $\mathbf{J}$ dada la función $f(x)$ de $\mathbf{G}$ a $\mathbf{J}$. Considérese ahora el siguiente caso. Sean nuevamente las estructuras $\mathbf{G} = \langle \mathbb{Z}, + \rangle$ y $\mathbf{J} = \langle \mathbb{Z}, + \rangle$, ahora con la función $g(x) = 7x + 1$. ¿Es la función $g(x)$ un homomorfismo de $\mathbf{G}$ a $\mathbf{J}$? Dado que en $g(x): \mathbf{G} \rightarrow \mathbf{J}$, se cumple que para cualquier individuo $[a, b, c, \dots] \in \mathbf{G}$ hay $[7a+1, 7b+1, 7c+1] \in \mathbf{J}$, y para cualquier $[a+b] \in \mathbf{G}$ no hay un $[7(a+b)+1] \in \mathbf{J}$, esto en tanto $(7a+1) + (7b+1) \in \mathbf{J} \neq 7(a+b)+1 \in \mathbf{J}$, tenemos que $g(x)$ no es un homomorfismo de $\mathbf{G}$ a $\mathbf{J}$, de modo que la estructura $\mathbf{G}$ no es homomorfa a la estructura $\mathbf{J}$ dada la función $g(x)$ de $\mathbf{G}$ a $\mathbf{J}$. Este ejemplo presenta las funciones $f(x)$ y $g(x)$, en donde $f(x)$ es un homomorfismo entre las dos estructuras $\mathbf{G}$ y $\mathbf{J}$ y $g(x)$ no es un homomorfismo entre las mismas estructuras, pero ¿qué podría ser un homomorfismo incorrecto entre $\mathbf{G}$ y $\mathbf{J}$? La respuesta simple parece ser que un “homomorfismo incorrecto” entre $\mathbf{G}$ y $\mathbf{J}$ simplemente no es un homomorfismo. Para el caso de la [iso] y la [homo] al centrarse en una relación de isomorfismo y homomorfismo, respectivamente, estas se limitan a plantear relaciones que existen o no existen entre dos estructuras relacionales $\mathbf{A}$ y $\mathbf{B}$, no adecuándose conceptualmente a las posibilidades de la representación, en donde es posible que: 1) A puede representar a B, 2) A puede representar incorrectamente a B y 3) A puede no representar a B.

Analicemos ahora el caso de la [sim]. Para esta propuesta el argumento no funciona igual, esto en la medida que la relación de semejanza en la que se fundamenta es una relación ubicua. Las semejanzas se pueden establecer en cualquier contexto y con cualquier elemento porque cualquier cosa se parece a cualquier otra en algún aspecto o grado. De modo que, tanto en una representación correcta como en una representación incorrecta hay alguna semejanza entre el *representans* y el *representandum*. No obstante, el carácter ubicuo de la semejanza no resulta ser una ventaja, puesto que hace de esta algo completamente trivial, ya que implica que la misma se predica tanto de los casos en los que hay representación como de aquellos en los que no hay representación. De lo que se sigue que, si ha de aceptarse la condición ‘si A representa a B, entonces A es semejante a B’, también debe aceptarse la condición ‘si A no representa B, entonces A es semejante a B’. Citando a Suárez: “la semejanza podría ser necesaria para la representación, pero en un sentido completamente trivial. Puesto que no solo sería una condición necesaria para la representación sino también para la no-representación” (Suárez 2003: 235).

En el caso de la [iso parcial] esta propuesta pareciera tener en la parcialidad una herramienta para enfrentar el argumento de la representación incorrecta. Considérense las estructuras parciales $\mathbf{E}=(D, \langle R_i \rangle)$ y $\mathbf{A}=(D', \langle R'_i \rangle)$, aunque la [iso parcial] propone entender la representación en términos de una correspondencia entre ciertos conjuntos de la familia R_i y ciertos conjuntos de la familia R'_i , la parcialidad de este tipo de isomorfismo permite que una subestructura parcial de $\mathbf{E}$ sea isomorfa a una subestructura parcial de $\mathbf{A}$, de modo tal que aun cuando cierto conjunto de R_i está en una relación de correspondencia uno a uno con un cierto conjunto de R'_i , queda abierta la posibilidad de que otro conjunto de R_i no esté en dicha correspondencia con cierto conjunto de R'_i , lo que, podría considerarse, da lugar a la representación incorrecta.

Argumento de la no-suficiencia. La idea de este argumento es que las condiciones propuestas por la [iso], la [iso parcial], la [homo] y la [sim] para dar cuenta de la representación son insuficientes para dicho propósito. Goodman en su crítica a la [sim] enuncia claramente esta objeción. Además de su argumento lógico, este precisa una diferencia extensional entre los objetos de los que se predica que son semejantes y los objetos que están en una relación representacional, dice: “un hombre no es normalmente una representación de otro hombre, incluso su hermano gemelo” (1968: 4). Ahora, dado que la única condición que plantea la [sim] para dar cuenta de la representación es una relación de semejanza y es posible para dos objetos cumplir con esta condición sin que haya entre ellos una relación representacional, resulta que las condiciones planteadas por la [sim] son insuficientes para dar cuenta de una relación representacional. En palabras de Goodman: “Claramente, la semejanza en cualquier grado no es una condición suficiente para la representación” (*Ibid.*: 4). *Mutatis mutandis*, se considera que esta misma situación aplica para la [iso], la [iso parcial] y la [homo], puesto que el hecho de que prediquemos un isomorfismo, un isomorfismo parcial o un homomorfismo de ciertas funciones que relacionan ciertas estructuras, no es suficiente para tener una relación representacional en esas estructuras. Por ejemplo, aunque la función $f(x) = 7x$ constituye un homomorfismo entre $\mathbf{G}=\langle \mathbb{Z}, + \rangle$ y $\mathbf{J}=\langle \mathbb{Z}, + \rangle$, no es el caso que de esto se siga que $\mathbf{G}$ representa a $\mathbf{J}$. Desde luego, podría argüirse que teniéndose dicha relación de ser homomorfo (lo mismo podría argumentarse para la [sim], la [iso] y la [iso parcial]) solo basta con establecer una relación de denotación que vincule $\mathbf{G}$ con $\mathbf{J}$ y que para ello basta con una mera intención. No obstante, si este es el caso, se está aceptando que los meros morfismos son insuficientes para dar cuenta de una relación representacional, puesto que se está sumando una condición más, a saber: la existencia de algún

mecanismo intencional que permita que **G** denote a **J**. Al analizar las concepciones estructurales no ingenuas, revisaremos si esta condición resulta suficiente.

Argumento de la no-necesidad. Esta objeción sostiene que las relaciones estructurales no son una condición *sine qua non* para la representación y, regularmente, quienes efectúan dicha objeción recurren a plantear ejemplos de cierto tipo de representaciones para los que no resulta clara la existencia de algún tipo de morfismo entre la fuente y el objetivo, ni algún tipo de semejanza entre los mismos. Por ejemplo, en el espíritu de este argumento Callender y Cohen cuestionan: “Considérese la humilde señal de parar ¿Son las señales de parar en las intersecciones isomorfas o parcialmente isomorfas al imperativo ‘¡parar!’ que representan?” (2006: 70). También a partir de lo que se ha planteado en el argumento de la representación incorrecta pueden plantearse casos de representaciones que no demanda relaciones estructurales, puesto que si las representaciones incorrectas son un tipo de representación de las que la [iso] y la [homo], no logran dar cuenta, en consecuencia, los morfismos que dichas propuestas plantean no son necesarios para la representación en general. Respecto de la [sim], ya hemos visto que, aunque esta resulta necesaria, lo es de una forma trivial.³⁹

La objeción a las teorías de la representación como copia. El principio de la teoría de la representación como copia es el siguiente: para producir una representación fidedigna, trata, en la medida de lo posible, de copiar el *representandum* tal cual es⁴⁰. Se puede interpretar como una secuela de dicho principio lo que Goodman enuncia como el enfoque más ingenuo de la representación: “*A* representa *B* si y solo si *A* es apreciablemente semejante a *B*”, o “*A* representa *B* en el grado que *A* se asemeja a *B*” (1968: 3). El enfoque más ingenuo de la representación es una consecuencia de asumir este principio, en la medida que al ser el *representans* una copia del *representandum*, se

³⁹ Hay un argumento más desarrollado por Suárez, a saber, el argumento de la variedad. En la presentación de este argumento, básicamente, Suárez expone algunos tipos de representaciones -gráficas, modelos físicos, ecuaciones, etc.-, en los que es posible sostener que hay un isomorfismo o una semejanza entre el *representans* y el *representandum* y otros en los que no. Considero que en términos de lo que sostiene este argumento es equivalente al argumento de la no-necesidad, dado que este último presenta ciertas representaciones en las que no se da una relación de homomorfismo, de isomorfismo o de isomorfismo parcial, por esta razón, no efectué una presentación de este argumento aquí, puesto que una exposición del mismo solo resultaría redundante.

⁴⁰ Tanto la enunciación de la teoría de la representación como copia, sus modificaciones y secuelas pueden encontrarse presentadas y criticadas por Goodman (1968, capítulo 1) en su análisis referente a las pinturas, de modo que lo que presento aquí es solo una generalización de esta enunciación y de sus consecuencias. Esta generalización como una crítica a las teorías estructurales de la representación ya la han sugerido y discutido autores como Bartels (2006), aunque, como veremos, sin enunciarla claramente.

espera lograr la reproducción de aspectos del primero en el segundo, aspectos en los que por tanto serán semejantes.

Desde luego, podríamos analizar si las críticas que se han presentado contra la [sim] son o no críticas directas al principio de la teoría de la representación como copia, ya que, por ejemplo, a diferencia de la [sim] el principio sugiere una dirección en la representación, a saber, la dirección de la copia y no se compromete con las representaciones incorrectas. Sin embargo, existen varias dificultades directas en contra de este principio que sugieren que no es el camino adecuado, por ejemplo, considérese la pregunta ‘¿En qué sentido una expresión verbal que representa un objeto es una copia de ese objeto?’ En lo que sigue me interesaré, siguiendo a Goodman (1968: 6-10), por exponer otras dificultades que se presentan a dicho principio.

La principal crítica de Goodman a la teoría de la representación como copia es que esta tiene problemas precisando qué es aquello que se debe copiar en un objeto (véase *Ibid.*: 9). Dado que un objeto es muchas cosas a la vez y no es posible copiar todas sus cualidades, no queda claro qué es aquello que propone la teoría, y si lograra copiar la mayor cantidad posible de sus cualidades, ello no implica que el resultado sería una representación del mismo. Cito:

...el objeto que tengo ante mí es un hombre, un cúmulo de átomos, un complejo de células, un violinista, un amigo, un idiota y muchas cosas más. Si ninguna de estas constituye el objeto ¿qué más podría serlo? Si todas ellas son formas en que el objeto es, entonces ninguna es *la* forma de ser del objeto. No puedo copiar todas estas formas a la vez y cuanto más lo logre, menos el resultado sería una pintura realista (*Ibid.*: 6-7).

Al respecto, resulta oportuno recordar las siguientes líneas en las que Sócrates cuestiona a Crátilo al respecto de la orientación de asumir la representación de algo como una mera copia:

Sócrates- (...) Pero puede que no sea esta la exactitud en lo que toca a la cualidad o, en general, a la imagen. Antes, al contrario, puede que no haya que reproducir absolutamente todo lo imitado, tal cual es, si queremos que sea una imagen. Mira si tiene algún sentido lo que digo: ¿es que habría dos objetos tales como Crátilo y la imagen de Crátilo, si un dios reprodujera como un pintor no solo tu color y forma, sino que formara todas las entrañas tal como son las tuyas, y reprodujera tu blandura y color y les infundiera movimiento, alma y pensamiento como los que tú tienes? En una palabra, si pusiera a tu lado un duplicado exacto de todo lo que tú tienes, ¿habría entonces un Crátilo y una imagen de Crátilo o dos Crátilos?

Crátilo - Paréceme, Sócrates, que serían dos Crátilos.

Sócrates- ¿No ves, entonces, amigo mío, que hay que buscar en la imagen una exactitud distinta de las que señalábamos ahora mismo?, ¿que no hay que admitir a la fuerza que si le falta o le sobra algo ya no es una imagen? ¿No te percatas de lo mucho que les falta a las imágenes para tener lo mismo que aquello de lo que son imágenes? (*Crátilo 432b, c y d*)

Si no es posible copiar todas las formas, se puede sostener que lo que se ha de copiar es solo un aspecto, pero ¿cuál aspecto?, cito: “se trata de la forma como el objeto es visto por el ojo normal, en el rango adecuado, con buena iluminación, sin instrumentación, sin prejuicios por afecciones o animosidades o intereses, y no embellecido por el pensamiento o la interpretación. En resumen, el objeto debe ser copiado como lo ve el ojo libre e inocente en condiciones asépticas” (Goodman, *Ibid.*: 6-10). Es decir, podría variarse el principio bajo la intención de copiar el objeto tal como se presenta a un ojo inocente, obteniendo así la siguiente enunciación: para producir una representación fidedigna de un *representandum*, trata, en la medida de lo posible, de copiar los aspectos del objeto tal como se presentan a un ojo inocente (véase *Ibid.*: 7). El problema de esta nueva orientación, para Goodman, es que no hay tal observación de un ojo inocente, no hay tal observación libre de prejuicios y teorías, cito:

El problema está, en que, tal y como ha insistido Ernst Gombrich, el ojo inocente no existe. Cuando se pone a trabajar el ojo ya es antiguo, ya está obsesionado por su propio pasado (...) No funciona como un instrumento autónomo y solitario, sino como un miembro sumiso de un organismo complejo y caprichoso (...) El ojo selecciona, rechaza, organiza, discrimina, asocia, clasifica y construye. No se trata de reflejar tanto como de recibir y construir. Lo que recibe y construye no lo ve al desnudo, como elementos sin atributos sino como cosas, como comida, como gente, como enemigos, como estrellas, como armas. Nada se ve desnudo ni desnudamente. (*Ibid.*: 7-8).

En conclusión, a la teoría de la representación como copia le resulta imposible especificar qué es aquello que debe ser copiado.

Finalmente, una crítica más que eleva Goodman contra la teoría de la representación como copia, es que esta no tiene las herramientas para explicar aquellos casos en los que la representación carece de *denotatum*. Considérese una pintura de Herácles, cuyo *denotatum*, Herácles, no existe ¿cómo esta representación puede ser el resultado de una copia de un objeto, si aquello que copia no existe? (*Ibid.*: 25).

4.3 Una concepción estructural no ingenua de la representación

Algunos críticos de las concepciones ingenuas de la representación, han sugerido, para luego atacarlas, que quizás todo lo que se requiere es sumar a las relaciones estructurales y/o a la relación de semejanza, una relación de denotación que dote a estas de la direccionalidad de la representación (véase Suárez 2003: 237-238 y R. Frigg 2006: 54-55). Sin embargo, en lugar de discutir con propuestas carentes de defensores, resulta más interesante discutir una propuesta que lleve a cabo dicha tarea y que tenga un portavoz real. Esta es la tarea que me propongo llevar a cabo en los tres siguientes apartados.

Andreas Bartels (2006) ha desarrollado una propuesta estructural de la representación centrada en el homomorfismo, la cual, de acuerdo a nuestras precisiones, no resulta ser una propuesta ingenua, puesto que: 1) no considera que la relación ‘ser homomorfa a’ sea una condición necesaria y suficiente para la representación, sino que de cierto modo alude a los agentes que llevan a cabo la acción de representar; y 2) Bartels, desde luego, es un defensor de esta propuesta. Por otro lado, es una propuesta que algunos califican como: “la propuesta estructuralista de la representación más sofisticada y plausible hasta la fecha, a saber, la concepción homomorfasta de Andreas Bartels” (F. Pero y M. Suárez 2015, sección 1, párrafo 5). Además de no ser una concepción ingenua sobre la representación, Bartels declara que su propuesta puede refutar las objeciones conceptuales que se han planteado en contra de las concepciones estructurales de la representación (véase 2006: 7). Por tal razón, resultará útil en nuestro análisis, además de presentar esta concepción estructural no ingenua de la representación, mostrar cómo su autor plantea que esta refuta dichas objeciones. Algo que se convierte en una cuasi-exigencia para este análisis, pues con antelación he presentado críticas que se plantean en contra de los enfoques estructurales.

La concepción homomorfasta de la representación de Bartels, en términos generales, sostiene que: “El concepto estructural de representación declara que algo, **B**, puede representar algo, **A**, solo si *la estructura del dominio representado es transferida a su imagen B*” (2006: 7. Cursivas mías), y parte del reconocimiento de la existencia de dos elementos independientes en una representación real: la referencia y el contenido (*Ibid.*: 8). Según el autor, el primer elemento, la referencia de la representación, debe entenderse como el objeto del que trata el *representans*, por ejemplo, en el caso ‘**B** representa **A**’ el objeto de referencia es **A** (*Ibid.*: 11-12). Por su parte, el segundo

elemento, el contenido de la representación, alude a los objetos y relaciones que constituyen la estructura relacional con que el *representans* está dotado. Conviene efectuar la siguiente aclaración. Aunque en sentido estricto, no hay una definición clara y directa de Bartels respecto de lo que entiende por contenido representacional, dado el uso de expresiones como: “El *contenido* representacional de **B** está determinado por las propiedades estructurales de **B**, es decir, por la estructura relacional con que **B** está dotado” (*Ibid.*: 14) y su tesis de una transferencia estructural (tesis que se explicará más adelante), Bartels debe sostener la caracterización de contenido que esbozamos.

Atendiendo a estos dos elementos, Bartels formula su propuesta a partir de dos componentes que propone como mutuamente independientes y conjuntamente suficientes para dar cuenta de la representación, a saber: el componente de la referencia y el componente del contenido. Componentes que se determinan a partir de las siguientes condiciones:

Condición de referencia. la referencia de **B** es **A** syss **A** es el objetivo de **B**, el cual es determinado por un mecanismo representacional. (*Ibid.*: 13)

Condición de contenido: el contenido de **B** implica **A** syss **A** es homomorfo a **B** (*Ibid.*: 14)⁴¹

Analicemos cada una de estos componentes. La condición de contenido plantea una dirección de implicación que va en sentido inverso de la dirección del homomorfismo, téngase en cuenta que en esta: 1) se plantea que el contenido de **B** implica **A** syss **A** es homomorfa a **B** y 2) que ni la implicación ni el “ser homomorfa a” son relaciones que presupongan una simetría. A fin de entender el porqué de esta inversión, debemos analizar tanto la noción ‘homomorfismo’ como la noción ‘imagen homomorfa’ mediante las que Bartels formula su propuesta.

Sea el *representandum* **A** y el *representans* **B** descritos por estructuras relacionales similares, tal que $R_I^A \dots R_o^{ma}$ y $R_I^B \dots R_m^B$, respectivamente. De acuerdo con Bartels, un homomorfismo es una asignación $f: \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$, no necesariamente equicardinal, que satisface las siguientes dos condiciones:

Condición de fidelidad. Para todo j y todos los elementos a_i de **A**: si $R_j^B (f(a_1), \dots, f(a_n))$, entonces $R_j^A (a_1, \dots, a_n)$.

⁴¹ Aunque Bartels no refiere estos dos componentes como condiciones, los presenta como los elementos que posibilitan la representación.

Condición de completitud. Para todo j y todos los elementos a_i de $\mathbf{A}$: si $R_j^A(a_1, \dots, a_n)$, entonces $R_j^B(f(a_1), \dots, f(a_n))$.

Según Bartels, la condición de fidelidad demanda que para todas las relaciones R_j^B , si algunas asignaciones $(f(a_1), \dots, f(a_n))$ de los argumentos $a_1, \dots, a_n$ satisfacen determinada relación, entonces es necesario que dichos argumentos también satisfagan la relación correspondiente en R_j^A . Por su parte, la condición de completitud exige que para cada hecho en $\mathbf{A}$ es necesario que exista un correspondiente hecho en $\mathbf{B}$. De acuerdo a Bartels, la primera condición asegura que los hechos en el dominio representante $\mathbf{B}$ se correlacionen con los hechos correspondientes en el dominio representado $\mathbf{A}$ y la segunda condición garantiza que $\mathbf{B}$ dé una información completa de los hechos en $\mathbf{A}$ (véase *Ibíd.*: 8).

Tenemos entonces que, según la teoría homomorfista de la representación, si la asignación $f: \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$ cumple con la condición de fidelidad y con la de completitud es un homomorfismo de $\mathbf{A}$ sobre $\mathbf{B}$, y que de acuerdo a la condición de contenido que $\mathbf{A}$ sea homomorfo a $\mathbf{B}$, es necesario y suficiente para que el contenido de $\mathbf{B}$ implique a $\mathbf{A}$ ⁴². A ello debemos sumar que, dado que Bartels declara que el contenido de $\mathbf{B}$ implica $\mathbf{A}$ syss si $\mathbf{A}$ es homomorfo a $\mathbf{B}$ y a la par “que las extensiones de las relaciones ‘ser homomorfo a’ y ‘representar potencialmente’ coincidan” (*Cfr. Ibíd.*: 12), de ello se deduce que, si el contenido de $\mathbf{B}$ implica a $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$ es una representación potencial de $\mathbf{A}$, lo que implica distinguir entre representaciones potenciales y representaciones reales, puesto que, mientras para las primeras basta con la condición de contenido, las segundas demandan, además de esta, la condición de referencia.

Retornando sobre la cuestión de la dirección de la representación potencial y la del homomorfismo, la dirección en sentido opuesto de estas relaciones se explica a partir de la introducción que efectúa Bartels de la noción ‘imagen homomorfa’. Aunque Bartels es muy ligero en la introducción de este concepto, las siguientes líneas resultan útiles para intuir lo que se propone con el mismo, cito:

Si (i) y (ii) son cumplidas [condiciones de fidelidad y de contenido], f es un homomorfismo de $\mathbf{A}$ sobre $\mathbf{B}$, y $\mathbf{B}$, en virtud de la existencia de f , se puede decir que es una imagen homomorfa de $\mathbf{A}$

⁴² Conviene subrayar que, de acuerdo a las definiciones estándar, de las que nosotros mismos nos hemos valido en lugares de esta tesis, lo que Bartels plantea no es propiamente un homomorfismo. Más adelante, cuando critique esta propuesta, desarrollaré este punto.

(...). El concepto estructural de representación declara que **B** representa **A** solo si **B** es una imagen homomorfa de **A** (en lo que sigue, si **B** es una imagen homomorfa de **A**, diré que **A** es homomorfo a **B**. (*Ibid.*: 8. Lo del corchete es mío).

Manifiesto que Bartels es muy ligero en la introducción de este concepto, en tanto las líneas citadas son todo lo que dice en todo su escrito al respecto del mismo. No obstante, con el propósito de procurar entender la propuesta, podemos ser un tanto tolerantes y valernos para el logro de nuestro propósito de las fuentes de autoridad que Bartels emplea en la presentación de estas nociones lógicas, a saber, el texto Dunn y Hardegree, *Algebraic Methods in Philosophical Logic* (2001). De acuerdo a este texto: “una estructura relacional **B** es una imagen homomorfa de **A** si existe un homomorfismo de **A** a **B** que está en **B** (en símbolos, $\mathbf{B} = b^*(\mathbf{A})$). Una función b que correlaciona **A** sobre **B**, si para cada $b \in B$ hay un $a \in A$ tal que $b(a) = b$.” (2001: 15). Es decir, dado que **B** es una imagen homomorfa de **A** cuando todos los elementos de la estructura **B** tienen al menos un correspondiente en la estructura **A**, tenemos que, si la función b de **A** en **B** es un homomorfismo sobreyectivo, **B** es una imagen homomorfa de **A**.

Ahora, dado que una imagen homomorfa se genera en la estructura de llegada y el homomorfismo no presupone la simetría, sino que va en una dirección de la estructura de partida a la estructura de llegada, debemos cuestionar cuál es el sentido de introducir la noción ‘imagen homomorfa’. De nuevo, dado que Bartels no dice mucho al respecto, siguiendo a Dunn y Hardegree se puede afirmar que el que **B** sea una imagen homomorfa de **A** asegura que la estructura de la fuente **A** se ha transferido a la estructura de su imagen **B** (véase *Ibid.*). Esta precisión que nos permitimos efectuar aludiendo a Dunn y Hardegree justifica la aserción de Bartels de que “el concepto estructural de representación declara que algo, **B**, puede representar algo, **A**, solo si la estructura del dominio representado es transferida a su imagen **B**” (2006: 7).

Recogiendo los distintos aspectos expuestos, podemos responder a la cuestión de la dirección inversa entre la representación potencial y el homomorfismo de la siguiente forma, lo que asegura un homomorfismo de **A** a **B**, tal como Bartels expone este, es que **B** es una imagen homomorfa de **A**, y esto último garantiza que la estructura de **A** se ha transferido a su imagen **B**, de tal forma que a lo que se refiere la dirección del homomorfismo, desde la estructura **A** a la **B**, es a la transferencia de estructura, y es dicha estructura transferida lo que hace que **B** sea una representación potencial de **A**. Es decir, una representación de **A** que puede usarse, aunque no

esté en uso. Según este razonamiento, dado que es en la estructura **B** en la que se ha transferido la estructura de **A**, **B** es el elemento apropiado para representar a **A**.

Según la teoría de Bartels, para lograr que una representación potencial **B** de **A**, sea una representación real de **A**, es necesario que **A** sea seleccionado como la referencia de **B** mediante algún mecanismo representacional que conecte a **B** con **A** (véase 2006: 12) y esto se logra a partir de la condición de referencia. Recordemos que, según esta, la referencia de **B** es **A** si y sólo si **A** es el objetivo de **B**, el cual es determinado por un mecanismo representacional.

En su *relatum*, sin insinuar alguna pretensión de agotar el tema, Bartels distingue dos tipos de mecanismos representacionales, a saber: los intencionales y los causales. Los de primer tipo son considerados como el resultado de la intención de un usuario de tomar un objeto para que esté por otro objeto para ciertos propósitos (véase *Ibid.*). Tal es el caso de una figura como Δ que puede funcionar como un objeto para estar, para ciertos propósitos, por una montaña. El segundo tipo de mecanismo, es el resultado de un proceso causal en el que median ciertas interacciones que conectan el objeto que representa con el objeto representado. Bartels brinda como un ejemplo de este mecanismo a las fotografías, en las cuales existen interacciones causales que conecta los rayos de luz emanados desde lo fotografiado a la fotografía (véase *Ibid.*).

Adviértase que estos mecanismos representacionales, que son considerados como independientes a la condición de contenido, permiten dilucidar la dirección inversa que tiene una representación real con respecto a la dirección del homomorfismo en la teoría de Bartels, a saber, por un lado, que **A** sea homomorfa a **B** (dirección del homomorfismo), es una condición para que **B** sea una imagen homomorfa de **A** y el que **B** sea una imagen homomorfa de **A** permite que **B** sea una representación potencial de **A**, puesto que garantiza que se ha transferido una estructura de **A** a **B**. Finalmente, que **B** sea una representación potencial de **A** permite que **B**, mediante algún mecanismo representacional que fija la dirección de **B** a **A**, refiera a **A**.

4.4 Defensa de la concepción estructural no ingenua de la representación

Mi intención en esta sección se limita a exponer cómo, según Bartels, su concepción homomorfista de la representación confronta las objeciones conceptuales que se han planteado en contra de las concepciones estructurales de la representación. Lo interesante de emprender

esta tarea es que el análisis sobre cómo Bartels enfrenta estas objeciones permitirá ver más fácilmente ciertas inconsistencias en las que cae su propuesta.

La concepción homomorfasta de la representación y las objeciones lógica y de la no-suficiencia. Recordemos que en términos generales la objeción lógica se centra en mostrar que las teorías estructurales de la representación no logran captar ciertas características que frecuentemente se predicen de la representación (ver Tabla 1). No obstante, citando a Bartels: “Dado que [la relación] “ser homomorfa a” no es simétrica, solo la objeción (i) [el carácter no reflexivo de la representación] se puede plantear (...) contra la teoría homomorfasta de la representación” (2006: 11. Paréntesis mío)⁴³. En torno a esta posible crítica, la respuesta de Bartels se centra en: 1) precisar la existencia de un: “componente adicional de la relación de representación, que evite que cada objeto, dotado de una estructura relacional, se represente así mismo” (Ibíd.: 11); y 2) construir ciertos contextos en los que es posible plantear que un objeto se representa a sí mismo, es decir, casos en los que la representación es reflexiva. Analicemos este proceder con más detenimiento.

Recordemos que la concepción homomorfasta de la representación: a) distingue entre representaciones potenciales y representaciones reales, b) plantea que la relación *ser homomorfa a* coincide extensionalmente con las representaciones potenciales y c) considera que la estructura de llegada en un homomorfismo puede convertirse en una representación real y correcta (dado que hay una transferencia estructural), si esta es seleccionada mediante algún mecanismo representacional, causal o intencional, que la conecte con la estructura de partida. La anterior reconstrucción permite entrever que el componente adicional a las meras relaciones estructurales propuesto por la concepción homomorfasta de Bartels son los mecanismos representacionales y que, dado que el objetivo de estos es conectar la fuente con el objetivo, tenemos que estos proveen a la propuesta estructural de Bartels de una direccionalidad que le permite enfrentar el inconveniente de la reflexividad. No obstante, la adición de este componente: 1) implica aceptar que las relaciones estructurales, tales como el homomorfismo, no son suficientes para dar cuenta de una relación representacional, lo que explica por qué un objeto puede ser una imagen homomorfa de otro, sin ser una representación real del mismo; y 2) exige argumentar en pro de que un objeto dotado de estructura pueda representarse a sí mismo. Esto último en la medida

⁴³ Sigo aquí la defensa que efectúa Bartels, pero conviene advertir que a la luz de los planteamientos de su propuesta poco importa que la relación “ser homomorfa a” sea o no simétrica, puesto que en la propuesta la dirección de una fuente representacional no está determinada por relaciones estructurales sino por la condición de referencia, lo que asegura la relación de homomorfismo es la transferencia estructural del objetivo a la fuente.

que si un objeto es homomorfo consigo mismo, puede ser una representación potencial de sí y, en tanto, basta con que algún mecanismo representacional plantee una relación autorreferencial para que un objeto se represente a sí mismo.

Con el propósito de argumentar en pro de que un objeto dotado de estructura pueda representarse a sí mismo, Bartels construye el siguiente caso:

Por ejemplo, una silla, considerada como un objeto estructurado formado por sus partes, es homomorfa a sí misma y, por tanto, potencialmente se representa a sí misma. Pero, en este caso, una intención representacional tiene que ocurrir con el propósito de que esta representación potencial se convierta en una representación real. La silla usualmente no representa algo, pero sirve a cierto propósito. Por otro lado, si usted encuentra la silla estando expuesta en una exhibición de arte, entonces la idea de que la silla sea una representación (real) de algo no es demasiado rebuscada. Ahora, si usted pregunta qué clase de cosa la silla representa, puede resultar que el artista pretende, al colocar la silla en un cierto lugar o de cierta forma, que la silla se represente *a sí misma* (reflexividad), con el propósito de sugerir al visitante de la exhibición que una cosa no es necesariamente lo que es la mayoría del tiempo, a saber, algo hecho para cierto propósito, sino que también puede ser visto como “estando por sí mismo”. La intención del artista figura como un mecanismo representacional que convierte una representación potencial en una representación real. Por tanto, Goodman tenía razón al insistir que, como una cuestión de hecho, “un objeto raramente se representa a sí mismo”. Pero, ahora vemos que esto no cuenta contra el concepto estructural de representación. En cambio, llama nuestra atención el requisito de que para hacer algo una representación *real* de sí mismo se requieren de mecanismos representacionales y que este requerimiento rara vez es satisfecho (*Ibíd.*: 12. *Cursivas del original*).

Objeción de la representación incorrecta. Recordemos que, según esta objeción, las propuestas de la representación fundadas en un α -morfismo no se adecuan conceptualmente a las posibilidades de una representación, en la que es posible que un objeto represente a otro, lo represente incorrectamente o no lo represente, esto en tanto dichas propuestas se centran en los morfismos y estos simplemente se dan o no entre determinadas estructuras.

Según Bartels, la teoría homomorfista de la representación no tiene problemas en dar cuenta de las representaciones incorrectas, puesto que, según esta: 1) una representación es correcta si mediante algún mecanismo representacional se selecciona como referencia de esta algún objeto perteneciente al conjunto de objetos que son homomorfos a **B**; 2) una representación es

incorrecta si mediante algún mecanismo representacional se selecciona como referencia de esta algún objeto que no pertenece al conjunto de objetos homomorfos a **B**; y 3) **B** no representa un determinado objeto si no ha habido un mecanismo representacional que establezca este como su objeto de referencia. Citando a Bartels:

Si un objeto de referencia para **B** es escogido por un mecanismo representacional dentro del conjunto de objetos representados potencialmente por **B**, entonces **B** representará correctamente este objeto. Si se escoge un objeto de referencia para **B** que no pertenezca a este conjunto, entonces el objeto de referencia será representado incorrectamente por **B**. Por tanto, el caso en que algo **A** es representado incorrectamente por **B** y los casos en que **A** no es representado por **B** (es decir, no es un objeto de referencia de **B**) son claramente distintos. Esto significa que la teoría homomorfista de la representación tiene los recursos para explicar la representación incorrecta (*Ibid.*: 14).

Objeción de la no-necesidad. La defensa de Bartels frente a esta objeción, que sostiene que las relaciones estructurales no son una condición *sine qua non* para la representación en general, se centra en considerar uno de los ejemplos más citados de casos de representaciones que trabajan sin presuponer relaciones estructurales entre el *representans* y el *representandum*, a saber, las denotaciones intencionales por signos arbitrarios. El autor alude como ejemplos de tales signos arbitrarios a: lápices que representan reyes en un juego de niños y monedas que representan a los jugadores de fútbol para demostrar un posible movimiento (véase 2006: 16). No obstante, conservando el espíritu de la defensa de Bartels, podríamos añadir a estos ejemplos: el logo  que representa el sistema MIO o el nombre 'Tatú' como una representación de un rinoceronte, etc. Ejemplos con los que he trabajado en el capítulo tres.

De acuerdo a Bartels, una condición necesaria que debe cumplir cualquier signo para ser considerado una representación es que sea posible considerarlo una representación incorrecta, pero, dado que, un signo arbitrario no puede representar incorrectamente, según Bartels, porque se encuentra desprovisto de contenido representacional o, cuando menos, de propiedades con relevancia representativa diferentes al acto de denotación aplicado, concluye que, de manera contraria a las apariencias, los signos arbitrarios no son representaciones. En sus palabras:

Pero, un signo arbitrario no puede representar incorrectamente. El objeto de referencia al que el signo ha sido asignado por un acto intencional no puede *dejar* de pertenecer al conjunto de

objetos potencialmente representados por el signo, es decir, no puede dejar de pertenecer al contenido representativo del signo. La razón es que el signo simplemente no *tiene* contenido representacional. Para que el contenido representacional sea conceptualmente independiente de su objeto de referencia, debería de haber propiedades del signo que delimiten el conjunto de objetos para los que el signo podría usarse correctamente para representar. Dado que, por definición, ninguna propiedad de un signo arbitrario tiene relevancia representativa (además del acto de denotación aplicado), los signos arbitrarios no pueden representar mal. Dado que, para cualquier concepción de representación, permitir la representación incorrecta es una *condición de adecuación* (...), los signos arbitrarios, contrariamente a la primera apariencia, no son representaciones (2006: 16. Énfasis del original).⁴⁴

Sin embargo, aunque la concepción homomorfista de la representación no considere los signos arbitrarios como representaciones, provee (lo que podría considerarse) una explicación en torno al porqué regularmente estos se han considerado como representaciones, a saber, porque han sido establecidos como la denotación de un objeto mediante un mecanismo representacional. En palabras de Bartels: "...un signo arbitrario tiene algo de representación, en la medida que algún mecanismo representacional intencional (una decisión sobre su denotación) ha sido asignada a un objeto de referencia" (*Ibíd.*).

La objeción de la teoría de la copia. De acuerdo a Bartels, existe la opinión común, pero equivocada, de considerar que la teoría homomorfista de la representación no es más que una versión más precisa de la concepción de la semejanza de la representación que se desprende del principio de la teoría de la representación como copia (véase *Ibíd.*: 17). Para argumentar que dicha opinión común es un equívoco, Bartels recrea casos con los que pretende mostrar que la teoría homomorfista se distingue de una teoría de la representación como copia, en tanto en esta: "El dominio representante no es una copia del dominio original en un doble sentido: primero, porque el dominio representante es el resultado de una construcción, y segundo, porque el

⁴⁴ Es pertinente señalar que Bartels está proponiendo con esto la existencia de contenidos en el *representans* como un elemento central para definir una representación, y con ello va más allá de la clásica definición de Peirce, según la cual: "Un signo o representación es algo que se encuentra para alguien por algo más en algún aspecto o capacidad" (Peirce, 1960: 228). Lo que implícitamente Bartels está sosteniendo es que: una representación es algo provisto de contenido que se encuentra para alguien por algo más en algún aspecto o capacidad. Esto podría sugerir que Bartels considera como una representación aquello que en el capítulo 3 hemos caracterizado como *representaciones informativas*, sin embargo, dado que Bartels no tiene una formulación clara en torno a lo que debe entenderse por contenido de la representación (ver más adelante mis críticas a su propuesta), esta asimilación no resulta del todo prudente.

dominio representante incluye el dominio original como un subdominio” (*Ibíd.*: 18). Me permito citar uno de los ejemplos presentado por Bartels:

Es un fenómeno común que clases de objetos son usados para representar un dominio dado, para lo que no existe *una relación análoga intrínseca*. Por ejemplo, los números naturales son representados por símbolos decimales, aunque las secuencias finitas de símbolos decimales no poseen alguna estructura intrínseca similar a la relación de adicción definida en los números naturales. En este caso, nosotros dotamos *extrínsecamente* el sistema de símbolos decimales con la estructura deseada imponiendo reglas de cálculo, para permitirles representar la estructura de adicción de los números naturales (tal que la representación decimal de la suma de dos números naturales sea igual a la suma de las representaciones de los decimales). (*Ibíd.* Énfasis del original)

Debo señalar aquí, dado que las dificultades que presentaré a la concepción homomorfista de la representación no se concentran en este aspecto, que las dos razones que Bartels propone para argumentar en contra de la idea de que la teoría homomorfista de la representación no es una secuela más refinada de la teoría de la representación como copia son insatisfactorias, porque: primero, una copia también es una construcción que se logra reproduciendo las características de un objeto en otro; y segundo, porque si, asumiendo que fuera posible, un objeto **A** fuera copiado en todos sus aspectos por un objeto **B**, sería factible establecer una relación que estableciera el primero como un subdominio del segundo. Más que argumentar en contra de la teoría de la representación como copia, Bartels parece argumentar en contra de la postura ingenua de considerar la representación como algo independiente de los usuarios. Es decir, sus argumentos apuntan en contra de concepciones ingenuas de la representación que no vinculan en su relato a usuarios (tales como las formuladas y criticadas por Suárez) y no en contra de un principio que sostenga que la búsqueda de parecidos es la clave mediante la que se logra la representación.

4. 5 Problemas en la concepción estructural no ingenua de la representación

Como lo propone el título, mi interés en este apartado es precisar ciertas dificultades que aun encuentro en la propuesta de Bartels. Mis críticas son: primero, que tiene un uso lógico inadecuado de la noción *homomorfismo*; segundo, que hay inconsistencias entre su defensa del homomorfismo como una condición necesaria para la representación y la forma en que su teoría

explica la posibilidad de representaciones incorrectas; y tercero, que su noción de contenido no resulta clara.

Tal como lo han argumentado F. Pero y M. Suárez (2015, sección 4.1), la noción de homomorfismo defendida por Bartels no equivale a un simple homomorfismo. En lógica, la única condición que se exige para que una función f se califique como un homomorfismo es la que Bartels califica como *condición de completitud* (a saber, que para todo j y todos los elementos a_i de $\mathbf{A}$, se cumpla que si $R_j^A(a_1, \dots, a_n)$, entonces $R_j^B(f(a_1), \dots, f(a_n))$, véase Dunn y Hardegree 2001 o van Dalen 111), pero, Bartels exige para su morfismo, además de esta condición, que sea sobreyectivo y fiel. Analicemos estas dos condiciones.

El que una estructura $\mathbf{A}$ sea homomorfa a una estructura $\mathbf{B}$, no implica que $\mathbf{B}$ sea una imagen homomorfa de $\mathbf{A}$. Por ejemplo, sean las estructuras $\mathbf{A} = \langle 2k \leq 10, + \rangle$ y $\mathbf{B} = \langle \mathbb{N} \leq 10, + \rangle$ y sea la función $f(x) = 2x$, tenemos que dada la función $f(x)$, $\mathbf{A}$ es homomorfa a $\mathbf{B}$ y, sin embargo, no es el caso que $\mathbf{B}$ sea una imagen homomorfa de $\mathbf{A}$, pues no todos los elementos del conjunto portador $\mathbb{N}$ son imagen del conjunto portador $2k \leq 10$, considérense los elementos $2k+1 \leq 10$ que también pertenecen al conjunto portador $\mathbb{N}$. De modo que, dada la condición de Bartels de que $\mathbf{B}$ representa $\mathbf{A}$ si $\mathbf{B}$ es una imagen homomorfa de $\mathbf{A}$ (Bartels *Ibid.*: 8), en lugar de hablar de un mero homomorfismo, Bartels debería hablar de un homomorfismo sobreyectivo, o en términos de Dunn y Hardegree de un *epimorfismo* (2001 *Ibid.*: 17). No obstante, dado que Bartels también exige para su morfismo lo que denomina *condición de fidelidad* -a saber, que para todo j y todos los elementos a_i de $\mathbf{A}$, se cumpla que si $R_j^B(f(a_1), \dots, f(a_n))$, entonces $R_j^A(a_1, \dots, a_n)$ -, y es posible que $\mathbf{B}$ sea imagen homomorfa de $\mathbf{A}$ dada la función f sin que se cumpla la condición de fidelidad, tenemos que el morfismo que Bartels plantea tampoco equivale simplemente a un homomorfismo sobreyectivo. Permítaseme argumentar esto a través del siguiente caso, desarrollado por F. Pero y M. Suárez (2015, nota a pie de página número 8). Sean las estructuras relacionales similares $\mathbf{A} = \langle A, R_i \rangle$ y $\mathbf{B} = \langle B, S_i \rangle$, sean los conjuntos subyacentes $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ y $B = \{b_1, b_2, b_3\}$ respectivamente y sean las siguientes familias de relaciones entre los individuos de los conjuntos subyacentes $R_i = \{R_1(a_1, a_2), R_2(a_3, a_4) \text{ y } R_3(a_2, a_3)\}$ y $S_i = \{S_1(b_1, b_2), S_2(b_3, b_2) \text{ y } S_3(b_3, b_1)\}$ respectivamente. Sea una función $f: A \rightarrow B$ sobreyectiva (aunque no inyectiva) que adscribe a los argumentos de A las siguientes imágenes de B : $f(a_1) = b_1, f(a_2) = b_2, f(a_3) = b_3, f(a_4) = b_2$, y que respeta las relaciones R_i de $\mathbf{A}$ al vincularse con $\mathbf{B}$, tal que $R_1(a_1, a_2)$ entonces $S_1(f(b_1),$

$f(b_2)$, $R_2(a_3, a_4)$ entonces $S_2(f(b_3), f(b_2))$ y $R_3(a_3, a_2)$ entonces $S_2(f(b_3), f(b_2))$. Dado que la función f es sobreyectiva, en tanto adscribe todos los argumentos de $\mathbf{A}$ con una respectiva imagen en $\mathbf{B}$ y cumple con la condición de completitud, puesto que cada relación en $\mathbf{A}$ tiene una contraparte en $\mathbf{B}$, tenemos que f es un homomorfismo sobreyectivo de $\mathbf{A}$ sobre $\mathbf{B}$ y en tanto $\mathbf{B}$ es una imagen homomorfa de $\mathbf{A}$, pero dado que la relación $S_3(b_3, b_1)$ de $\mathbf{B}$ no tiene una contraparte en $\mathbf{A}$, tenemos que f no es un homomorfismo que cumpla con la condición de fidelidad.

La conclusión es simple, en lugar de hablar de un mero homomorfismo, Bartels se encuentra hablando de un morfismo que demanda tres condiciones: completitud, fidelidad y sobreyectividad. No obstante, dado que la conjunción de la condición de completitud y de la condición de fidelidad implican que f es un homomorfismo sobreyectivo, es posible limitarse solo a estas dos condiciones. Intuyo que un buen candidato para satisfacer el tipo de morfismo empleado por Bartels es un *homomorfismo absolutamente fiel* (véase Dunn y Hardegree *Ibíd.*: 16).

Aunque esta puntualización, de carácter técnico, resulta ser una crítica un tanto superficial en contra de la concepción homomorfista de la representación, puesto que Bartels podría simplemente dejar de hablar de homomorfismo y emplear la expresión *homomorfismo absolutamente fiel*, esta puntualización, como veremos más adelante, nos allana el terreno para precisar ciertas dificultades en torno a los distintos morfismos que habría que desarrollar en su propuesta. Permítaseme por lo pronto pasar a la segunda dificultad señalada.

De manera tácita la teoría de Bartels presenta dos posibilidades distintas de no representación y dos posibilidades distintas de representaciones reales. Para el caso de las no representaciones tenemos que:

- a. $\mathbf{B}$ no representa un determinado objeto porque no ha habido un mecanismo representacional que establezca este como su objeto de referencia. Por ejemplo, una representación potencial que no es una representación real o un objeto que ni es una representación potencial ni ha sido determinado como la referencia de $\mathbf{B}$ a través de un mecanismo representacional.
- b. $\mathbf{B}$ no representa un determinado objeto, porque, aunque exista un mecanismo representacional que establezca este como su objeto de referencia, $\mathbf{B}$ se encuentra desprovisto de contenido. Este último es el caso de las denotaciones arbitrarias (recuérdese que Bartels no considera los signos arbitrarios como representaciones).

Repárese que en cualquiera de estos dos casos se puede concluir que no hay representación porque falta alguno de los dos componentes independientes que se exigen en la representación real, a saber: la referencia y/o el contenido.

Para el caso de las representaciones reales, existen las siguientes posibilidades:

- a. El caso de las representaciones correctas, a saber, mediante algún mecanismo representacional se ha seleccionado como referencia de **B** algún objeto perteneciente al conjunto de objetos que son homomorfos a **B**.
- b. El caso de las representaciones incorrectas, a saber, mediante algún mecanismo representacional se ha seleccionado como referencia de **B** algún objeto que no pertenece al conjunto de objetos que son homomorfos a **B**.

Efectuadas estas diferencias, repárese que la concepción homomorfista de la representación, por un lado: “declara que **B** representa **A** solo si **B** es una imagen homomorfa de **A** (Bartels 2006: 8), es decir, sostiene que el homomorfismo es una condición necesaria para la representación, denominaré a esta afirmación *tesis fundamental*, y, por otro lado, caracteriza las representaciones incorrectas como aquellas en las que: “se elige un objeto de referencia para **B** que no pertenece a este conjunto (el conjunto de objetos que son homomorfos a **B**)” (*Ibíd.*: 14. Paréntesis mío), de modo que, la caracterización de las representaciones incorrectas y la demanda del homomorfismo como una condición necesaria para la representación están en un atolladero. Si las representaciones incorrectas son un caso estricto de representación y en las representaciones incorrectas **A** no es homomorfa a **B**, entonces las representaciones incorrectas son un caso estricto en el que ciertos **B** representan ciertos **A** y esos **A** no son homomorfos a **B**. Es decir, un caso estricto de representación en el que no es necesario un homomorfismo.

Otra forma de evidenciar esta dificultad es parafraseando ciertos enunciados que se presuponen en la concepción homomorfista de la representación y que son incoherentes entre sí:

Enunciado 1. Si **B** representa incorrectamente **A**, **B** representa **A**.

Enunciado 2. Si **B** representa **A**, **A** es homomorfa a **B**.

Enunciado 3. Si **A** es homomorfa a **B**, **B** representa potencialmente **A**.

Enunciado 4. Si **B** representa potencialmente **A**, entonces **B** no puede representar incorrectamente **A**.

Podemos reparar que de los enunciados 1 y 3 se sigue una contradicción, a saber: si **B** representa incorrectamente **A**, **B** representa potencialmente **A**. Lo contradictorio de este enunciado se hace evidente tan pronto se recuerda que, de acuerdo a Bartels, una representación incorrecta solo se da si se elige un objeto de referencia para **B** que no pertenece al conjunto de objetos que son potencialmente representados por **B**.

La conclusión es simple, hay una inconsistencia en la formulación de la tesis fundamental de la teoría homomorfa y en su caracterización de lo que es una representación incorrecta. Sin embargo, esta inconsistencia se puede superar fácilmente si Bartels reformula su tesis fundamental del siguiente modo:

B representa correctamente **A** solo si **B** es una imagen homomorfa de **A**

En este punto de la objeción, es pertinente precisar que hay líneas en las que Bartels sugiere esta como la tesis adecuada, cito: “Sin embargo, mi preocupación en este documento es la representación potencial como una condición necesaria para las representaciones reales y correctas” (*Ibid.*: 13) o “Para que **B** sea también una representación real y correcta de **A**, **A** debe seleccionarse como el objetivo de la representación del conjunto de objetos potencialmente representados por **B** (es decir, del contenido de **B**) por algún mecanismo de representación que conecta **A** con **B**” (*Ibid.*: 12). Sin embargo, la consecuencia inmediata de esta reformulación es que para que la concepción homomorfa de la representación sea correcta, el homomorfismo no debe asumirse como una condición *sine qua non* para la representación en general sino tan solo para las representaciones correctas.

Otra dificultad de la concepción homomorfa de la representación es la oscura noción de contenido que presenta. Esta dificultad puede entreverse fácilmente exponiendo las dificultades que se presentan al querer distinguir algunas posibilidades de no representación y representaciones reales que plantea la misma teoría. Según la propuesta, **B** puede no representar **A**, porque, aunque exista un mecanismo representacional que establezca este como su objeto de referencia, **B** se encuentra desprovisto de contenido; y **B** representa incorrectamente **A** si mediante algún mecanismo representacional se ha seleccionado como referencia de **B** algún objeto que no pertenece al conjunto de objetos que son homomorfos a **B**. En ambos casos, uno de no representación y otro de representación, aunque incorrecta, tenemos que existe un mecanismo representacional que conecta **B** con **A**, de modo que la falla de ambas, una para no

ser una representación y otra para ser una representación incorrecta, reside en el no cumplimiento de la condición de contenido, pero ¿a luz de la concepción homomorfista de la representación qué criterios tenemos para distinguir una no representación, tal como un signo arbitrario, de una representación incorrecta? La respuesta indicada pareciera ser: porque una representación incorrecta a diferencia de un signo arbitrario tiene contenido, aunque un contenido que no es una imagen homomorfa del *representandum*.

Sin embargo, aunque a primera vista la respuesta parece simple y convincente, en la medida que cuestionamos qué se quiere decir con que un signo arbitrario no tiene contenido, la respuesta parece menos simple y convincente. Si la expresión *contenido representacional* refiere a los elementos y relaciones que constituyen la estructura relacional con que el *representans* está dotado (como parece sugerirlo Bartels, véase 2006: 14), no resulta claro por qué un signo arbitrario no podría estar dotado de dicho contenido⁴⁵. Si, por otro lado, la expresión *contenido representacional* se vincula con el conjunto de objetos que son potencialmente representados por el *representans* (véase Bartels *Ibid.*: 14), tenemos que si para el *representans* se selecciona como referencia algún objeto que no pertenece a este conjunto, no tenemos claro si este es una representación incorrecta o una no representación (como un signo arbitrario). En el caso de las representaciones incorrectas, porque la selección de un objeto por fuera del conjunto de objetos homomorfos es lo que hace que estas sean incorrectas. En el caso de los signos arbitrarios, porque si su selección pertenece a dicho conjunto simplemente serían una representación.

Al respecto de esta última crítica, el defensor de la concepción homomorfista de la representación podría replicar que la noción de contenido de la propuesta no se refiere a propiedades *per se* del *representans* sino a propiedades con relevancia representativa, y que incluso ciertas líneas de Bartels insinúan esto, cito: “Dado que, por definición, ninguna propiedad de un signo arbitrario tiene *relevancia representativa* (además del acto de denotación aplicado), los signos arbitrarios no pueden representar incorrectamente” (*Ibid.*: 16. Énfasis mío). No obstante, obviando la circularidad en la que se cae al pretender explicar la representación a partir de la noción ‘relevancia representativa’, lo que devela dicha replica es que la concepción

⁴⁵ Recuérdese que, en el capítulo 3, argumentamos que no estamos posibilitados a desarrollar *representans* como cosas sin atributos, sino *como* teniendo ciertas propiedades, de modo que toda representación tiene, en cierto sentido, un contenido, situación que nos llevó a sugerir que es necesario distinguir entre la referencia de las expresiones *representado por* y *representado como*, cuando hablamos del contenido de una representación.

homomorfista de la representación carece de un elemento que permita distinguir las propiedades representativas del *representans* de sus propiedades *per se*.

Otra posible replica que podría realizar el defensor de esta propuesta, a propósito de nuestra crítica de la inconsistencia en la formulación de la tesis fundamental de la teoría y su caracterización de lo que es una representación incorrecta, puede generarse acudiendo a los casos de debilitamiento que, Bartels sugiere, pueden darse en su homomorfismo para que pueda adaptarse a los casos en que las representaciones no funcionan perfectamente (véase Bartels 2006:9). Comencemos por precisar los casos de debilitamiento que plantea Bartels.

De acuerdo a Bartels, su homomorfismo puede debilitarse con respecto a sus dos condiciones: completitud y fidelidad. La condición de fidelidad puede debilitarse a una condición de fidelidad mínima, exigiendo solo que en el homomorfismo los elementos en el rango (no los que conforman la totalidad del codominio) estén en determinada relación solo si ellos son imágenes de elementos que en la fuente están en la relación correspondiente. De modo formal, sean las estructuras **A** y **B** con las respectivas relaciones $\langle R_i \rangle$ y $\langle S_i \rangle$ respectivamente, y sea f un homomorfismo de **A** a **B**, f es un homomorfismo mínimamente fiel si satisface la condición: si $b_1, \dots, b_n$ están en el rango de f , entonces si $R_j^B(b_1, \dots, b_n)$, entonces hay elementos $a_1, \dots, a_n \in A$, tal que $f(a_1) = b_1, \dots, f(a_n) = b_n$, y $R_j^A(a_1, \dots, a_n)$ (véase Dunn y Hardegree *Ibid.*: 16). En el caso de la condición de completitud, el debilitamiento plantea que solo *algunas relaciones* que se dan en **A** son preservadas en **B**.

Lo interesante de estos casos de debilitamiento, es que podrían explicar por qué en cierto tipo de representaciones algunas inferencias que se efectúan desde el *representans* al *representandum* son ciertas y otras no (recuérdese el modelo de Thomson o el de Rutherford). Sin embargo, estos debilitamientos no libran a la concepción homomorfista de la representación de nuestras críticas en torno a: 1) la inconsistencia en la tesis fundamental de la teoría homomorfista y su caracterización de lo que es una representación incorrecta, y 2) la oscura noción de contenido que presenta. Respecto a la inconsistencia, Bartels tendría que reformular su criterio para que un *representans* sea una representación incorrecta, puesto que, dado el debilitamiento, si **B** representa incorrectamente **A**, es porque mediante algún mecanismo representacional se ha seleccionado como referencia de **B** algún objeto **A** que es homomorfo a **B**, aunque mínimamente fiel. De modo que, el que **B** sea una representación correcta o incorrecta de **A**, no depende de que **A** sea

o no homomorfo a **B**, sino del tipo de homomorfismo del que se hable. Respecto de la oscura noción de contenido que presenta, se requeriría de algún tipo de taxonomía en torno a los posibles homomorfismos y su aplicación a los distintos tipos de representación.

Considero que las críticas planteadas en contra de la propuesta de Bartels son suficientes para evidenciar los problemas que presenta y aunque he insinuado ciertas rutas para confrontar dichas críticas mi interés no se encamina en esta dirección.

4.6 Una observación importante respecto del tema desarrollado

Es oportuno finalizar advirtiéndolo que, respecto del análisis planteado en los capítulos anteriores, en los que se ha delimitado el problema de la representación científica a la pregunta ‘¿Cómo los modelos científicos representan permitiéndonos ganar información en torno al objeto representado?’ las propuestas analizadas en este capítulo resultan ser mucho más ambiciosas. En el caso de Bartels, este pretende desarrollar una teoría para la representación en general, puesto que sostiene que la cuestión de la que se ocupa en su escrito es: “¿Puede la representación, en general, ser entendida como una transferencia de estructura, desde el dominio original a algún dominio representante?” (Bartels, *Ibid.*: 7). En el caso de Suárez, este argumenta en contra de ciertas concepciones ingenuas de la representación científica en general, es decir, no se focaliza en propuestas que pretendan explicar la representación que se genera a través de los modelos científicos. Por ejemplo, en el denominado argumento de la variedad que desarrolla, en el que propone diferentes tipos de dispositivos representacionales, tales como planos, ecuaciones, juguetes, etc., (véase Suárez *Ibid.*: 231-232), se evidencia claramente que no se concentra en el asunto de la representación a través de modelos científicos.

Soy consciente de que el análisis de estas propuestas y críticas puede en cierta forma resultar desorientador, puesto que lleva la reflexión a aspectos que están más allá del problema a confrontar, sin embargo, como lo he planteado en la apertura de este capítulo, buena parte de la literatura actual inicia el tema de la representación aludiendo a las concepciones estructurales y es ello, en cierta medida, lo que me ha llevado a analizar esta orientación.

CAPÍTULO 5

CONCEPCIONES INFERENCIALES DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA

En este capítulo analizaré ciertas propuestas de la representación científica que se han concentrado en la capacidad que tienen los modelos científicos de generar inferencias. Puntualmente, las propuestas que examinaré son: la concepción inferencial de M. Suárez, que propone asumir una orientación deflacionaria y minimalista en torno a la representación científica; el modelo DDI de Hughes, que propone que una representación científica es una representación-como y en ella es posible distinguir los procesos de denotación, demostración e interpretación; y la concepción interpretativa de G. Contessa, que plantea, en resistencia a la propuesta de Suárez, asumir una concepción substantiva en torno a la representación científica centrada en las nociones de denotación e interpretación analítica. En términos generales, argumentaré que estas propuestas tienen dificultades para distinguir entre las representaciones epistémicas y las representaciones informativas epistémicas y/o distinguir entre el contenido y la referencia de las representaciones epistémicas.

5.1 La concepción inferencial de la representación

Tras plantear sus críticas contra las concepciones ingenuas de la representación, Suárez desarrolla una propuesta propia en torno a la representación científica, a saber, *La concepción inferencial de la representación científica*. Sin embargo, con el propósito de entender mejor esta propuesta, conviene empezar por precisar cuatro distinciones y presupuestos que Suárez ha planteado al respecto del tema de la representación científica y que han tenido cierto eco y discusión en la literatura filosófica.

La primera cuestión consiste en diferenciar entre ciertos tipos de representaciones, a saber: arbitrarias, cognitivas, verdaderas, completas y empíricamente adecuadas. Según Suárez:

- Una representación arbitraria es aquella que se logra por un mero acto de denotación y que no transmite información útil respecto a su *representandum* (véase Suárez 2004: 771).
- Una representación cognitiva es aquella que provee al usuario de información específica sobre su objetivo (véase *Ibíd.*: 772).
- Una representación es verdadera si no permite inferir conclusiones falsas sobre su *representandum* (véase *Ibíd.*: 776).
- Una representación es completa si es verdadera y totalmente informativa, permitiendo inferir todas las verdaderas sobre su objetivo (véase *Ibíd.*: 776).
- Una representación es empíricamente adecuada si es completa con respecto a todos los aspectos observables o medibles del objetivo y permite inferir todas las verdades sobre aquellos aspectos (véase *Ibíd.*: 776).

La distinción entre estos tipos de representación ha tenido influencia en los trabajos de G. Contessa (2007a y 2007b), que distingue entre representaciones denotativas, representaciones epistémicas, representaciones epistémicas parcialmente fieles y representaciones epistémicas completamente fieles, y también en la propuesta de A. Bolinska (2013). En este punto es importante precisar lo siguiente, tanto Contessa como Bolinska sostienen que lo que Suárez denomina como ‘representación cognitiva’ es equivalente a las representaciones epistémicas (véase Contessa 2007: 52 y Bolinska 2013: 220, ambas en nota a pie de página), pero como argumentaré cuando critique a Contessa, esta equivalencia no resulta del todo correcta. Dada esta situación, a diferencia de lo que hacen Contessa y Bolinska, sigo la terminología de Suárez.

La segunda cuestión radica en asumir lo que A. Bolinska ha calificado como *el enfoque de la prioridad de la mera representación epistémica* (véase 2015: 68-69). De acuerdo a este enfoque, antes de lograr desarrollar una propuesta en torno a lo que puede ser una representación verdadera o completa, es necesario responder la cuestión preliminar ¿En virtud de qué algo es una representación cognitiva? La formulación que hace Suárez de este enfoque puede verse claramente en la siguiente cita:

El objetivo de una teoría substantiva de la representación es establecer las condiciones generales que deben cumplir tales modelos disparejos para llevar cabo una función *representacional*: no es necesario estipular las condiciones para una representación *precisa, verdadera o completa*. En otras palabras, la pregunta preliminar no es: ‘¿Cómo logra [un modelo] representar [su objetivo] de manera verdadera y completa?’ sino, más bien la cuestión preliminar e independiente ‘¿En virtud de qué es [un modelo] una representación (incompleta e inexacta) del puente?’ (2004: 767–768. Énfasis del original).

La influencia de este enfoque en la literatura puede entreverse, por ejemplo, en Callender y Cohen, cito: “la cuestión de si x representa a y es independiente (de hecho previa) a la cuestión de si x es una representación verdadera, falsa o aproximadamente verdadera de y ” (2006: 79), o en Contessa, quien al desarrollar su *Concepción interpretativa de la representación epistémica*, que es una respuesta a la pregunta ¿en virtud de qué un modelo es una representación epistémica de un sistema?, finaliza expresando que queda el camino allanado para responder a la pregunta “¿En virtud de qué un modelo representa un cierto sistema de manera fiel?” (véase Contessa 2007: 68).

La tercera cuestión consiste en proponer una distinción entre lo que Suárez ha denominado ‘medios’ y ‘constituyentes’ de una representación. De acuerdo al autor en cuestión, “Los medios de la representación son, por lo tanto, aquellas relaciones entre A y B que usamos activamente en el proceso de indagación sobre B a través de una razonamiento sobre A” (2003: 229). Como ejemplos de tales medios, Suárez enuncia: el isomorfismo, la semejanza, la ejemplificación, la instanciación, la convención y la verdad (véase 2003: 229). En tanto medios, según Suárez, estas relaciones entre el *representans* y el *representandum* pueden variar según el caso de representación que se tenga a mano, pues aun cuando entre estos pueden haber más de un tipo de relación, en una relación representacional puntual solo un tipo de relación será el medio. Al respecto de este último asunto, Suárez propone el siguiente ejemplo: “una gráfica de espacio de fase del movimiento de una bola de papel en el aire puede ser estructuralmente isomorfa al movimiento de una bola en el espacio y, además, semejante a la bola que se dibuja en el mismo tipo de papel” (*Ibid.*) Sin embargo, según Suárez, si el interés es investigar las propiedades del movimiento, el medio a emplearse será una relación de *ser isomorfo a*, mientras si el interés es investigar las propiedades del papel, el medio podría ser la relación de *semejanza*.

A diferencia de los medios, según Suárez, creer en la existencia de un constituyente de la representación cognitiva, implica comprometerse con la creencia de que existe una relación que en cada instancia de este tipo de representaciones subyace al medio representacional y que es la que posibilita la relación representacional misma. Por ejemplo, asumir que siempre entre un *representans* y un *representandum* existe una relación de isomorfismo que constituye la representación, y ella se presenta de manera independiente de que el *representans* sea un enunciado o un modelo; el *representandum*, un sistema del mundo o una estructura; y el medio, una correspondencia entre el lenguaje y el mundo o una analogía entre un modelo y un sistema. Es decir, independientemente de los medios, vehículos u objetivos que se presenten de manera explícita, creer en la existencia de un constituyente implica asumir que hay una relación que subyace y posibilita la representación misma (véase *Ibid.*: 230).

Finalmente, la cuarta cuestión es la diferencia entre dos tipos de concepciones en torno a la representación, a saber: las concepciones substantivas y las concepciones deflacionarias de la representación científica. De acuerdo a Suárez, las primeras sostienen que es posible especificar las condiciones necesarias y suficientes de cualquier representación científica y, en tanto, proponen cierta relación como constituyente de la representación. Ejemplos puntuales de este tipo de concepciones, en el marco de la representación general, serían: la [iso], la [sim] y la concepción estructural desarrollada por Bartels. Por otro lado, de acuerdo al autor en cuestión, las concepciones deflacionarias asumen que no es posible desarrollar una teoría substantiva de la representación científica, no hay constituyentes de esta, pues: “La representación no es la clase de noción que requiera, o admita, tales condiciones. Podemos, en el mejor de los casos, tratar de describir sus características más generales- encontrar las condiciones necesarias será, sin duda, lo suficientemente bueno” (*Ibid.*: 771). Como lo sugiere la cita, el ejemplo puntual de este tipo de postura es la concepción inferencial de la representación científica del mismo Suárez.

Suárez formula su propuesta en los siguientes términos:

[Inf.] *A* representa *B* solo si (i) la fuerza representacional de *A* apunta a *B*, y (ii) *A* permite que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas con respecto a *B*. (*Ibid.*: 773).

De acuerdo al autor en cuestión, la primera condición de la [Inf.] satisface la característica direccional de toda representación en general, en donde el *representans* siempre apunta al *representandum*, y esta “se cumpliría con una simple estipulación de un objetivo para cualquier

fuente” (*Ibíd.*: 771). Por otra parte, según Suárez, la segunda condición permite establecer una diferencia entre las representaciones arbitrarias y las representaciones cognitivas, las cuales (recuérdese) se caracterizan por proveer al usuario de información específica sobre su objetivo (*Ibíd.*: 771).

Un aspecto atrayente de la concepción inferencial de la representación científica es que resulta ser tanto intencional como inferencial. Dos características que, de acuerdo a nuestros análisis previos (especialmente capítulo 2 y 3), deben vincularse en el tema de la representación científica. Claramente, la condición (i) demanda la intencionalidad, en tanto son los usuarios los que fijan la fuerza representacional de la fuente; y claramente, la condición (ii) demanda tanto la intencionalidad como la capacidad inferencial, en tanto esta se basa en aludir a la competencia de los usuarios para llevar a cabo inferencias.

Es conveniente enfatizar dos cuestiones a fin de comprender mejor lo que plantea la propuesta en cuestión. Primero, debe ser ya evidente, la [Inf.] asume el enfoque de la prioridad de la representación cognitiva, en tanto se presenta como una propuesta respecto de las representaciones científicas en general y no de las representaciones científicas correctas. Segundo, como lo señala S. Ducheyne (2005), la [Inf.] es una propuesta claramente circular, puesto que para dar cuenta de la representación emplea la expresión ‘fuerza representacional’. Sin embargo, este último detalle no debe interpretarse como el resultado de un descuido por parte de Suárez, sino que es intencional. Permítaseme ahondar en esta segunda cuestión.

Iniciemos por entrever por qué la circularidad de la [Inf.] resulta intencional. Dado que Suárez presenta la siguiente caracterización para la fuerza representacional: “es la capacidad de una fuente para llevar a un usuario competente e informado a considerar el objetivo” (2004: 768), fácilmente podría plantear la condición (i) en los siguientes términos: ‘A tiene la capacidad de llevar a un usuario competente e informado a considerar a B’, sin caer en una circularidad, de modo que la cuestión que debe analizarse es por qué no lo hace⁴⁶.

⁴⁶ Si bien podría contra argumentarse que las nociones ‘fuente’ y ‘objetivo’ que empleamos en la modificación de la noción *fuerza representacional* de Suárez conllevan a la circularidad, puesto que en el contexto de su reflexión la *fuerza* es definida como el vehículo de la representación y el *objetivo* como el referente de la representación, de modo que ciertas nociones empleadas para caracterizar la *fuerza representacional* encuentran su definición en alusión a la noción *representación*, repárese que este detalle se puede evitar fácilmente caracterizando la noción *fuerza representacional* como: la capacidad que tiene un A para llevar a un usuario competente e informado a considerar un B.

Suárez propone, cito: “que adoptemos de entrada una actitud y estrategia deflacionaria o minimalista hacia el concepto de representación científica, en analogía a las concepciones deflacionarias o minimalistas de la verdad, o los análisis contextualistas del conocimiento” (2004: 770), y caracteriza las posturas deflacionarias en los siguientes términos:

... una actitud generalmente deflacionaria hacia cualquier concepto implica, aproximadamente, un intento de convertir sus lugares comunes en las condiciones definitorias del concepto. En consecuencia, implica el abandono de cualquier intento de una definición ‘más profunda’ o más substantiva de la definición del concepto. Esto es precisamente lo que la concepción inferencial nos invita a hacer con respecto de la noción de representación tal como es empleada en la ciencia (Suárez y Solé 2006: 40).

Interpreto que es la adopción de esta actitud deflacionaria la razón por la que Suárez cae en dicha circularidad, pues en la medida que emplea los términos a caracterizar en la caracterización resalta el hecho de: “no buscar características profundas para la representación que no sean sus características superficiales” (Suárez 2004: 771). Por ello mismo, aunque se podría plantear la tesis de que la *denotación* es la noción que subyace y explica a la *fuertza representacional*, como señala J. Nguyen (2016: 123), Suárez no admite tal tesis en tanto violaría su postura deflacionista, pues implica hacer de la denotación una noción substancial por medio de la que se explica una de las condiciones superficiales pero necesarias de las representaciones cognitivas (véase Suárez 2015: 41)⁴⁷.

Respecto del carácter minimalista de la [Inf.], Suárez caracteriza las posiciones minimalistas de la verdad como aquellas que, si bien aceptan algunos elementos fundamentales en el análisis del concepto ‘verdad’, asumen la existencia de otras propiedades que varían en cada instancia del concepto. Dice:

Sin embargo, (...) estas propiedades no son las mismas en todos los casos, y bien podrían variar de un dominio de discurso a otro. De ahí que el minimalismo combine las ventajas del

⁴⁷ Una segunda razón de Suárez para no aceptar tal tesis, es que considera que el concepto ‘denotación’ se emplea para aludir a la referencia de un signo a entidades materialmente existentes. Es decir, asume que un *M* solo puede denotar un *T* solo si ese *T* existe, y en tanto, considera que incluir la denotación como una condición necesaria para la representación científica, descartaría las ‘representaciones ficticias’, es decir, las representaciones de entidades no existentes (véase 2004: 770).

deflacionismo, con respecto al concepto de verdad, con las del pluralismo, con respecto a su aplicación en la práctica (Suárez y Solé 2006: 42).

Dado que la [Inf.] es enunciada a partir de las condiciones (i) y (ii), y mediante la implicación material (no un bicondicional), se adecua muy bien a una estrategia minimalista, puesto que la enunciación permite aceptar algunos elementos como necesarios para la representación [las condiciones (i) y (ii)] y dejar abierta la posibilidad de vincular una pluralidad de distintos medios representacionales que, Suárez considera, se emplean en las distintas aplicaciones del concepto ‘representación’.

En otros términos, la [Inf.] deja abierta la posibilidad de sumar otras condiciones que pueden ser necesarias, e incluso suficientes, pero que dependerán en cada contexto específico del tipo de representación que se esté llevando a cabo (véase *Ibíd.*: 40). Esto puede ejemplificarse acudiendo a la extensión de la formulación de la [Inf.] que propone Suárez:

[Plural inf]: A representa B solo si (i) la fuerza representacional de A apunta a B , y (ii) A permite que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas con respecto a B y (iii) x . (*Ibíd.*).

Al sumar la condición (iii), Suárez sostiene que: “estamos extendiendo la propuesta original a un esquema más general que caracterizamos como irreductiblemente plural en el siguiente sentido. Suponemos que hay diferentes miembros de [plural inf] con condiciones x, y, z , etc., todos ellos definen legítimamente un concepto distinto de representación” (*Ibíd.*). Por ejemplo, en una instancia específica de representación científica [Singular inf.₁], podría darse una definición en términos de condiciones necesarias y suficientes, tal como: A representa B syss (i) la fuerza representacional de A apunta a B , (ii) A permite que agentes competentes e informados efectúen inferencias específicas con respecto a B , y (iii) A es isomorfo a B . Es decir, Suárez no considera que sea imposible plantear condiciones necesarias y suficientes en casos específicos de ciertas representaciones, sino que: primero, considera que, en otras instancias específicas de [Plural inf] -[Singular inf.₂], [Singular inf.₃], etc.,- habrá otras condiciones diferentes a un isomorfismo, tales como la semejanza, el homomorfismo, etc, de modo que lo que pretende capturar la [Inf.] es una pluralidad de conceptos de representación, y por ello, debemos: “abandonar el objetivo de una teoría sustantiva para buscar las condiciones universales, necesarias y suficientes, que se cumplan en todas y cada una de las instancias concretas reales de una representación científica”

(2004: 771). Segundo, dado que en su formulación la [Inf.] es implicada por cada instancia de [Plural inf] -[Singular Inf.₁] o [Singular Inf.₂], etc.-, cada una de ellas resulta ser una instancia de la [Inf.]. Tercero, aun cuando la [Inf.] sugiere una gran cantidad de conceptos de representación, plantea como el lugar común, por el que estos diferentes conceptos caen bajo la noción ‘representación científica’, sus dos condiciones (Véase, Suárez y Solé 2006: 41).

5. 2 Críticas a la concepción inferencial de la representación

El presente apartado tiene como propósito presentar tres críticas a la [Inf.], las cuales son: primero, la [Inf.] presenta como independientes dos condiciones que no pueden presentarse como tal, pues la condición (ii), que A permita que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas con respecto a B , implica la condición (i), que la fuerza representacional de A apunte a B . Segundo, un análisis de la condición (ii) de la [Inf.], si ha de conservarse la coherencia de la propuesta, revela que es posible asumir condiciones necesarias y suficientes para la representación científica. Tercero, no hay una justificación clara respecto al porqué se debe asumir una postura deflacionaria.

Antes de desarrollar el tema debo efectuar el siguiente reconocimiento. Las tres críticas que presenté se *basan* en las tres críticas que Contessa (2007a) presenta a la [Inf.]. Sin embargo, también debo precisar que expreso que *se basan* en las críticas de Contessa y no simplemente que *presento* las críticas de este, porque: primero, Contessa plantea sus críticas a partir de una equivalencia errónea entre su noción ‘representación epistémica’ y la noción ‘representación cognitiva’ de Suárez. De modo que la formulación de mis críticas procurará evitar esta asimilación. Segundo, la forma como desarrollo mis críticas es diferente a la forma en la que Contessa desarrolla las suyas.

Primera crítica. Suárez formula la [Inf.], en los siguientes términos: “ A representa B solo si (i) la fuerza representacional de A apunta a B , y (ii) A permite que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas con respecto a B ” (2004: 773), así formulada pareciese que la [Inf.], presentara, cito: “dos condiciones independientes, cada una de las cuales es individualmente necesaria para la representación epistémica o científica y ninguna de las cuales implica la otra” (Contessa 2007a: 50), pero ¿realmente tenemos dos condiciones independientes entre sí? No, la condición (ii) implica que se cumpla la condición (i) o, en otros términos, la condición (i) es una

condición necesaria para que sea posible la condición (ii). Esta situación puede entreverse con facilidad si recordamos la forma en que Suárez caracteriza la fuerza representacional, a saber: “la capacidad de una fuente para llevar a un usuario competente e informado a considerar el objetivo” (2004: 768). Si la condición (ii) fuera independiente de la condición (i), sería posible que *A* permitiera que agentes competentes e informados hicieran inferencias específicas con respecto a *B*, condición (ii), sin que *A* tuviera la capacidad de llevar a un usuario competente e informado a considerar a *B*, negación de la condición (i), pero esto resulta contradictorio, puesto que un usuario puede emplear *A* para hacer inferencias específicas con respecto a *B*, solo si *A* tiene la capacidad de llevar a ese usuario a considerar a *B*, de modo que la condición (i) es una condición necesaria para la condición (ii). De lo anterior se sigue que, en principio, la [Inf.] debería ser reformulada como: *A* representa *B* solo si *A* permite que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas con respecto a *B*.

Segunda crítica. Iniciemos por enumerar cuatro cuestiones supuestas en la [Inf.]. Primero, la [Inf.] no es presentada por Suárez como una respuesta específica respecto de cómo los modelos científicos representan, sino como una propuesta que parece apuntar a la representación científica en general. Ello explica la diversidad de dispositivos que Suárez presenta como instancias de representaciones científicas, que abarcan modelos científicos, pero también dispositivos representacionales distintos, tales como las ecuaciones. Segundo, Suárez tampoco asume algún criterio demarcacionista que permita distinguir entre las representaciones científicas y las no científicas, ni pareciera creer en la posibilidad del mismo, puesto que suma como instancia de representaciones cognitivas representaciones no científicas, tales como el *Guernica* de Picasso (véase 2004: 777). Tercero, Suárez propone como criterio para distinguir entre representaciones arbitrarias y representaciones cognitivas el que el *representans* provea al usuario de información específica sobre el *representandum*. Cuarto, dada la condición (ii) de la [Inf.], las representaciones científicas son consideradas por Suárez como un subconjunto de las representaciones cognitivas.

A la luz de las anteriores distinciones consideremos el siguiente caso. En el siglo XVII, en la ciencia se empleó la etiqueta ‘éter’ para referir un medio invisible e intangible que ocupaba todo el espacio. Respecto de esta nominación, parece natural asumir que, en la medida que se desarrolló en el contexto científico y para referir una entidad postulada en la ciencia, debe ser calificada como una representación científica. Sin embargo, en la medida que la mera etiqueta

‘éter’ no transmite información útil sobre la entidad referida, de acuerdo a la [Inf.], debe ser considerada una representación arbitraria y no una representación cognitiva. De modo que, debemos sostener que hay ciertas representaciones científicas que son representaciones arbitrarias, de lo que se sigue que no todas las representaciones científicas cumplen con la condición (ii) y en tanto no todas las representaciones científicas son un subconjunto de las representaciones cognitivas. Desde luego, un defensor de la [Inf.], a fin de conservar la coherencia de la propuesta, debería refutar esta crítica argumentando que cuando se emplea la expresión ‘representación científica’ en el marco de la [Inf.], se están considerando únicamente aquellas representaciones cognitivas que se desarrollan en el contexto de la ciencia, y que es en este sentido que Suárez realiza afirmaciones como: “la concepción inferencial captura la objetividad de las representaciones cognitivas usadas por la ciencia” (2004: 767). No obstante, semejante argumentación revela el *quid* de la cuestión. Pues si la [Inf.] se limita a considerar como representaciones científicas aquellas representaciones cognitivas que se desarrollan en el contexto de la ciencia, contrario al minimalismo que sugiere la [Inf.], es posible formular condiciones necesarias y suficientes para las representaciones científicas, a saber:

A es una representación científica de *B* si y solo si

(ia) *A* se desarrolla en el marco de la ciencia

(iia) *A* permite que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas con respecto a *B*.

Con todo, el defensor de la [Inf.] podría replicar que si bien (ia) y (iia) se muestran como condiciones necesarias y suficientes para la representación, son dos condiciones superficiales y en esta medida la tesis de que debemos adoptar una postura deflacionaria respecto de la representación se sigue conservando. Ante tal posibilidad, planteamos nuestra tercer crítica a la [Inf.]. Suárez propone que se asuma una actitud y estrategia deflacionaria hacia el concepto ‘representación científica’ y sostiene que ello tiene como consecuencia no buscar características profundas para la representación que no sean sus características superficiales (véase Suárez 2004: 771), sin embargo, no hay una justificación de por qué deberíamos adoptar dicha actitud deflacionaria. El único soporte que parece ofrecer Suárez para asumir dicha postura, es la falta de éxito de las concepciones estructurales ingenuas de la representación, pero en la medida que estas posturas están lejos de ser las únicas posturas no superficiales posibles en torno a la

representación científica, este soporte resulta insatisfactorio⁴⁸. Por el contrario, considero que es posible enunciar razones en torno al porqué no deberíamos asumir dicha actitud deflacionaria. Enuncio la siguiente, si es posible demarcar la representación cognitiva de la representación meramente arbitraria, porque la primera permite que agentes competentes e informados hagan inferencias específicas sobre el objetivo de la representación, y consideramos la representación científica como una representación cognitiva, entonces es pertinente entender qué posibilita la realización de dichas inferencias.⁴⁹

5.3 La propuesta DDI

La propuesta DDI de R. I. Hughes (1997) es una propuesta en torno al cómo se da la modelización en la física, en la que, básicamente, se plantea que un modelo científico provee una representación-como. Cito:

La pregunta con la que arrancamos fue esta: ¿Qué clase de representación proveen los modelos científicos? La respuesta, en forma resumida, es que un modelo científico provee una representación-como, este representa un sujeto primario en términos de un sujeto secundario, el modelo mismo. La dinámica interna del modelo permite la demostración de nuevas, y a veces novedosas, conclusiones. (Hughes *Ibid.*: 335).

En términos generales, la propuesta DDI plantea que la modelización científica involucra tres componentes: la denotación, primera D, elementos del mundo físico son denotados por el modelo; la demostración, segunda D, el modelo posee una estructura interna que nos permite

⁴⁸ Conviene efectuar la siguiente observación. Las anteriores líneas casi que son un parafraseo de las siguientes líneas de Contessa: “La declaración de que la representación no admite condiciones universales y suficientes parece solo soportarse indirectamente por los argumentos de Suárez de la falta de éxito de dos propuestas específicas de la representación, la concepción de la semejanza y la estructural” (2007b: 50), sin embargo, hay un aspecto importante en el que lo que planteo se debe diferenciar de las líneas de Contessa, a saber: mi reparo no se dirige contra la afirmación de Suárez de que la representación científica no es la clase de concepto que admita condiciones necesarias y suficientes, sino en contra de su afirmación de no buscar características explicativas profundas. Es importante diferenciar esto, en la medida de que es viable buscar características necesarias para la representación científica que no sean superficiales y ello no implica que dichas características sean suficientes.

⁴⁹ Se podría argumentar que la postura deflacionaria que la concepción inferencial invita a asumir con respecto a la representación científica, se debe justificar en la fuerte orientación pragmática que tiene la misma, sin embargo, en la medida que el pragmatismo no implica asumir una postura deflacionaria, dicho argumento no resulta claro.

demostrar conclusiones teóricas; y la interpretación, letra I, las conclusiones son interpretadas en el sistema para hacer predicciones (Véase Hughes: 1997: 325).

Antes de presentar con más detalle esta propuesta, permítaseme efectuar una observación de carácter hermenéutico. Callender y Cohen han sostenido que Hughes está interesado en solucionar el problema de la demarcación para la representación científica, según el cual: es necesario encontrar criterios para distinguir la representación científica de otro tipo de representaciones, en sus palabras: “parece que Hughes está interesado en distinguir la representación científica de otros tipos de representación —es decir, está intentando resolver un tipo de problema de demarcación para la representación científica” (2006: 68-69). El fundamento que proporcionan Callender y Cohen para atribuir a Hughes dicho interés es la siguiente, supuesta, evidencia textual: “Estoy haciendo la más modesta sugerencia de que, si examinamos un modelo teórico con estas tres actividades en mente, lograremos alguna idea de la clase de representación que este provee” (Hughes 1997: 329, véase Callender y Cohen en las anteriores páginas referidas). Sin embargo, considero que no resulta adecuado atribuirle a Hughes dicha intención demarcacionista, en tanto en líneas previas a las que Callender y Cohen emplean como fundamento para su interpretación, este expresa lo siguiente:

No estoy argumentando que la denotación, la demostración y la interpretación constituyan un conjunto de actos de habla individualmente necesarios y conjuntamente suficientes para que un acto de representación teórica tome lugar. Estoy haciendo la más modesta sugerencia de que, si examinamos un modelo teórico con estas tres actividades en mente, lograremos alguna idea de la clase de representación que este provee (*Ibid.*)⁵⁰.

Considero que, de acuerdo a las anteriores líneas, es más adecuado interpretar las palabras de Hughes como una tentativa de comprender el tipo de representación efectuada a través de los modelos científicos, que bien podría considerarse semejante a la representación efectuada en otros ámbitos. Un fundamento para esta interpretación es el hecho de que el mismo Hughes propone como un ejemplo de una representación-como la pintura de de Joshua Reynolds, *La*

⁵⁰ La caracterización que efectúa el mismo Hughes de los tres elementos de su propuesta como actos de habla, resulta inadecuada. Pues en la medida que un acto de habla se define como “aquello que se hace al decir algo diferente al acto mismo de decirlo”, no es claro por qué estos tres elementos deben ser considerados como tal. Este error se hace más evidente, en la medida que Hughes muestra cómo operan los tres elementos de su propuesta aludiendo a un diagrama Galileano que evidentemente no es un acto de habla.



Figura 14. Retrato de Sarah Siddons realizado por Sir Joshua Reynolds
Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Sarah_Siddons

Señora Siddons como la Musa de la Tragedia (véase figura 15), la cual, desde luego, se ha desarrollado en un escenario distinto al de la representación científica. Cito:

Las teorías (...) son siempre *representaciones-como*, representaciones de la clase ejemplificada por la pintura de Joshua Reynolds *La señora Siddons como la Musa de la Tragedia*. En esta pintura Reynolds nos invita a pensar su sujeto primario, la s eñora Siddons, en términos de otro, la Musa de la Tragedia, y permite que las connotaciones de este tema secundario guíen nuestra percepción de la señora Siddons (*Ibid.*: 331).

Si la conclusión a la que llega Hughes es que los modelos científicos son representaciones-como y presenta como instancias de este tipo de representaciones a ciertas representaciones no

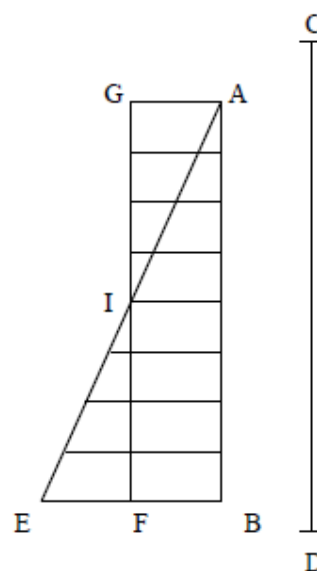
científicas, resulta paradójico atribuirle a Hughes la intención demarcacionista de querer distinguir la representación científica de cualquier otro tipo de representación.

De ser interpretado como proponen Callender y Cohen, debe decirse de entrada que el trabajo de Hughes no encuentra criterios para distinguir la representación científica de otro tipo de representaciones, pues no aplica exclusivamente para los modelos científicos, sino que abarca otro tipo de representaciones. De ser interpretado como propongo, el trabajo de Hughes muestra ciertos aspectos que permiten comprender cómo se opera con las representaciones a través de modelos científicos.

Hughes formula su propuesta explícitamente a partir del trabajo de Galileo *Discourses Concerning Two New Sciences* (1638), específicamente en el análisis del *Tercer día, Proposición I, Teorema I*. El punto clave que destaca Hughes es que Galileo toma un problema de física (sujeto primario), lo representa a partir de un diagrama geométrico (sujeto secundario) en el que obtiene conclusiones, que de nuevo interpreta en términos del problema inicial.

La cuestión abordada por Galileo, en la que Hughes se enfoca, es la relación existente entre la distancia recorrida por un objeto que acelera uniformemente desde una posición de reposo durante un tiempo dado y la atravesada por un objeto que se mueve con una velocidad uniforme durante el mismo tiempo. Para exponer cómo Galileo enfrenta dicho problema, Hughes emplea la siguiente cita y diagrama de los *Discourses*:

Representemos con la línea AB el tiempo en el que el espacio CD es atravesado por un cuerpo, que arranca desde reposo en C y es uniformemente acelerado. Representemos el valor final y más alto de la velocidad, ganado durante el intervalo AB, con la línea EB, la cual es trazada en ángulo recto a AB. Si trazamos la línea AE, entonces todas las líneas dibujadas desde puntos equidistantes sobre AB y en paralelo a BE representarán los valores crecientes de velocidad, iniciando con el instante A. Dibújese el punto F, que biseca la línea EB. Tracemos la línea FG paralela a BA y la línea GA paralela a FB, formando así un paralelogramo AGFB que será igual en área al triángulo AEB, ya que el lado GF divide el lado AE en el punto I. Si las líneas paralelas en el triángulo AEB son extendidas a GI, entonces la



suma de todos los paralelos contenidos en el cuadrilátero es igual a la suma de los contenidos en el triángulo AEB, porque aquellos en el triángulo IEF son iguales a los contenidos en el triángulo GIA, mientras que aquellos incluidos en el trapecio AIFB son comunes. Dado que cada instante en el intervalo de tiempo AB tiene su punto correspondiente en la línea AB, en la cual los puntos dibujados en paralelo y limitados por el triángulo AEB representan los valores crecientes de velocidad, y dado que las paralelas que se encuentran dentro del rectángulo representan los valores de una velocidad que no aumentan, sino que es constante, parece, de la misma manera, que los momentos [*momenta*] asumidos por el cuerpo en movimiento pueden también ser representados, en el caso del movimiento acelerado, por las paralelas crecientes del triángulo AEB, y en el caso del movimiento uniforme, por las paralelas del rectángulo GB. Porque, los momentos que faltan en la primera parte del movimiento acelerado (la deficiencia del momento representada por los paralelos del triángulo AGI) son completados por los momentos representados por los paralelos del triángulo IEF (Galileo 1638: 173-174).

Tras las anteriores observaciones, en el siguiente párrafo Galileo concluye:

Por tanto, es claro que espacios iguales serán atravesados en tiempos iguales por dos cuerpos, uno de los cuales arranca en reposo, moviéndose con una aceleración uniforme, mientras el momento del otro, que se mueve con velocidad uniforme, es la mitad del momento máximo del movimiento acelerado (*Ibid.*: 173-174)⁵¹.

Hughes sostiene que los tres elementos de su propuesta, la denotación, la demostración y la interpretación, pueden verse claramente en la propuesta de Galileo. Respecto de la denotación dice que: “intervalos de tiempo son denotados por distancias a lo largo de un eje vertical, la velocidad es denotada por la longitud de unas líneas horizontales” (Hughes 1997: 328). En torno a este elemento, resulta conveniente señalar que al hablar de denotación en esta propuesta, lo que se propone es que elementos que hacen parte del diagrama refieren elementos que hacen parte del *representandum*, generándose así lo que hemos caracterizado antes como una denotación analítica (recuérdese las críticas a la concepción estipulativa de la representación), de tal forma que no se plantea simplemente un modelo en el que el *representans* como un elemento simple (no

⁵¹ Aquí cito más de Galileo que lo que cita Hughes, la razón para ello es que considero que las líneas que sumo permiten entrever mejor el razonamiento llevado a cabo por Galileo.

compuesto de partes) denota al *representandum* como un elemento simple, lo que sucede, por ejemplo con las representaciones meramente denotativas, tales como los nombres propios.⁵²

En torno a la demostración, Hughes sostiene que esta demanda que el *representans* sea “un sujeto secundario que tiene, por así decirlo, una vida propia. En otras palabras, la representación tiene una dinámica interna cuyos efectos podemos examinar” (1997: 331). En el ejemplo de Galileo, la estructura del diagrama permite que Galileo, a partir de los recursos deductivos de la geometría, efectúe un análisis en términos meramente de líneas, áreas, etc., elementos que componen el diagrama, y llegue a la conclusión de que el área del triángulo AEB es igual al área del paralelogramo AGFB. Así, mientras la denotación nos exige referir los elementos de un sujeto primario, intervalos de tiempo, velocidad, etc., en términos de un sujeto secundario, distancias en un eje vertical, longitud de unas líneas horizontales, etc., la demostración nos invita a pensar dichos elementos físicos exclusivamente en términos de elementos geométricos que tienen una dinámica interna que nos permite obtener conclusiones geométricas. Otros dos ejemplos, ofrecidos por Hughes, son dos modelos científicos que representan lo que acontece a la luz cuando a traviesa dos rendijas. Un modelo matemático cuya “dinámica interna es suministrada por una mezcla de geometría y álgebra” (1997: 332) y un modelo material de un tanque de ondas que “modela la luz con un movimiento ondulatorio en sentido literal” (*Ibid.*) y cuya dinámica interna es suministrada “por los procesos naturales involucrados en la propagación de las ondas de agua” (*Ibid.*). El punto que enfatiza Hughes con estos distintos ejemplos es que, sea el *representans* un diagrama geométrico, un modelo matemático o un tanque de ondas (modelo material), estos modos de representación comparten la característica de contener los recursos, sean estos geométricos, geométrico-álgebraicos o procesos naturales, que nos permiten demostrar los resultados que nos interesan (véase *Ibid.*).

Sin embargo, dado que los resultados que se logran mediante el proceso de demostración se obtienen en el *representans*, sujeto secundario, y no en el *representandum*, sujeto primario, en términos de Hughes: “Los resultados que demostramos en un tanque de ondas son, en primera instancia, resultados sobre un tanque” (*Ibid.*), para lograr que las conclusiones logradas en el modelo puedan decirnos algo sobre el *representandum*, es necesario vincular un proceso de

⁵² Hughes, a veces, pareciera usar la expresión *denotación* como si el *representans* estuviera como un elemento simple por el *representandum*, repárese la siguiente línea: “Siguiendo a Goodman, tomo un modelo de un sistema físico para “ser un símbolo de este, para estar por este, referir a este” (Hughes *Ibid.*: S330). No obstante, en su ejemplo este no es el uso que se le da al término.

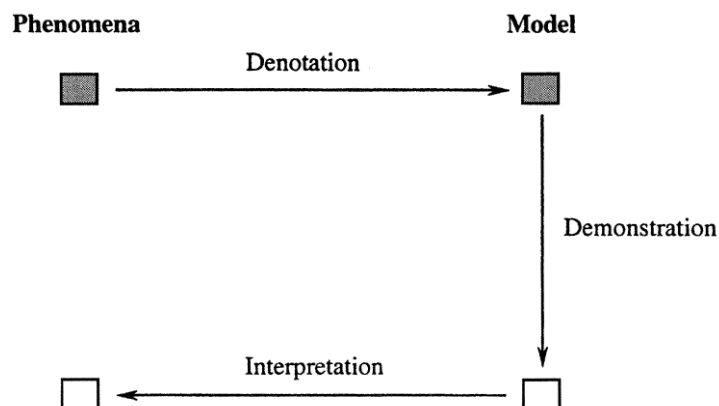


Figura 15. Modelo DDI de R. I. Hughes
Tomado directamente de Hughes 1997: S328.

interpretación mediante el que dichos resultados sean trasladados al *representandum*. Este tercer elemento es el que permite la predicción (*Ibid.*: 333). Cito: “Solo después de la interpretación podemos ver si las conclusiones corresponden a los fenómenos y, por tanto, si la teoría es empíricamente adecuada” (*Ibid.*: 333). Retornando al ejemplo de Galileo, tras demostrar la equivalencia de las áreas del triángulo AEB y del paralelogramo AGFB, este interpreta la equivalencia del área como la equivalencia de los espacios atravesados por el cuerpo que se mueve en aceleración uniforme y el cuerpo que se mueve con velocidad uniforme, respectivamente.

5.4 Reparos a la propuesta DDI

La propuesta DDI, como señala Nguyen 2016: 141, es una propuesta diacrónica de lo que hace un usuario cuando emplea un modelo para lograr obtener información sobre el sistema representado. Primero, estipulamos que partes del modelo denotan partes del *representandum*; segundo, valiéndonos de la dinámica interna del sistema realizamos razonamientos en este que nos permite obtener nuevas conclusiones en el mismo; y tercero, interpretamos dichas conclusiones en términos del *representandum*, lo que nos permite ver la adecuación o no de dicho modelo. Estos tres momentos pueden, incluso, advertirse con claridad en el razonamiento que efectuamos antes (capítulo 2, apartado 2.2) en el modelo de un cuerpo en caída libre con el propósito de conocer la altura de una colina. En este caso, empleamos: primero, partes del modelo para *denotar* partes de nuestra situación, por ejemplo, *denotar* con una partícula una piedra;

segundo, un proceso de *demonstración* a partir de los datos de g y t y las definiciones de d , v_m y v_j , para inferir la distancia recorrida por la partícula; y, tercero, una *interpretación* de la distancia recorrida por la partícula durante n tiempo como la altura de la colina.

Entonces ¿cuál es la dificultad de esta propuesta? Encuentro dos dificultades en ella. Primera dificultad, aunque la propuesta DDI es una respuesta atractiva respecto de lo que hace un usuario de un modelo cuando emplea este para lograr obtener información sobre el sistema representado, la propuesta no explica por qué un modelo puede ser usado así. Segunda dificultad, los elementos que presenta este modelo permiten la inclusión de ciertos dispositivos que no son modelos. Desarrollemos cada una de estas dificultades.

Hughes se compromete con la noción de *denotación* de N. Goodman (1968), dice “... propongo que atendamos al dictamen de Nelson Goodman” (Hughes *Ibid.*: 330), cita las siguientes líneas respecto del dictamen: “la denotación es el núcleo de la representación y es independiente de la semejanza” (Goodman 1968: 5; Hughes *Ibid.*) y, luego expresa: «Siguiendo a Goodman, tomo un modelo de un sistema físico para “ser un símbolo de este, estar por este, referir a este» (*Ibid.*). Pero, en el texto referido por Hughes, Goodman sugiere que la denotación puede ser un producto de una mera estipulación arbitraria, por ejemplo, dice: “Puedo dejar que cualquier cosa denote cosas rojas (...) denotar cosas rojas no requiere nada más que dejar que se refieran a ellas” (1968: 58-59), y en nuestras críticas a la concepción estipulativa de la representación (capítulo 2), hemos visto que la denotación entendida como el producto de un mero acto arbitrario de estipulación no alcanza para explicar cómo obtenemos información a través de la representación efectuada mediante modelos científicos. Desde luego, frente a este ‘pero’ debe contra argumentarse que, al sumar las nociones de demostración e interpretación, Hughes está diferenciando la representación científica de las representaciones meramente denotativas; sin embargo, y esta es la cuestión, infortunadamente la propuesta DDI de Hughes no explica por qué es posible efectuar una demostración en un modelo que permita inferir una conclusión que puede interpretarse como empíricamente adecuada o no en el sistema representado. En otras palabras, la propuesta DDI se queda en una enunciación de lo que se hace y no pasa a una explicación del porqué ello puede hacerse. Los procesos de denotación, demostración e interpretación son un síntoma, un indicio, de que tenemos una representación efectuada a través de modelos científicos, pero no una explicación de cómo logramos desarrollar el tipo de representaciones que nos permiten desarrollar este tipo de procesos.

Si bien podría replicarse que al introducir la noción *demonstración*, Hughes insistentemente sugiere que esta es posible porque el *representans* “tiene una dinámica interna cuyos efectos podemos examinar”, de modo que dicha dinámica resulta ser un elemento explicativo de por qué es posible cuando menos la demostración, mi ‘pero’, que revela la segunda dificultad de la propuesta DDI, es que así planteada esta noción resulta tan general que permite dilucidar en dispositivos representacionales que no consideramos modelos, los tres elementos de la propuesta de Hughes. Permítase ilustrar esto. El enunciado compuesto:

Todos los hombres son mortales y Sócrates es hombre.

Se encuentra compuesto de un conjunto de términos que pueden emplearse para denotar individuos de un sistema⁵³. Formalmente, dicho enunciado puede simbolizarse del siguiente modo:

$$(\forall x) (Hx \supset Mx) \bullet Hs$$

Y empleando reglas lógicas podemos demostrar que de este enunciado compuesto se puede inferir el enunciado simple ‘Sócrates es mortal’ (M_s):

- | | | |
|----|--|----------------------------|
| 1. | $(\forall x) (Hx \supset Mx) \bullet Hs$ | |
| 2. | $(\forall x) (Hx \supset Mx)$ | 1, Simplificación |
| 3. | $Hs \supset Ms$ | 2, Instanciación Universal |
| 4. | Hs | 1, Simplificación |
| 5. | Ms | 3,4 <i>Modus Ponens</i> |

Finalmente, el enunciado M_s puede interpretarse en términos del *representandum*, puesto que “El requisito de adecuación empírica es (...) el requisito de que la interpretación sea la inversa de la denotación” (Hughes *Ibid.*: 330).

Adviértase que en este ejemplo hemos cumplido con los diferentes elementos que plantea la propuesta DDI, a saber: primero, estipulamos que partes del *representans* denotan partes del *representandum*; segundo, valiéndonos de la dinámica interna del *representans* realizamos

⁵³ Si Hughes recoge la noción *denotación* de Goodman, y este último plantea que cualquier x puede denotar a cualquier y , siempre y cuando establezcamos que con x referiremos a y , expresar que ‘los elementos componente del enunciado pueden emplearse para denotar individuos de un sistema’, no puede resultar problemático para Hughes.

razonamientos en este que nos permite obtener nuevas conclusiones en el mismo; y tercero, interpretamos dichas conclusiones en términos del *representandum*. No obstante, no parece que el enunciado ‘Todos los hombres son mortales y Sócrates es hombre’ sea un modelo que represente un sistema objetivo determinado, pues, aunque el enunciado puede representar informativamente un sistema objetivo determinado, puesto que puede emplearse como una representación denotativa con contenido, el caso es que el enunciado no es un modelo de ese determinado sistema objetivo.

En este punto, es necesario efectuar dos observaciones mutuamente relacionadas. Primera observación, la crítica anterior pierde importancia si no somos capaces de precisar alguna característica que tengan en común los modelos y que permita diferenciarlos de las representaciones informativas no epistémicas, como la de nuestro ejemplo (que permite la denotación, la demostración y la interpretación sin ser un modelo), pues, no precisar dicha diferencia implica que, aunque los elementos propuestos por Hughes son insuficientes, no somos capaces de presentar alguna propuesta mejor. Sin embargo, en contra del parecer de Hughes, más adelante defenderé la tesis de que hay una característica que tienen en común aquellas entidades que denominamos modelos y que determinan la forma en que estas representan (capítulo 6, apartado 6.4). Segunda observación, podría argumentarse que nuestro ejemplo anterior, que presenta una representación informativa en la que se denota, demuestra e interpreta sin que tengamos un modelo, cae en la falacia de *ignoratio elenchi*, dado que la propuesta DDI de Hughes pretende ser una explicación en torno a la representación a través de los modelos científicos, y no en torno a cualquier tipo de entidad representacional, de modo que, aunque nuestro razonamiento parece correcto, está equivocado, pues no apunta a la misma tesis que defiende Hughes. Sin embargo, esta apreciación pierde su fuerza si recordamos las siguientes líneas de Hughes:

Los modelos científicos, como se usa ahora el término, son muchos y diversos. Si nuestra explicación filosófica de la teorización debe ser en términos de modelos, entonces necesitamos tanto reconocer esta diversidad como identificar cualquier elemento común que exista dentro de ella. La característica quizás la única característica que todos los modelos teóricos tienen en común es que proporcionan representaciones de partes del mundo, o del mundo tal como lo describimos. Pero el concepto *representación* es tan resbaladizo como el de *modelo* (...) ¿Qué, podemos preguntar, tiene en común la representación de un cristal como una disposición de

barras y esferas, y la representación del movimiento de un cuerpo que cae por la ecuación $s = gt^2/2$? Además, por supuesto, de ser el tipo de representación que proporciona un modelo.

Es decir, dada la diversidad del término “modelos”, Hughes se plantea la necesidad de presentar la característica común que tienen los modelos y sostiene que, quizás, la única característica común de estos es que proveen representaciones de partes del mundo, pero, dada la dificultad de que la noción *representación* es tan diversa como la de *modelo*, Hughes se propone proveernos ciertos elementos que caracterizan las representaciones a través de modelos científicos. No obstante, y es el punto que enfatiza la segunda crítica, los elementos propuestos permiten la inclusión de ciertos dispositivos que no son modelos, por lo que caemos en un problema. Finalmente, si bien el defensor de la propuesta DDI podría recordarnos que en este no se argumenta que la denotación, la demostración y la interpretación sean condiciones necesarias y suficientes para que las representaciones científicas tomen lugar, considero que: 1) nuestro examen muestra las limitaciones de esta propuesta, y 2) el defensor de la propuesta DDI adeuda explicar por qué la denotación, la demostración y la interpretación no son condiciones necesarias para la representación a través de modelos científicos.

5.5 La concepción interpretativa de la representación epistémica

G. Contessa ha desarrollado una propuesta en torno a la representación epistémica denominada *Concepción interpretativa de la representación epistémica*, es decir, una propuesta que pretende explicar cómo un usuario pueda efectuar inferencias subrogatorias válidas, aunque no necesariamente sólidas, desde el vehículo al objetivo (véase 2007a, 2007b, 2011 y 2013)⁵⁴. Dicha propuesta es presentada por su autor en dos instancias. En un primer momento, efectúa una enunciación general de la propuesta y, en un segundo momento, introduce una noción de interpretación y explica cómo se trabaja con ella en las representaciones epistémicas (véase 2007a, 2007b y 2013). Seguiré este mismo orden en la exposición de su propuesta y, luego, agregaré algunas citas que

⁵⁴ Recuérdese la definición de Contessa de las representaciones epistémicas: U vehículo es una representación epistémica de un cierto objetivo para un cierto usuario si y solo si el usuario es capaz de realizar inferencias subrogatorias válidas (aunque no necesariamente sólidas) del vehículo al objetivo. Llamo a esta condición necesaria y suficiente para la representación epistémica razonamiento subrogatorio válido (Contessa, 2007b: 52-53).

muestran cómo asimila su noción de representación epistémica con la noción de representación cognitiva de Suárez.

La enunciación general de la concepción interpretativa de la representación epistémica sostiene:

Un vehículo es una representación epistémica de un cierto objetivo para un cierto usuario, si y solo si (a) el usuario toma el vehículo para denotar el objetivo y (b) el usuario adopta una interpretación del vehículo en términos del objetivo (Contessa 2011: 126, véase 2013: 41).

Dado que, en su enunciación general, la denotación y la interpretación se exponen como condiciones individualmente necesarias y conjuntamente suficientes para la representación epistémica, es posible cuestionar por qué es necesario incluir la condición (a) teniendo la condición (b), puesto que pareciera que la demanda de interpretar el vehículo en términos del objetivo, implica ya, tomar el vehículo para estar por el objetivo. Según Contessa, esto es necesario porque:

Puede valer la pena explicar por qué, de acuerdo con la concepción interpretativa, (a) todavía es necesaria incluso si (b) se obtiene. Suponga que usted se encuentra un mapa de un sistema de metro que no le indica qué sistema de metro (si lo hay) representa. Dado que la mayoría de los mapas de metro están diseñados sobre la base de la misma interpretación general, usted podría aún hacer una serie de inferencias sobre la red de metro que representa el mapa, incluso si no sabe qué sistema representa. De acuerdo a la concepción interpretativa, esto se debe a que, en este caso, la condición (b) parece mantenerse, pero la condición (a) no (*Ibid.*: 134).

Es decir, en tanto es posible efectuar inferencias en un *representans* sin conocer cuál es su *denotatum* y la concepción interpretativa es una explicación de qué hace a un vehículo una representación epistémica de un cierto objetivo para un cierto usuario, es necesario vincular de forma clara la denotación del vehículo al objetivo.⁵⁵

⁵⁵ En su texto *Scientific Representation, Interpretation, and Surrogate Reasoning* (2007b), Contessa provee una enunciación general de su concepción interpretativa solo bajo la condición (b), dice: “De acuerdo a la concepción interpretativa, un vehículo es una representación epistémica de un cierto objetivo (para un cierto usuario) si, y solo si, el usuario adopta una interpretación del vehículo en términos del objetivo. Llamaré a esta condición necesaria y suficiente, *interpretación*” (2007b: 57). No obstante, he privilegiado la formulación de arriba, sobre la que refiero aquí, dada que esta es la que se presenta en textos más recientes.

Respecto de la denotación, en tanto es considerada como algo que puede lograrse mediante un mero acuerdo, cito: “La denotación puede ser una cuestión de convención. Aquí, asumiré que, en principio, cualquier cosa puede denotar cualquier otra cosa si un grupo de usuarios está implícita o explícitamente de acuerdo en que lo hace” (2007b: 52, véase también 2007: 30, 2013: 13), tenemos que esta relación, aunque necesaria, no es suficiente para dar cuenta de la representación epistémica. Cito:

la concepción interpretativa está de acuerdo con la concepción denotativa y la inferencial al tomar la denotación como una condición necesaria para la representación epistémica, pero esta toma la adopción de una interpretación del vehículo en términos del objetivo como lo que convierte un simple caso denotación en un caso de representación epistémica (*Ibid.*: 2011: 126).

Es decir, según la concepción interpretativa, a la denotación hay que agregarle la interpretación para obtener un caso de representación epistémica, pero ¿Cómo se entiende en esta propuesta la interpretación?

Contessa plantea que: “[d]e acuerdo a una general, aunque algo laxa, caracterización de la noción interpretación, un usuario interpreta un vehículo en términos de un objetivo, si toma hechos sobre el vehículo para estar por (posibles) hechos sobre el objetivo” (2013: 43- 44, véase 2007b: 57), y sostiene que un posible modo, no el único, de llevar a cabo dicha tarea es lo que denomina ‘interpretación analítica’ (véase *Ibid.*, 2013: 44 o *Ibid.*, 2007b).

Según la concepción interpretativa, lo primero que demanda una interpretación analítica es que el usuario identifique, tanto en el vehículo como en el objetivo, un conjunto de objetos, propiedades y relaciones relevantes. Cito:

Para que un usuario adopte una interpretación de un cierto objetivo, debe identificar un conjunto (no vacío) de objetos v -relevantes en el vehículo ($\Omega^V = \{o_1^V, \dots, o_n^V\}$), un conjunto (posiblemente vacío) de propiedades v -relevantes de y de relaciones entre los objetos v -relevantes en el vehículo ($P^V = \{^nR_1^V, \dots, ^nR_r^V\}$ donde nR denota una relación n -aria y las propiedades son construidas como relaciones 1-arias), y un conjunto (posiblemente vacío) de las funciones v -relevantes, ($\Phi^V = \{^nF_1^V, \dots, ^nF_r^V\}$, (donde nF denota una función n -aria), desde $(\Omega^V)^n$ hasta Ω^V . El usuario también debe asumir que, en el objetivo, hay un conjunto (posiblemente vacío) de objetos t -relevantes en el vehículo ($\Omega^T = \{o_1^T, \dots, o_n^T\}$), un conjunto (posiblemente vacío) de propiedades

t -relevantes de y de relaciones entre los objetos t -relevantes en el vehículo ($P^T = \{^n R_t^T, \dots, ^n R_r^T\}$) y un conjunto de funciones t -relevantes, ($\Phi^T = \{^n F_t^V, \dots, ^n F_r^V\}$, (donde $^n F$ denota una función n -aria), desde $(\Omega^T)^n$ hasta Ω^T (*Ibid.*: 2013: 44).

Es importante enfatizar que, según la propuesta en cuestión, los conjuntos Ω^V , P^V y Φ^V y los conjuntos Ω^T , P^T y Φ^T , no equivalen a los objetos, relaciones y funciones del vehículo ni a los objetos, relaciones y funciones del objetivo, respectivamente, sino a los objetos, relaciones y funciones identificados por el usuario como relevantes en cada uno de estos. De modo que, los primeros deben ser un subconjunto de los objetos, relaciones y funciones del vehículo; mientras los segundos, un subconjunto de los objetos, relaciones y funciones del objetivo.

Luego de la identificación de los elementos relevantes, tanto en v como en t , la definición de una interpretación analítica es dada en los siguientes términos:

u adopta una interpretación (analítica) de v en términos de t , $i^\circ(v \rightarrow t)$, si y solo si:

- (1) El usuario toma cada objeto en Ω^V para denotar uno y solo uno objeto (posible) en Ω^T y cada objeto (posible) en Ω^T será denotado por uno y solo un objeto en Ω^V ,
- (2) El usuario toma cada relación n -aria en P^V para denotar una y solo una relación n -aria en P^T y cada relación n -aria relevante en P^T para ser denotada por una y solo una relación n -aria en P^V ,
- (3) El usuario toma cada función n -aria en Φ^V para denotar una y solo una función n -aria en Φ^T y cada función n -aria en Φ^T para ser denotada por una y solo una función n -aria en Φ^V (*Ibid.*: 44).

Dado que no todos los objetos, ni las propiedades, ni las funciones tanto del vehículo como del objetivo son relevantes para efectuar una interpretación analítica del vehículo en términos del objetivo, uno podría cuestionarse ¿Cuál es el criterio para que un objeto o una relación en el vehículo o en el objetivo sean considerados relevantes? Según Contessa:

Los únicos objetos, propiedades y relaciones v -relevantes son aquellos que denotan objetos, propiedades y relaciones en el objetivo, y los únicos objetos, propiedades, funciones y relaciones t -relevantes en el objetivo son aquellos que son denotados por objetos, propiedades, funciones y relaciones, respectivamente (*Ibid.*)

Además, el autor efectúa la siguiente advertencia “con el propósito de que un usuario tome un objeto en el vehículo para denotar un (posible) objeto en el objetivo, un usuario no necesita creer que el objeto (supuestamente) denotado existe” (2013: 49), esto en tanto es necesario distinguir entre el contenido representacional de la representación epistémica, que es definido como: “el conjunto de proposiciones sobre el objetivo, t , que es válido inferir desde el vehículo, v ” (*Ibid.*: 13), y aquello que el usuario cree sobre el objetivo (véase también 2007b: 59-60).

De acuerdo a la concepción interpretativa, cuando un usuario adopta una interpretación analítica del vehículo en términos del objetivo, implícitamente acoge el siguiente conjunto de reglas que determina cuáles inferencias subrogatorias del vehículo al objetivo son válidas:

- (Regla 1) Si, de acuerdo a la interpretación analítica de v en términos de t , $i^\circ(v \rightarrow t)$, adoptada por u , o_i^V denota o_i^T , entonces es válido para u inferir que o_i^T está en t si y solo si está en v ,
- (Regla 2) Si, de acuerdo a la interpretación analítica de v en términos de t , $i^\circ(v \rightarrow t)$, adoptada por u , o_i^V denota $o_i^T, \dots, o_n^V$ denota o_n^T y ${}^nR_k^V$ denota ${}^nR_k^T$, entonces es válido para u inferir que la relación ${}^nR_k^T$ se mantiene entre $o_i^T, \dots, o_n^T$ si y solo si ${}^nR_k^V$ se mantiene entre $o_i^V, \dots, o_n^V$,
- (Regla 3) Si, de acuerdo a la interpretación analítica de v en términos de t , $i^\circ(v \rightarrow t)$, adoptada por u , o_i^V denota o_i^T , o_i^V denota $o_i^T, \dots, o_n^V$ denota o_n^T y ${}^nF_k^V$ denota ${}^nF_k^T$, entonces es válido para el usuario inferir que el valor de la función ${}^nF_k^T$ para los argumentos $o_i^T, \dots, o_n^T$ es o_i^T si y solo si el valor de la función ${}^nF_k^V$ para los argumentos $o_i^V, \dots, o_n^V$ es o_i^V . (*Ibid.*: 47).

Tras las anteriores precisiones, finalmente se provee la siguiente definición de validez para la representación epistémica:

Si u adopta una interpretación de v en términos de t , $i^\circ(v \rightarrow t)$, entonces una inferencia subrogatoria de v en términos de t es *válida* (de acuerdo a $i^\circ(v \rightarrow t)$) si, y solo si está de acuerdo con la (Regla 1), la (Regla 2) o la (Regla 3). (*Ibid.*: 48)

Y, con el propósito de ilustrar cómo funciona su propuesta, el autor en cuestión propone el siguiente ejemplo concreto:

Supóngase que un usuario adopta una interpretación estándar del mapa del Subterráneo de Londres en términos de la red y que además toma el mapa para estar por la red. De acuerdo a la (Regla 1), del hecho que haya un círculo etiquetado ‘Holborn’ sobre el mapa, es válido para él inferir que hay una estación llamada Holborn sobre la red del Subterráneo de Londres y, del

hecho que no hay un círculo o pestaña etiquetada ‘Barhurst’ sobre el mapa, es válido para él inferir que no hay una estación llamada Barhurst sobre la red de Subterráneo de Londres (*Ibíd.*: 47).

En síntesis, de acuerdo a la concepción interpretativa, un vehículo representa su objetivo porque el usuario: 1) toma el primero para denotar el segundo y 2) adopta una interpretación del primero en términos del segundo, y para lograr una interpretación analítica, el usuario: 2a) identifica objetos, posiblemente relaciones y posiblemente funciones *v*-relevantes en el vehículo y posiblemente objetos, posiblemente relaciones y posiblemente funciones *t*-relevantes en el objetivo (con el ‘posiblemente’ indico que estos pueden ser conjuntos vacíos para Contessa); 2b) establece una relación de denotación, uno a uno, entre los objetos, propiedades, relaciones y funciones *v*-relevantes en el vehículo y los objetos, propiedades, relaciones y funciones *t*-relevantes en el objetivo, respectivamente; y 2c) emplea la (*Regla 1*), la (*Regla 2*) o (*Regla 3*) para efectuar inferencias del vehículo al objetivo.

Resulta importante enfatizar las siguientes cuestiones. Primero, la concepción interpretativa, a diferencia de la concepción inferencial de Suárez, no es una propuesta minimalista ni deflacionaria, esta es: a) desarrollada en términos de condiciones necesarias y suficientes para la representación epistémica, y b) procura explicar en virtud de qué tanto la representación epistémica como el razonamiento subrogatorio se obtienen. De modo que, aunque en la concepción interpretativa el razonamiento subrogatorio es una condición necesaria y suficiente para la representación epistémica, no es este razonamiento lo que explica en virtud de qué algo puede ser tomado como una representación epistémica, sino que es un efecto de dicho tipo de representaciones, cito: “La principal diferencia entre la concepción interpretativa que defiendo aquí y la concepción inferencial de Suárez, es que la concepción interpretativa es una propuesta substantiva –la interpretación no es solo un “síntoma” de la representación, es lo que hace de algo una representación epistémica de algo más” (2007b: 48). Segundo, según Contessa, aunque la interpretación analítica es una *condición suficiente* para la representación epistémica, no debe considerarse una *condición necesaria* para la misma, en sus palabras: “[u]na forma específica de interpretar un vehículo –aunque de ningún modo la única manera- es adoptar lo que llamo ‘una *interpretación analítica* del vehículo’” (2013: 44). De modo que, dada la enunciación general de la concepción interpretativa, el elemento necesario para la representación epistémica es la interpretación, no la interpretación analítica, de lo que se infiere que para Contessa no toda

interpretación de un vehículo en términos de su objetivo debe ser analítica: “Las representaciones epistémicas cuyas interpretaciones estándar no son analíticas son por lo menos concebibles” (*Ibid.*: 45, véase 2007b: 58).

Tercero, la concepción interpretativa es una propuesta que asume *el enfoque de la prioridad de la mera representación epistémica*, es una respuesta a la pregunta ¿En virtud de qué un modelo es una representación epistémica de un sistema?, y no a la pregunta ¿En virtud de qué un modelo representa un cierto sistema de manera fiel?. En otros términos, la concepción interpretativa de la representación epistémica, es planteada como una explicación de por qué es posible que un usuario realice inferencias subrogatorias válidas, aunque no necesariamente sólidas, de un vehículo a cierto objetivo. Cuarto, la concepción interpretativa se propone como una respuesta al problema de la representación científica, esto en tanto Contessa: a) sostiene que: “[l]os modelos científicos (...) son representaciones epistémicas de aspectos de ciertos sistemas en el mundo” (*Ibid.*: 56, véase 2013: 49), y declara que no es posible encontrar condiciones suficientes que permitan demarcar las representaciones científicas de otras representaciones epistémicas, cito:

Por lo tanto, el hecho de que no podamos encontrar condiciones suficientes para demarcar las representaciones científicas de otras representaciones epistémicas podría deberse simplemente al hecho de que no existen tales condiciones adicionales: las representaciones científicas no son más que representaciones epistémicas que los científicos usan en la búsqueda de su investigación. De hecho, creo que simplemente deberíamos abstenernos de hablar por completo de la representación "científica" a menos que podamos identificar alguna diferencia esencial entre la representación "científica" y otra representación epistémica (2007a: 58).

De modo que, para Contessa, el problema de la demarcación, a saber: ¿Qué distingue la representación científica de otros tipos de representaciones?, debe reformularse bajo la pregunta ¿Qué distingue la representación epistémica de otros tipos de representaciones?, pues a su juicio, no hay algo que distinga las representaciones científicas de las representaciones epistémicas, mientras es posible responder el segundo cuestionamiento precisando que lo que distingue la representación epistémica de otros tipos de representaciones es su posibilidad de permitir inferencias subrogatorias. Quinto, Contessa considera que su noción de representación epistémica es equivalente a la noción de representación cognitiva de Suárez, dice: “Hasta donde puedo ver, esta distinción [entre denotación y representación epistémica] coincide con la

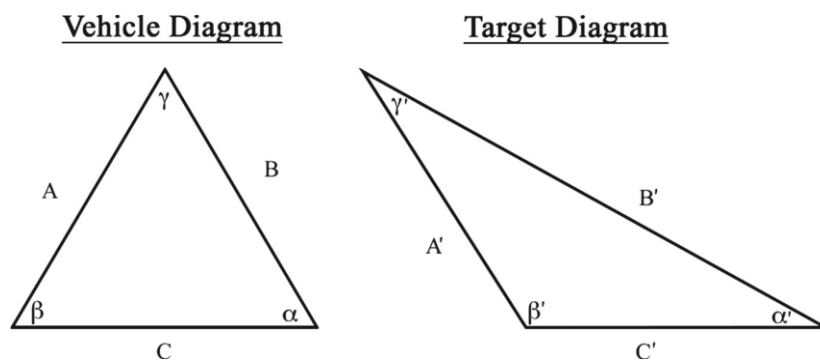


Figura 16. Un triángulo equilátero y un triángulo obtuso
Tomado de Shech 2014, sección 4.2.

distinción trazada por Suárez entre representación y representación cognitiva” (2007b: 52, paréntesis mío; o véase también 2007a: 47-51).

5. 6 Dificultades en la concepción interpretativa de la representación epistémica

Elay Shech, en un artículo titulado *Scientific representation and guides to ontology: the need for representational code and contents* (2014), sostiene que la interpretación analítica de la concepción interpretativa “solo deja espacio para la referencia, pero no para el contenido [de la representación]” (2014, sección 4.2, párrafo 8) y ello tiene como consecuencia que en esta propuesta “todas las inferencias válidas también son sólidas, de modo que el relato no da lugar a las representaciones incorrectas” (*Ibid.*, sección 4.2, párrafo 1). Pero ¿por qué la interpretación analítica, según Shech, no permite distinguir entre inferencias válidas e inferencias sólidas y, en tanto, no cumple con la condición de posibilidad de las representaciones incorrectas?

A fin de fundamentar su afirmación, Shech propone considerar el siguiente ejemplo (ver figura 16). Supóngase que adoptamos una interpretación analítica del vehículo (triángulo equilátero) en términos del objetivo (triángulo obtuso). Para tal fin, debemos identificar los objetos y relaciones ν -relevantes y los objetos y relaciones t -relevantes. Sean los objetos ν -relevantes los tres lados iguales A , B y C y los correspondientes ángulos α , β y γ , y sean los objetos t -relevantes los lados desiguales A' , B' y C' y los correspondientes ángulos α' , β' y γ' . Establezcamos que A denota A' , B denota B' y así sucesivamente. De acuerdo a Shech, un examen en el vehículo nos permite inferir válidamente que $\alpha = \beta = \gamma$, y es de suponer que esta es una inferencia que se

podría concluir sobre el objetivo, es decir, $\alpha' = \beta' = \gamma'$, pero, dado que en el objetivo no existe la relación $\alpha' = \beta' = \gamma'$, nos encontramos con una inferencia válida que resulta falsa en el objetivo y, por tanto, con una representación epistémica incorrecta. Sin embargo, Shech señala que esta conclusión no puede lograrse adoptando una interpretación analítica, puesto que: “al adoptar una interpretación analítica, tenemos que tomar la relación $\alpha = \beta = \gamma$ para denotar alguna relación en el objetivo” (*Ibíd.*, sección 4.2, párrafo 3, cursivas del original), pero, dado que: “[l]a relación $\alpha' = \beta' = \gamma'$ no es una que aparezca en el objetivo, no podemos dejar que $\alpha = \beta = \gamma$ denote $\alpha' = \beta' = \gamma'$ ” (*Ibíd.*), puesto que: “[l]a propia propuesta de Contessa no permite tal identificación, porque él declara que ‘el conjunto de propiedades y relaciones relevantes en el objeto’ deben estar ‘en el objetivo’” (Shech, *Ibíd.* Véase Contessa 2007b: 57). De modo que: “una interpretación analítica no da lugar a la representación incorrecta en el sentido de que algunas inferencias válidas no sean sólidas” (Shech, *Ibíd.*).

Según J. Nguyen (véase 2016: 136), el ejemplo de Shech es limitado, y es posible, reconstruyendo con más detalle el mismo, mostrar inferencias válidas que no son sólidas en una interpretación analítica⁵⁶. Para tal fin, este autor nos propone dejar que A denote A' , B denote B' y C denote γ' , α denote α' , β denote β' y γ denote C' . Dejar que la propiedad *ángulo* en el vehículo (cuya extensión es $R_1^V = \{\alpha, \beta, \gamma\}$) denote la propiedad *ángulo* en el objetivo (cuya extensión es $R_1^T = \{\alpha', \beta', \gamma'\}$), y la propiedad *línea* en el vehículo (cuya extensión es $R_2^V = \{A, B, C\}$) denote la propiedad *línea* en el objetivo (cuya extensión es $R_2^T = \{A', B', C'\}$). Nguyen nos plantea que, del hecho de que C instancie *línea* (extensionalmente $C \in R_2^V$), el usuario puede inferir válidamente que γ' instancia *línea* (extensionalmente $\gamma' \in R_2^T$), la cual, de acuerdo a la interpretación adoptada, es una inferencia válida, pero incorrecta. De lo anterior se sigue que, del hecho de: “que existan algunos casos que no permitan inferencias falsas, no implica que la concepción interpretativa de la representación epistémica no pueda tratar con la representación incorrecta” (*Ibíd.*).

⁵⁶ Es importante señalar que, aunque la crítica que Shech plantea contra la concepción interpretativa de la representación se desarrolla considerando el texto de Contessa 2007b y nuestra exposición de esta concepción se ha basado sobre todo en Contessa 2013, Nguyen no es injusto con Shech, pues este también se basa en Contessa 2007b. Por otro lado, los aspectos que estos dos autores analizan se siguen presentado de forma similar en Contessa 2013.

Sin embargo, Nguyen declara que: “Shech tiene razón al señalar que la propuesta de Contessa, tal como se presenta, no puede tratar con las inferencias donde el modelo representa el objetivo con propiedades que no tiene, es decir, que no se instancian en ninguna parte del sistema de destino” (*Ibid.*), puesto que: “estas propiedades no pueden figurar en el conjunto relevante de relaciones en el objetivo para ser denotadas” (*Ibid.*). Como instancia de esta crítica, Nguyen propone que: “no puede darse el caso de que un péndulo ideal represente que la cadena del péndulo real no tiene masa”, puesto que:

... está claro la propiedad de falta de masa no existe en el sistema objetivo. Esto significa que la propiedad no puede ser tomada para ser un miembro de P^T , que es el conjunto de propiedades relevantes que el usuario identifica en el sistema objetivo al configurar su interpretación analítica, ya que, como se indicó, estas propiedades son propiedades presentes en el sistema (*Ibid.*: 136-137).

No obstante, el ejemplo propuesto por Nguyen es confuso, puesto que no tener masa no es tener una propiedad, sino carecer de ella. De lo que se sigue que la propuesta de Contessa podría replicar que en el modelo del péndulo simple ‘masa’ no constituye un objeto v -relevante y por tanto no denota ningún objeto t -relevante.

Entonces, ¿qué está mal en la concepción interpretativa de la representación? Encuentro tres dificultades en la concepción interpretativa, a saber: 1) la concepción interpretativa no permite distinguir con claridad entre el contenido representacional y la denotación de una representación epistémica; 2) dada la caracterización de la interpretación analítica, su condición (a) resulta redundante, puesto que esta explica la interpretación en términos de la denotación; y 3) aun cuando Contessa sugiere que “la adopción de una interpretación del vehículo en términos del objetivo [...] convierte un simple caso de denotación en uno de representación epistémica” (2011: 126), a la luz de lo planteado, no es la interpretación sino la interpretación analítica lo que puede convertir un caso de denotación en un caso de representación epistémica.

Primera dificultad. Según la concepción interpretativa: a) el contenido de una representación epistémica es el conjunto de proposiciones sobre el objetivo que es *válido* inferir en el vehículo (véase 2013: 13); b) de acuerdo a sus tres reglas, es válido para un usuario inferir objetos, relaciones o funciones t -relevantes en el objetivo si, de acuerdo a la interpretación analítica asumida, sus correspondientes símbolos denotantes v -relevantes están en el vehículo; y c) un

objeto o relación es *v*-relevante si *denota* objetos o relaciones en el objetivo y un objeto o relación es *t*-relevante si es *denotado*. El problema con estas afirmaciones es que no permiten distinguir entre el contenido representacional y la denotación de una representación epistémica, pero existen representaciones epistémicas con elementos carentes de *denotatum*. Por ejemplo, de acuerdo al contenido del modelo atómico de Thomson en el átomo hay una nube de carga positiva en la que se distribuyen electrones de carga negativa, de modo que, es válido para un usuario creer, a partir de la información que brinda el modelo, en la existencia de dicha nube de carga positiva. Sin embargo, esta inferencia no es válida porque el modelo denote dicha nube de carga negativa, cómo lo sugiere la concepción interpretativa, pues dicho elemento ni siquiera existe, sino que es válida, aunque no sólida, en tanto se infiere del contenido del modelo.

Si bien, el defensor de la propuesta podría replicar que: “con el propósito de que un usuario tome un objeto en el vehículo para denotar un (posible) objeto en el objetivo, un usuario no necesita creer que el objeto (supuestamente) denotado existe” (2013: 49). Tenemos que nuestro pero no se funda en que un vehículo puede denotar sin que un usuario crea que dicho signo denota, sino en que no resulta claro cómo un elemento del sistema objetivo puede ser denotado sin existir. Los inconvenientes de la noción ‘denotación’, en la concepción interpretativa, no pueden considerarse un detalle menor en la medida que la piedra angular de esta propuesta es esta noción.

Aunque lo interesante de la propuesta de Contessa, y lo que la diferencia de la concepción estipulativa de la representación, es que plantea dispositivos que se basan en una denotación analítica, en la que distintos componentes de dichos dispositivos tienen funciones denotativas, su principal debilidad está en que no vincula alguna noción capaz de explicar el contenido de las representaciones epistémicas como algo independiente de su objetivo, dado que su condición es que algo es *v*-relevante o *t*-relevante si denota o es denotado, respectivamente. Sin embargo, en ciertas representaciones epistémicas hay elementos relevantes que no denotan, considerese el modelo atómico de Thomson, que postula la existencia de una nube de carga positiva, aunque este elemento es defectuoso en el modelo, en tanto pretende denotar algo que no es, es relevante para el contenido del mismo, puesto que explica las cargas eléctricamente neutras del átomo.

Segunda dificultad. Según la enunciación general de la concepción interpretativa, un vehículo *v* es una representación epistémica de un objetivo *t* para un cierto usuario *u* si, y solo si, (a) *u* toma

v para denotar t , y (b) u adopta una interpretación de v en términos de t , y es necesario incluir la condición (a), dado que es posible que un usuario encuentre un vehículo que no indique qué es aquello que representa. Sin embargo, dado que la interpretación analítica se explica a partir de la noción ‘denotación’, la condición (a) resulta redundante. De acuerdo a Contessa, una interpretación analítica se genera cuando un usuario toma objetos y relaciones v -relevantes para denotar objetos y relaciones t -relevantes. Dado que no es posible que u pueda emplear objetos y relaciones v -relevantes para denotar objetos y relaciones t -relevantes, sin que sea una condición necesaria que el usuario tome el vehículo para denotar el objetivo, la condición (a) está implícita en la interpretación analítica. No obstante, el defensor de la concepción interpretativa podría objetar que la condición (a) se debe mantener, puesto que los objetos y relaciones que el usuario toma tanto del vehículo como del objetivo, para denotar y ser denotados, son objetos y relaciones v -relevantes y t -relevantes que no son equivalentes al vehículo y al objetivo, en sentido estricto. Sin embargo, esta replica es infructuosa, pues ¿cómo es posible que los v -relevantes denoten a los t -relevantes, sin que el usuario sepa qué es aquello que se denota cuando el criterio para que un objeto o relación sea relevante es que denoten objetos o relaciones en el objetivo? Una solución a esta dificultad, podría ser argumentar que el término ‘denotación’ en la concepción interpretativa tiene dos usos, uno que alude a la relación de referencia del vehículo al objetivo y otro que alude al contenido del vehículo. Pero, si este fuera el caso, esto reflejaría una debilidad en la propuesta, pues no hay ninguna observación respecto de esos dos posibles usos y, justamente, ello revelaría que esta no distingue entre la denotación y el contenido de una representación epistémica.

Tercera dificultad. Dado que algunos de los problemas que hasta el momento he señalado se han centrado en la explicación de la noción ‘interpretación analítica’ y, según la concepción interpretativa, esta es solo un posible modo de efectuar una interpretación, el defensor de la propuesta podría contestar que es dicha noción la que requiere enmiendas y no la propuesta en general. Sin embargo, no es correcta la tesis de que es la adopción de una interpretación del vehículo en términos del objetivo lo que convierte un caso denotación en uno de representación epistémica. Cuando un usuario toma el logo  como una representación del sistema de transporte denominado Masivo Integrado de Occidente, interpreta dicho logo en términos del vehículo y, no obstante, ello no constituyen al logo en una representación epistémica del vehículo. No hay representación sin interpretación. De modo que es la interpretación analítica,

y no cualquier interpretación, lo que convierte, en la propuesta de Contessa, un simple caso de denotación en uno de representación epistémica.

Finalmente, aun cuando Contessa tiene una definición adecuada de lo que es una representación epistémica, no pareciera advertir la distinción que hay entre estas y las representaciones informativas en general, pues sostiene que su caracterización de las representaciones epistémicas coincide con la caracterización de Suárez de las representaciones cognitivas, cito: “Hasta donde puedo ver, esta distinción [entre denotación y representación epistémica] coincide con la distinción trazada por Suárez entre representación y representación cognitiva” (2007b: 52). Pero si hemos de interpretar a Suárez a partir del cómo caracteriza sus representaciones cognitivas, a saber: una representación cognitiva es aquella que provee al usuario de información específica sobre su objetivo (véase Suárez 2004: 772), tenemos que la equivalencia que propone Contessa es incorrecta. Pues si hemos de: a) determinar las representaciones epistémicas como aquellas representaciones que permiten a un usuario realizar inferencias subrogatorias válidas del vehículo al objetivo y b) entender por una inferencia subrogatoria del vehículo al objetivo como una inferencia cuya única premisa es una proposición *sobre* el vehículo y cuya conclusión es una proposición sobre el objetivo (véase Contessa 2013: 9), tenemos que no toda representación informativa permite el razonamiento subrogatorio. Tal es el caso de los enunciados o las ecuaciones, asumidas estas como entidades lingüísticas, pues aunque pueden aportar conocimiento específico sobre su objetivo, este no se logra a partir de una proposición que se efectúe sobre el vehículo y luego se concluya sobre el objetivo. De modo que no toda representación que provee al usuario de información específica sobre su objetivo, puede ser considerada una representación epistémica.⁵⁷

⁵⁷ Resulta oportuno efectuar los siguientes comentarios. Primero, el defensor de la concepción interpretativa podría objetar que la asimilación que efectúa Contessa entre las representaciones epistémicas y las representaciones cognitivas de Suárez es correcta, puesto que en ciertas ocasiones, al hablar de las representaciones cognitivas, Suárez se limita a hablar de modelos científicos (véase Suárez 2004: 767-768) y cuando caracteriza los medios representacionales como: “aquellas relaciones entre A y B que usamos activamente en el proceso de indagación sobre A a través de un razonamiento sobre B” (2003: 22), está circunscribiendo su reflexión al ámbito del razonamiento subrogatorio, de modo que, aun cuando la caracterización que Suárez brinda de sus representaciones cognitivas no es correcta, la asimilación que efectúa Contessa sí lo es. Puedo aceptar esta posible interpretación, sin embargo, aunque esta libraría a Contessa de esta dificultad, estaría mostrando que la caracterización de Suárez de las representaciones cognitivas carece de elementos para distinguir los tipos de representaciones informativa señalados. Segundo, se podría argumentar que la crítica a la equivalencia entre la representación cognitiva de Suárez y la representación epistémica de Contessa (declarada por Contessa) no es correcta, pues ninguna de las concepciones de los dos autores mencionados ofrece una taxonomía basada en representaciones informativas. De modo que, la representación cognitiva de Suárez y la representación epistémica de Contessa bien pueden aceptarse

CAPÍTULO 6

LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA COMO UNA REPRESENTACIÓN-COMO

El propósito de este capítulo es presentar una propuesta en torno a la representación científica que cumpla satisfactoriamente con las diferentes demandas que hasta el momento hemos señalado. Estas son: a) tener capacidad de predicación; b) posibilitar las representaciones incorrectas; c) permitir el razonamiento subrogatorio; d) explicar, dada la restricción de perspectiva de cualquier representación epistémica, cómo se da la atribución en dichas representaciones y diferenciar esta restricción de lo que convierte a algo en una representación epistémica incorrecta; y e) explicar cómo es posible la existencia de modelos científicos que carecen de *denotatum*. La propuesta que presento se inscribe en el marco de un par de concepciones que tienen como común denominador encontrarse influenciadas por la noción ‘representación-como’ de Nelson Goodman y llevarla a los análisis filosóficos de la representación científica. Dichas concepciones son la propuesta de representación científica de Catherine Z. Elgin (2009, 2010) y la propuesta DEKI, de Roman Frigg y James Nguyen (2017a, 2017b, 2018 y 2020). Considero que, aunque estas logran dar una respuesta al problema de la representación científica cumpliendo con las demandas que hasta el momento hemos señalado, hay algunos aspectos en los que las mismas concepciones deben ajustarse y mi propuesta surge de la pretensión de dichos ajustes.

como equivalentes. Sin embargo, mi replica a esta postura (que es la interpretación que planteó arriba), es que si hemos de interpretar las representaciones cognitivas de Suárez a partir de su caracterización, a saber: una representación cognitiva es aquella que provee al usuario de información específica sobre su objetivo (véase Suárez 2004: 772), dicha equivalencia no es correcta, pues no toda representación que aporta información, e incluso conocimientos específicos sobre su objetivo, permiten el razonamiento subrogatorio



Figura 17. Perro llamado 'Kairos'

6.1 Goodman y la representación-cómo: denotación, ejemplificación y atribución

El objetivo en este apartado es expositivo, se orienta bajo la pretensión de presentar de primera mano los diferentes elementos con los que Nelson Goodman desarrolla su propuesta de la representación-cómo, los cuales han influido en las propuestas de la representación científica de C. Elgin y de R. Frigg y J. Nguyen. Sin embargo, antes de iniciar, es conveniente realizar algunas precisiones. Primero, dado que la noción en cuestión es desarrollada por Goodman en el ámbito de la filosofía del arte, tenemos que varias de las citas que empleamos en nuestra exposición presentan un discurso propio del ámbito señalado. Segunda cuestión, no pretendo ni efectuar una reconstrucción de la filosofía de N. Goodman, tal tarea supera por mucho lo que aquí se pretende -de modo que, aunque sus ideas muestren una unidad y un continuo tanto con sus otras obras como con su postura cognitivista, nominalista, relativista y construccionista, este no es un aspecto que me interese tratar aquí- ni tampoco efectuar una reconstrucción de sus argumentos y conclusiones respecto de la representación pictórica como un producto de un sistema simbólico denso. Tercero, aunque Goodman tiene una orientación nominalista, muchas de las líneas del texto *Languages of Art* parecen violar los principios de tal postura. Este es un aspecto



Figura 18. Imagen de Pickwick
 Fragmento tomado de la portada del texto de Charles Dickens
The Pickwick Papers de la Editorial Dover Publications (2017)

reconocido por el propio autor, le cito: “si algunas de las siguientes páginas violan los principios del nominalismo, es solo porque me pareció innecesario mostrar, para los propósitos presentes, cómo una versión nominalista puede ser formulada” (1976: xiii). Dicho esto, aclaro que no me interesaré por exponer las ideas de Goodman desde una orientación nominalista.

Goodman afirma: “la denotación es el núcleo de la representación” (*Ibid.*: 6), una máxima que, como se ha mostrado en capítulos previos, ha tenido influencia en ciertos modelos en torno a la representación científica, recuérdese el modelo DDI de Hughes. Según Goodman: “[u]na imagen que representa a un objeto –al igual que un pasaje que describe–, se refiere a él, y, más específicamente, lo denota” (*Ibid.*). A fin de comprender cómo Goodman entiende la ‘denotación’, algunas precisiones resultan importantes.⁵⁸ Primero, Goodman no restringe la denotación al lenguaje, las imágenes, los cuadros, las fotografías, etc., también denotan aquello de lo que son imágenes, cuadros, fotografías, etc. De esto se sigue que, tanto la expresión

⁵⁸ Las precisiones que efectúo en torno a la ‘denotación’ pueden parecer redundantes, pues los capítulos 2 y 3 de esta tesis se encuentra influidos por los aspectos que aquí se resaltan respecto de la forma en la que Goodman entiende la denotación.

lingüística ‘Kairos’ como la foto de la figura 17, son en cierto modo representaciones de una forma semejante del perro llamado ‘Kairos’, en la medida que ambas denotan el objeto que refieren.

Segundo, aunque los análisis de la ‘denotación’, incluso en los contextos lingüísticos, suelen restringir esta a los nombres propios (en nuestro ejemplo el nombre “Kairos” denota un perro), para Goodman: “una pintura, como un predicado, puede denotar varios miembros de una clase” (*Ibid.*: 21), de modo que una denotación puede ser múltiple. Por ejemplo, imaginemos la foto de la figura 18 en un diccionario acompañando la etiqueta “Perro” y con las palabras: “Mamífero doméstico de la familia de los cánidos, de tamaño, forma y pelaje muy diversos, según razas, que tiene olfato muy fino y es inteligente y muy leal a su dueño”. En dicho caso, la foto no solo denota al perro llamado ‘Kairos’, sino a toda una clase de animales de la familia de los cánidos.

Sin embargo, dado que es posible encontrar representaciones sin *denotatum*, por ejemplo, “¿qué representa un cuadro de Pickwick o de un unicornio? No representan nada, se trata de representaciones con denotación nula” (Goodman *Ibid.*: 21⁵⁹), la tesis: ‘la denotación es el núcleo de la representación’, parece inadecuada, cuando menos por dos razones. Primera razón, “¿cómo podemos decir que un cuadro representa a Pickwick o a un unicornio y decir también que no representa nada?” (*Ibid.*); y, segunda razón (ignorando la primera cuestión), ¿cómo podemos congeniar el hecho de que las representaciones como la caricatura de Pickwick o la del unicornio, carecen de *denotatum*, de modo que representan lo mismo, a saber, nada, con el hecho de que “es evidente que no es lo mismo ser un cuadro de Pickwick que ser un cuadro unicornio” (*Ibid.*)?

Goodman considera que no hay dificultad frente a cuestiones como estas, sino que lo que se requiere es entrever, cito: “[e]l hecho simple de que del mismo modo en que se clasifican los muebles como escritorios, sillas, mesas, etc., muchas pinturas están ya clasificadas como imágenes de Pickwick, de Pegaso, de un unicornio, etc., sin referencia a cualquier cosa representada” (*Ibid.*), de modo que, las representaciones con denotación nula se distinguen entre sí por ser imágenes de distinta clase, pertenecientes a distintos tipos, no por su *denotatum*. La imagen del unicornio se diferencia de la imagen de Pickwick por pertenecer a la clase de imágenes de unicornio y no a la clase de imágenes de Pickwick. No obstante, esto no debe llevarnos a suponer una imposibilidad de distinguir entre las imágenes que corresponden a la misma clase,

⁵⁹ Samuel Pickwick es el personaje principal ficticio de la novela de Charles Dickens *The Pickwick Papers*.

piénsese en las diferentes imágenes de Pickwick, pues es posible encontrar alguna característica más que genere alguna partición más fina en la clasificación, tal como imágenes de Pickwick con sombrero.

Por otro lado, según Goodman, lo que nos lleva a cuestionar ‘¿cómo podemos decir que un cuadro representa a Pickwick y decir también que no representa nada?, es que: “locuciones tales como ‘imagen de’ y ‘representa’ tienen la apariencia de ser típicos predicados diádicos y pueden a veces ser interpretados así. Pero ‘imagen de Pickwick’ y ‘representa a un unicornio’ son mejor considerados como predicados monádicos, o términos de clase, como ‘escritorio’ y ‘mesa’” (véase *Ibid.*). Es decir, la confusión se genera al no distinguir que la locución “representa a” se mueve de forma ambigua entre referir a aquello que la imagen denota y referir qué tipo (clase) de imagen es (véase *Ibid.*: 22).

Con el propósito de evitar confusiones con la locución “representa a”, Goodman propone reservar esta para aludir a aquellos casos en los que la imagen tiene un *denotatum* e introducir la convención “representación-de- $\mathfrak{x}$ ” para aludir a aquellos casos en los que se alude a la clase (tipo) de imagen que se presenta, en donde $\mathfrak{x}$ es una variable que sustituye la clase con la que se califica la imagen. Así, en lugar de hablar de “representación de Pickwick”, “representación de unicornio”, etc., Goodman propone hablar de representación-de-Pickwick, representación-de-unicornio, etc. Esta distinción permite entrever lo siguiente, primero, que existen dos usos del término ‘representación’, a) ‘ser una representación de’, en el que el símbolo tiene un rol denotativo, y b) ‘ser una representación-de- $\mathfrak{x}$ ’, en el que el símbolo es identificado como miembro de una conjunto $\mathfrak{x}$; y, segundo, que es el primer uso el que satisface la máxima ‘la denotación es el núcleo de la representación’, tal que en este empleo un vehículo es una representación de un objetivo si y solo si el vehículo denota al objetivo.

Sin embargo, no solo se debe considerar la clasificación de un cuadro cuando su denotación es cero, puesto que cuando un signo x representa a un $\mathfrak{x}$, el signo x también puede ser calificado, es decir, este pertenece a cierto tipo. Por ejemplo, la figura 17 no es solo una representación de un perro, sino que a la vez es una representación-de-un-perro. Es más, dado que no es posible emplear signos como elementos sin atributos (véase Goodman 1967: 8), lo que tenemos es que toda representación es una representación-de- Z . Por otro lado, es crucial tener en cuenta que, cuando un signo tiene *denotatum*: “la denotación de una imagen no determina su clase ni la clase de una imagen determina su denotación. No todos los cuadros-de-hombre representan a un

hombre, ni todos los cuadros que representan a un hombre son cuadros-de-hombre” (*Ibid.*: 26), de lo que se sigue que hay una independencia entre aquello que el vehículo representa y la clase de representación que un vehículo es. Por ejemplo, el logo del MIO es una representación de un sistema de transporte, pero no una representación-de-un-sistema-de-transporte.

A partir de estas distinciones entre estos usos del término ‘representación’, Goodman caracteriza una forma más compleja de representación que concierne tanto a la denotación como a la clasificación:

Un cuadro que representa a un hombre lo denota, un cuadro que representa a un hombre ficticio es un cuadro-de-un-hombre, y un cuadro que representa a un hombre como a un hombre es un cuadro-de-un-hombre que lo denota. Así, mientras el primer caso solo concierne a lo que el cuadro denota y el segundo a qué tipo de cuadro es, el tercero concierne tanto a la denotación como a la clasificación” (*Ibid.*: 27-28)

Es decir, cuando un vehículo x representa a un objetivo y como un z , tenemos que x denota a y , y que x es clasificado como z . En otros términos, que x es una representación-de- z que denota a y . Por ejemplo, considérese el retrato de *Sarah Siddons como la Musa de la Tragedia* de Sir Joshua Reynolds (figura 14). En este caso, el vehículo, el retrato de la señora Siddons, representa a su objetivo, Sarah Siddons, en el sentido de que la denota, pero también es una representación-Musa-de-la-Tragedia, en el sentido de que la pintura se clasifica como tal.

Sin embargo, dado que toda representación pertenece a cierto tipo, un cuestionamiento que surge aquí es ¿Qué diferencias hay entre una representación de y una representación-cómo? Por ejemplo, el logo , es tanto una representación de un sistema de transporte como una representación-letras, sin embargo, no es una representación-cómo; mientras el retrato de *Sarah Siddons como la Musa de la Tragedia* es tanto una representación de Sarah Siddons como una representación-Musa-de-la-Tragedia y sí es una representación-cómo ¿Por qué? Por lo pronto, mientras incorporamos otros elementos de la propuesta de Goodman que resultan cardinales para responder este cuestionamiento, podemos contestar a través de la siguiente cita: “Hay casos [...] en los que al decir que un cuadro representa a un objeto con una determinada propiedad, no queremos decir que denote un objeto con determinada propiedad, sino que se trata de un cuadro-objeto con una determinada propiedad” (*Ibid.*: 29).



Figura 19. Foto de Theo Racines

Por otro lado, como Goodman plantea, es necesaria una formulación más precisa de la noción ‘representación-como’, dado que, cito: “[l]o que se dice que representa una imagen puede denotarse por la imagen en su conjunto o por una parte de ella” (*Ibid.*: 28). Considérese la foto de la figura 19, solo parte de ella denota y clasifica. Una parte de la foto es tanto una representación de Theo (nombre del niño) como una representación-de-Theo, mientras otra parte de la foto es una representación-de-spiderman, pero no una ‘representación de Spiderman’. De modo que, dado que una representación en parte puede denotar aunque siempre es una representación-de- x , Goodman propone la siguiente caracterización de la representación-como: “un objeto k es representado como un algo por una imagen p , si y solo si p es o contiene una imagen que en su conjunto denota k y es una imagen-algo” (*Ibid.*: 28-29).

A fin de comprender mejor la noción ‘representación-como’, en la propuesta de Goodman, es necesario analizar el otro modo de referencia con el cual este desarrolla su análisis, a saber: la ejemplificación. No obstante, es importante aclarar que para Goodman ‘referir’ no es sinónimo de ‘denotar’, dice: “«Referencia», tal como yo lo utilizo, es un término muy general y primitivo, que comprende todos los tipos de simbolización, todos los casos de *estar por*.” (1984: 94). De

modo que, cuando un x refiere a y , ese x está por y , pero no necesariamente lo denota, pues en lugar de ello podría ejemplificarlo.

Antes de pasar a hablar de la ejemplificación es conveniente precisar algunas cuestiones más respecto de la denotación. Ya se ha señalado que esta es considerada el núcleo de la ‘representación de’, puede ser múltiple o parcial y, básicamente, es una relación en la que una etiqueta refiere a lo etiquetado. Podemos refrendar esto último citando directamente a Goodman: “Empleo el término «denotación», de un modo algo más amplio de lo que es habitual, para indicar la aplicación de una palabra, un cuadro u otra etiqueta a una o muchas cosas” (*Ibid.*). A lo dicho se puede agregar que Goodman considera a la denotación como algo que se puede lograr a través de un mero acto de estipulación. Veamos esto. Si bien a) Goodman no se declara interesado en desarrollar una teoría en torno a la génesis de la denotación o la ejemplificación, cito: “Las rutas de la referencia son totalmente independientes de las raíces de la referencia. Aquí me ocupo de las diversas relaciones que se pueden obtener asociando un término u otro signo o símbolo con aquello a lo que se refiere, y no de cómo se establecen dichas relaciones” (*Ibid.*); y b) la denotación es un tópico de controversia y extensas reflexiones en la filosofía del lenguaje, la cuestión es que hay ciertas líneas en los textos de Goodman que sugieren que considera que la denotación se puede lograr a través de un mero acto en el que se establezca que x refiere y , cito: “Para que una palabra, por ejemplo, denote cosas rojas, solo se necesita que la dejemos referirlas” (Goodman 1976: 59) y también dice: “casi cualquier cosa puede denotar o incluso representar casi cualquier otra cosa” (*Ibid.*: 89), de modo que, para Goodman la denotación es algo que puede lograrse a través del mero acto de establecer una referencia para un signo.

El otro modo de referencia, la ejemplificación, es caracterizada por Goodman como un modo de simbolización en el que se usa un objeto que posee una propiedad, para referir a dicha propiedad. Este modo de referencia es típico, por ejemplo, de las muestras de sastre, en donde la muestra, para referir aquello de lo que es muestra, requiere poseer la propiedad referida⁶⁰. Véanse las siguientes líneas de Goodman:

Considere el folleto de un sastre de pequeñas muestras de tela. Estas funcionan como muestras, como símbolos que ejemplifican ciertas propiedades. Pero una muestra no ejemplifica todas sus propiedades; es una muestra de color, tejido, textura y estampado, pero no de tamaño, forma,

⁶⁰ Una muestra es un símbolo que ejemplifica cierta propiedad.

peso y valor absolutos. Ni siquiera ejemplifica todas las propiedades –como la cualidad de haber sido acabado un martes- que comparte con un rollo o retal de tela. La ejemplificación es posesión más referencia. Tener sin simbolizar es simplemente poseer, mientras que simbolizar sin tener es referir algo de una manera que no es la ejemplificación. La muestra ejemplifica solo aquellas propiedades que tiene y a las que refiere (Goodman 1976: 53).

Hay ciertas cuestiones en las que conviene detallar. Primera, como señala Nguyen, en la fórmula ‘La ejemplificación es posesión más referencia’: “el ‘más’ no debe ser leído como una conjunción de dos condiciones lógicamente distintas” (2016: 151). Puesto que, para Goodman la denotación y la ejemplificación son dos formas básicas distintas a través de las que se logra la referencia.

La referencia es por tanto vista como un determinable para el cual la denotación y la ejemplificación son determinantes. Por tanto, la ejemplificación no puede ser literalmente referencia con algo más agregado a ella. Más bien, la ejemplificación es el tipo de referencia que emplea la creación de instancias de una propiedad para lograr la referencia a esa propiedad (J. Nguyen *Ibíd.*)

Es decir, no debemos considerar la ejemplificación como la conjunción de dos condiciones, referencia y posesión, que subsisten de una forma mutuamente independiente, puesto que la referencia requiere, por lo menos, de la denotación o de la ejemplificación para lograrse. A fin de evitar confusiones, Nguyen propone alterar la fórmula de Goodman de la siguiente forma: “un ítem ejemplifica una propiedad *P* si y solo si este instancia *P* y *por tanto* refiere a *P*” (*Ibíd.*, énfasis del original⁶¹). Sin embargo, no encuentro que esta formulación sea más clara, pues el ‘por tanto’ pareciera insinuar que la referencia fuera una consecuencia de la instanciación y ese no es el caso. Considero que una caracterización más clara de la ejemplificación puede encontrarse en el mismo Goodman, cito: “La ejemplificación es [...] la referencia mediante una muestra a un rasgo de la muestra” (1984: 100).

Segunda cuestión. La alusión a los usuarios hace patente que *la ejemplificación es selectiva*, requiere de un acto deliberado de selección, la muestra del sastre ejemplifica propiedades tales como color, tejido, textura, etc., pero no tamaño, peso, edad, etc. Estas propiedades que se seleccionan atienden a ciertos propósitos de los usuarios y ello conlleva a la marginalización de otras propiedades que también se instancian. Además, tercera cuestión, el acto de selección implica

⁶¹ En inglés: “an item exemplifies a property *P* if and only if it instantiates *P* and *thereby* refers to *P*.”

que *la ejemplificación demanda de usuarios*. El que un objeto posea determinadas propiedades es independiente de los usuarios, pero la referencia demanda de estos, de modo que la ejemplificación, en tanto una forma de referencia, depende de los usuarios. Cito: “Si la posesión es intrínseca, la referencia no lo es, y qué propiedades de un símbolo son ejemplificadas dependerán de qué sistema particular de simbolización se esté empleando” (*Ibid.*, 1976: 53). No obstante, cuarta cuestión, dado que *la ejemplificación requiere de la instanciación*, a diferencia de la denotación, no puede lograrse mediante una mera estipulación, cito: “Puedo dejar que cualquier cosa denote cosas rojas, pero no puedo dejar que nada que no sea rojo sea una muestra de lo rojo” (Goodman *Ibid.*: 58-59). Es importante agregar lo siguiente, para Goodman un *representans* puede poseer una propiedad tanto de forma literal como metafórica (véase 1984: 103), de modo que la ejemplificación de una etiqueta puede ser literal o metafórica. Goodman emplea la etiqueta ‘expresión’ para referir a la ejemplificación metafórica, dice: “Lo que expresa ejemplifica metafóricamente” (1976: 85, o véase 1984: 103). Esta aclaración resulta fundamental, pues cuando se afirma, por ejemplo, ‘el retrato de *Sarah Siddons como la Musa de la Tragedia* ejemplifica dolor’, no se está diciendo que posee literalmente la propiedad ‘dolor’ y que además un usuario refiere a la misma, pues un cuadro carece de terminaciones nerviosas que le permitan tener dolor. Lo que dicha afirmación plantea es que el retrato de *Sarah Siddons como la Musa de la Tragedia* ejemplifica metafóricamente, o expresa, la etiqueta ‘dolor’.

Quinta cuestión. *La ejemplificación resulta ser un subconjunto del inverso de la denotación* (véase *Ibid.*: 59). Si la denotación es la referencia en la dirección etiqueta a objeto, cuando un objeto es referido vía la denotación, el objeto instancia dicha etiqueta, de modo que la posesión es la relación inversa a la denotación, pero, dado que: “ni la posesión literal ni la metafórica constituyen simbolización en absoluto. Denotar es referir, pero ser denotado no es necesariamente referir algo” (*Ibid.*: 52), la ejemplificación es una subrelación del inverso de la denotación, en tanto se caracteriza por referir algunas propiedades que un objeto tiene. De lo anterior se sigue que, para Goodman, si lo que denota a un objeto es una etiqueta, lo que un objeto ejemplifica es una etiqueta (*Ibid.*: 58). Sexta cuestión, del mismo modo que una etiqueta puede denotar en conjunto o por una parte de ella, *una muestra puede ejemplificar diferentes propiedades*. Retornando sobre la figura 19, parte de ella ejemplifica un niño, otra ejemplifica un superhéroe, etc.

A lo dicho sobre estos modos de referencia podemos agregar que un símbolo puede tanto denotar como ejemplificar al mismo tiempo. En palabras de Goodman: “Un símbolo que se

denota a sí mismo también se ejemplifica a sí mismo, es tanto denotado como ejemplificado por sí mismo. De este modo, “palabra” se relaciona consigo misma, y así mismo lo hace “corta” y “polisilábica”, pero no “larga” o “monosilábica” (Goodman: 59). De modo que la ejemplificación y la denotación no son mutuamente excluyentes. La palabra “**NEGRO**” tanto denota dicho color como lo ejemplifica.

Una composición más compleja de estos dos modos de referencia está implícita en el caso de la representación-cómo. Es claro que la denotación está vinculada en la representación-cómo, puesto que, si un cuadro representa a *k* como un *z*, entonces lo denota y es una representación-de-*z* (véase *Ibid.*: 30), pero ¿Qué tiene que ver la ejemplificación con la ‘representación-cómo’? la respuesta es que, para Goodman, una representación-de-*z* es una representación que ejemplifica *z*. Cito: “«Centauro» o cuadro-de-centauro ejemplifican ser una descripción centauro o, de forma más general, ser una etiqueta-centauro” (*Ibid.*: 66). De modo que, una imagen-de-Batman es una representación-de-Batman porque *muestra* (ejemplifica) a Batman, no porque sea una representación de Batman. Veamos cómo esto aplica para el caso de las representaciones-cómo. Retornando sobre el ejemplo del retrato de *Sarah Siddons como la Musa de la Tragedia*, este representa a su objetivo, en el sentido que lo denota, y ejemplifica ser pintura-musa-de-la-tragedia, al igual que un conjunto de propiedades asociadas con la musa de la tragedia, tales como dolor, oscuridad, etc. Es decir, no es una representación de la musa de la tragedia, pues tal cosa no existe, es una representación de Sara Siddons, que ejemplifica ser una pintura-musa-de-la-tragedia y ejemplifica metafóricamente (o expresa) algunas propiedades asociadas a dicha musa.

Sin embargo, dado que: “la denotación de una imagen no determina su clase ni la clase de una imagen determina su denotación” (*Ibid.*: 26), para lograr una representación-cómo se hace necesario sumar alguna relación que vincule estos dos aspectos. En líneas como: “Para que un cuadro sea fiel es suficiente con que el objeto representado tenga las propiedades que el cuadro le *atribuye*” (*Ibid.*: 36, cursivas mías⁶²), se puede advertir dicho elemento, a saber: la atribución. Tal que, en este tipo de representaciones el vehículo atribuye ciertas etiquetas que ejemplifica al objetivo de la representación⁶³. Adviértase que: primero, este elemento se constituye en un factor

⁶² Es importante enfatizar que en su reflexión Goodman no emplea la palabra “fidelidad” de la forma en que la hemos empleado en este trabajo, a saber, para clasificar aquellas representaciones epistémicas cuyas inferencias logradas a partir de un razonamiento subrogatorio son sólidas.

⁶³ Aunque Goodman no hace una alusión explícita a este elemento en su formulación de la ‘representación-cómo’, como sí lo hace C. Elgin, la línea citada muestra que dicho elemento sí está insinuado en sus planteamientos.

de distinción entre ser una representación de y ser una representación-cómo, pues, aunque toda representación pertenezca a cierto tipo, no toda representación tiene atribución. Así, mientras que en el caso de la pintura de J. Reynolds, la etiqueta ejemplificada por el cuadro ‘musa de la tragedia’, se le atribuyen a una famosa actriz destacada por interpretar roles trágicos y oscuros, a saber, Sara Siddons, en el caso de la etiqueta  este no le atribuye las características que puede ejemplificar al sistema de transporte que refiere.

6.2 Catherine Elgin y la representación científica como una representación-cómo

Elgin afirma que la idea de Hughes, de que: “un modelo científico provee una representación-cómo” (Hughes 1997: 335), es una excelente idea que requiere elaboración (véase Elgin 2010: 4-5) y, valiéndose de las distinciones desarrolladas por Goodman en su propuesta de la representación-cómo, muestra que los modelos científicos son una instancia de este tipo de representaciones que permiten acceso epistémico al objeto representado (véase 2010: 2). En lo que sigue, me preocuparé por exponer de qué forma Elgin argumenta en pro de estas dos cuestiones y, finalmente, precisaré algunas ventajas que presenta su propuesta.

Iniciemos por citar la enunciación que efectúa Elgin de su propuesta de la representación-cómo:

Dije antes que cuando x representa y como z , x es una representación-de- z que *como tal* denota y . Estamos ahora en posición de explicar el “como tal”. Es porque x es una representación-de- z que x denota y del modo en lo hace. x no solo denota a y y resulta ser una representación-de- z . Más bien, al ser una representación-de- z , x ejemplifica ciertas propiedades e imputa aquellas propiedades o *propiedades relacionadas* a y (2010: 10. La misma enunciación se encuentra en Elgin 2016: 85. Énfasis mío).

Con el propósito de advertir mejor los elementos de esta propuesta, podemos presentarla de la siguiente forma:

X representa Y como Z si y solo si:

1. X denota Y ,
2. X es una representación-de- Z que ejemplifica ciertas propiedades $P_1, \dots, P_n$ asociadas con Z ,

3. X atribuye las propiedades $P_1, \dots, P_n$ a Y .⁶⁴

De acuerdo a la primera condición, un modelo científico es una representación de, en el sentido de que es un vehículo que denota. Elgin sostiene, cito: “los modelos científicos representan los sistemas que tienen por objeto: los denotan” (*Ibid.*: 1) y propone ejemplos al respecto: “[u]n resorte es representado como un oscilador armónico solo si una representación-de-oscilador-armónico en cuanto tal denota el resorte” (*Ibid.*: 5). De acuerdo a Elgin, esta relación de denotación puede establecerse por un mero acto de estipulación, cito: “se puede desarrollar una ‘representación de’ por acuerdo. Simplemente, estipulamos que x representa y y, por lo tanto, x deviene en una representación de y . (*Ibid.*: 4).

No obstante, dado que en la ciencia, al igual que en el arte, existen representaciones científicas sin *denotata*, por ejemplo, el éter, el calórico, el flogisto, etc., surge la cuestión de ¿qué se puede decir de dichos casos? Elgin explica este fenómeno valiéndose de la distinción de Goodman entre ‘representación de’ y ‘representación-de- x ’, tal que considera que en ciencia no hay algo como una representación del éter, del calórico, del flogisto, etc., sino una representación-del-éter, del-calórico, del-flogisto, etc.; y agrega una explicación, a modo de condición, al respecto del porqué estos símbolos sin *denotata* deben ser considerados representaciones, a saber: un x es una representación si pertenece a la clase de símbolos que denotan. En sus palabras:

Una imagen que retrata un grifo, un mapa que traza la ruta a Mordor, una tabla que registra las alturas de los Hobbits y un gráfico que traza la proporción del calórico en diferentes sustancias son todos representaciones, aunque ellos no representan algo. Para ser una representación, un símbolo no necesita denotar en sí mismo, pero necesita ser el tipo de símbolo que denota. Las imágenes de grifos son representaciones porque son imágenes de animales y algunas imágenes de animales denotan. Los mapas de la Tierra Media son representaciones porque son mapas y algunos mapas denotan lugares reales. Las tablas de altura de los Hobbits son representaciones porque ellas son tablas y algunas tablas denotan magnitudes de entidades reales. Los gráficos de proporción del calórico son representaciones porque ellas son gráficas y algunas gráficas denotan relaciones entre sustancias reales. Así pues, si un símbolo es una representación, es una cuestión acerca de qué tipo de símbolo es (*Ibid.*: 2-3).

⁶⁴ Esta forma de presentar la propuesta de Elgin la retomo de Nguyen (2016: 153) y de Frigg y Nguyen (2017b: 211).

Resulta importante efectuar dos observaciones. Primero, la condición referida aplica de forma indiferente del hecho de si en efecto un símbolo es o no una ‘representación de’, pues no resulta factible que un símbolo x denote sin pertenecer a la clase de símbolos denotativos, puesto que, si un símbolo es una ‘representación de’ pertenece al conjunto de símbolos denotativos, en tanto denota, y si un símbolo no es una ‘representación de’, la condición dicta que, aunque no denote, necesita ser el tipo de símbolo que denota. Además, según la condición, no podría argumentarse que un símbolo x puede ser una ‘representación de’ sin ser el tipo de símbolo que denota, en tanto para ser una representación necesita ser dicho tipo de símbolo. Segunda observación, podría considerarse que representaciones como representación-oscilador-armónico-simple o representación-gas-ideal son iguales a la representación-del-éter, la representación-del-calórico, etc., puesto que del mismo modo que no existe algo así como el éter o el calórico que sea denotado, no existe algo como un oscilador armónico simple o un gas ideal que pueda denotarse. Sin embargo, a la luz de la propuesta de Elgin este cotejo es incorrecto, pues, según ella:

entre aquellas [representaciones] que no [denotan sus temas aparentes], algunas —tales como las representaciones-calórico— simplemente fallan al denotar. Pretenden denotar algo, pero no hay tal cosa. Ellas son, por tanto, defectuosas. Otras, tales como las representaciones-del-gas-ideal, son ficticias. Ellas no pretenden denotar cualquier objeto real. Así que, su fracaso para denotar no es un defecto. Conocemos perfectamente bien que no existe un animal como el grifo, una persona como Otelio, un gas como un gas ideal. (*Ibid.*: 3)

Es decir, según Elgin, en el conjunto de las representaciones que no denotan sus objetivos aparentes se debe distinguir entre representaciones defectuosas y representaciones ficticias. Pues mientras las primeras fallan al denotar, las segundas no pretenden denotar cualquier objeto real. De modo que su fracaso al denotar no puede considerarse un defecto. Más adelante mostraré que esta distinción entre representaciones defectuosas y ficticias vía su pretensión de denotar genera una incoherencia en los planteamientos de Elgin.

La segunda condición plantea que los modelos científicos son representaciones-de- $\mathfrak{x}$, es decir, son representaciones que ejemplifican $\mathfrak{x}$. No obstante, esta condición, al integrarse en el conjunto de las condiciones de la representación-cómo, no puede funcionar como una forma de explicar las representaciones sin *denotata*, puesto que la primera condición de la representación-cómo demanda que los modelos sean “representaciones de”, es decir, que tenga un *denotatum*. De modo que la pregunta es ¿Cuál es la utilidad de esta condición? Para Elgin, esta condición permite que

un modelo científico (la representación-de- x) ofrezca un acceso epistémico a las propiedades ejemplificadas por x . Veamos esto. De acuerdo a Elgin, los modelos -al igual que las muestras de sastre, que son seleccionadas mediante un acto deliberado para iluminar ciertas propiedades que no se encuentran de esa forma en cualquier contexto-, son contruidos mediante un acto deliberado de selección para exhibir ciertas propiedades que no se pueden encontrar tan fácilmente en la naturaleza. Dicho acto de selección permite aislar en un primer plano ciertas propiedades y relaciones de interés, lo que permite comprender más fácilmente cómo se relacionan y, en tanto, facilita un acceso epistémico a las mismas, cito: “los modelos científicos ejemplifican propiedades y ofrecen acceso epistémico a ellas” (*Ibid.*: 9). Por ejemplo, el modelo de un oscilador armónico simple es una muestra que ejemplifica la relación existente entre la posición de equilibrio de una partícula y el desplazamiento que sufre desde esa posición, lo que nos permite centrar nuestra atención en dicha relación; el modelo del gas ideal es una muestra que ejemplifica las relaciones entre la temperatura, la presión y el volumen de un gas, lo que nos permite detallar mejor las características de estas relaciones.

Sin embargo, conviene resaltar que no es el caso que para Elgin las propiedades ejemplificadas por estos modelos sean las únicas propiedades y relaciones que estos instancian –como, por ejemplo, sugiere Giere respecto de los modelos teóricos (véase Giere 1988: 78)-, puesto que, esta plantea que: a) los referentes de la ejemplificación son etiquetas y no las extensiones de dichas etiquetas (véase 1983: 74), b) considera que “la ejemplificación es una subrelación del opuesto de la denotación” (*Ibid.*: 73), y c) las distintas etiquetas con las que se puede denotar un modelo son muchas.

Permítaseme enfatizar en dos cuestiones y sumar una más con respecto al modo en que Elgin entiende la ejemplificación. Primera cuestión, no es simplemente porque se instancie una propiedad que se genera acceso epistémico a ella, sino porque dicha propiedad, además de ser instanciada, ha sido intencionalmente seleccionada y dispuesta para ser una propiedad relevante y accesible epistémicamente, cito: “Un ejemplar es una instancia reveladora de las características que ejemplifica. Presenta esas características en un contexto ideado para destacarlas (1996: 173). Segunda cuestión, dado que: “nada en la naturaleza de las cosas hace algunas características inherentes más dignas de selección que otras” (*Ibid.*: 172), tenemos que, para Elgin: “[l]os ejemplares son símbolos que requieren *interpretación*. Comprender un dibujo, un experimento, incluso una muestra de pintura, requiere reconocer cuáles de sus aspectos ejemplifican y qué

características ellos refieren” (*Ibid.*: 175. Énfasis mío). Tercera cuestión, aunque la ejemplificación demanda de la instanciación, “la ejemplificación requiere de la instanciación como de la referencia [...] Solo algo que sea de color rosa oscuro puede ejemplificar ese tono” (*Ibid.*: 2010: 6), tenemos que, para Elgin, la “instanciación no necesita ser literal. Así un experimento puede ejemplificar metafóricamente propiedades como poder, elegancia, estilo y promesa; una pintura, propiedades como electricidad, equilibrio, movimiento y profundidad” (1996: 172).

Sin embargo, no es simplemente el caso que un modelo denote su objetivo y sea una representación-de- x , pues aun cuando al ser una muestra el modelo permite acceso epistémico a las propiedades que ejemplifica, esto no nos dice nada respecto de su objetivo Y , sino de las propiedades ejemplificadas por el modelo. La denotación y la ejemplificación por sí solas no dan cuenta de la información que el vehículo X provee sobre el objetivo Y .

De acuerdo a la tercera condición de la propuesta de Elgin, un modelo atribuye las propiedades que ejemplifica a su objetivo, cito:

El modelo es una representación, esto es, un símbolo denotativo que tiene un sujeto ostensible y retrata su objeto ostensible de tal forma que ciertas características son ejemplificadas. Representa su objetivo (su *denotatum*) como exhibiendo esas características. Entonces, representar el helio como un gas ideal es atribuirle características que el modelo del gas ideal ejemplifica (*Ibid.*: 10).

Por ejemplo, en el caso de una representación-oscilador-armónico-simple, esta se emplea para representar un resorte, no como un resorte, sino como un oscilador-armónico-simple, atribuyéndole al resorte ciertas propiedades de la representación-oscilador-armónico-simple, tales como: existe una fuerza que siempre se dirige hacia la posición de equilibrio y es opuesta al desplazamiento de la partícula desde dicha posición. De modo que: “[l]as propiedades ejemplificadas en la representación-de- x sirven como un puente que conecta x a y . Esto permite que x provea una orientación a su objetivo que permita el acceso epistémico a las propiedades en cuestión” (*Ibid.*).

Sin embargo, es posible cuestionar por qué un modelo debe, a fin de proveer orientación en torno a su sistema objetivo, representar este como algo que no es, en lugar de representarlo como lo que es. Puesto que, por ejemplo, al representar un resorte como un oscilador armónico

simple se representa este como un objeto que actúa libre de fricción, pero cualquier resorte real está sujeto a algún tipo fricción; al representar el helio como un gas ideal se representa este como un elemento compuesto de partículas puntuales con desplazamiento aleatorio que no interactúan entre sí, pero en cualquier gas real hay fuerzas intermoleculares que actúan entre sí; etc. La tesis de Elgin es que, al representar el sistema objetivo de tal forma, logramos minimizar y omitir ciertas propiedades y relaciones que se presentan en este, con el propósito de revelar y divulgar otras que en el estado regular del sistema objetivo son muy difíciles de advertir (véase *Ibíd.*: 9). En otros términos, al construir un entorno en el que ciertos aspectos sobresalen, a costa de la minimización u omisión de otros, ello mismo facilita el reconocimiento de los primeros y la apreciación de sus relaciones. Más bien lo que se debe cuestionar, según Elgin, es: ¿Cuál sería el objetivo de representar algo, si es que esto fuera posible, tal como es?, puesto que: “Replicar la realidad sería simplemente reproducir la confusión creciente y zumbante que nos confronta. ¿Cuál es el valor de esto? Nuestro objetivo debe ser dar sentido a las cosas, estructurar, sintetizar, organizar y orientarnos hacia las cosas de maneras que sirvan a nuestros fines” (*Ibíd.*: 1-2). Podemos refrendar aún más esta idea a través de las siguientes líneas:

representar el helio como un gas ideal es atribuirle rasgos que el modelo del gas ideal ejemplifica. Al establecer que los parámetros equivalen a cero, de hecho, se interpretan como despreciables el tamaño, la forma, la inelasticidad y la atracción mutua, reales de las moléculas. En sentido estricto, obviamente, en el helio los valores de tales parámetros no equivalen a cero, pero esta atribución hace posible una representación que muestra las regularidades en el comportamiento del helio que una representación más fiel ocultaría. El modelo, pues, sitúa en primer plano la interdependencia de temperatura, presión y volumen, haciendo patente así esta interdependencia y sus consecuencias. (*Ibíd.*:10).

Es decir, el propósito de realizar una representación-cómo, cuando menos en el caso de la modelización científica, es presentar al objetivo de tal forma que el vehículo revele o divulgue ciertas características del objetivo, que en su estado natural son difíciles de advertir. Finalmente, en torno al fenómeno de la idealización, un fenómeno propio de muchos modelos científicos, los elementos de la representación-cómo permiten a Elgin plantear una atractiva caracterización del mismo:

No todos los factores que pueden causar confusión se pueden dejar de lado fácilmente. Algunos conjuntos de propiedades están tan estrechamente fundidos que no se pueden apreciar por

separado. En tales casos, no podemos idear un experimento de laboratorio para examinar una propiedad en ausencia de las otras. Aquí es donde entran en juego las idealizaciones. Factores que son inseparables de hecho se pueden separar en la ficción. Incluso cuando, por ejemplo, cada peso oscilante está sujeto a fricción, podemos representar un péndulo idealizado que no lo esté. Luego podemos utilizar esta idealización en nuestra reflexión sobre péndulos y (esperamos) comprender el movimiento de los pesos oscilantes en estos términos (*Ibid.*: 7).

En resumen, de acuerdo a la propuesta de Elgin, por ejemplo, el modelo de gases ideales: (1) denota el helio, el nitrógeno, el oxígeno, etc; (2) es una representación-de-gases-ideales que ejemplifica propiedades tales como la interdependencia de la temperatura, la presión y el volumen, permitiendo entrever en primer plano las relaciones entre estas propiedades, tales como a temperatura constante el producto de la presión por el volumen es constante; y (3) imputa dichas propiedades ejemplificadas, o unas relacionadas, al helio, el nitrógeno, oxígeno, etc.

En cotejo con las propuestas analizadas en el capítulo anterior, la concepción de la representación-como de Elgin tiene ventajas. Por ejemplo, logra explicar de forma natural la idea de la representación-como intuita por Hughes, proveyendo herramientas para dar cuenta del proceso de demostración que se efectúa meramente en términos del modelo. Representamos la caída de una piedra (sujeto primario) en términos del modelo de un cuerpo en caída libre (sujeto secundario), nos valemos de las características que ejemplifica el sujeto secundario para efectuar inferencias en torno a la distancia recorrida por un cuerpo, es decir, la demostración se efectúa a partir de las características que el modelo ejemplifica, y finalmente atribuimos la longitud a travessada por la partícula en caída libre a la longitud de la altura de la colina. A diferencia de la propuesta de Contessa, permite distinguir claramente entre el contenido y la referencia de la representación, a saber, la referencia es el objetivo y el contenido son aquellas propiedades que se ejemplifica y atribuyen.

Sin embargo, como anuncie antes, la distinción que efectúa Elgin entre representaciones defectuosas y ficticias genera una incoherencia en sus planteamientos. Recordemos que según Elgin, en el conjunto de las representaciones que no denotan sus temas aparentes, debemos distinguir las representaciones defectuosas de las ficticias por su pretensión de denotar. Pues, una representación como la representación-calórico es defectuosa porque falla al denotar, mientras no podemos decir que una representación como la representación-del-gas-ideal sea

defectuosa, “pues ellas no pretenden denotar cualquier objeto real. Así que, su fracaso para denotar no es un defecto. Conocemos perfectamente bien que no existe un animal como el grifo, una persona como Otelio, un gas como un gas ideal”. (*Ibid.*: 3). Sin embargo, Elgin también plantea que el modelo del gas ideal es una representación-cómo, pues representa el helio como un gas ideal (véase *Ibid.*: 10). Pero, si el modelo del gas ideal es una representación-cómo, dicho modelo debe denotar (primera condición) y ser una representación-del-gas-ideal (segunda condición), de lo que se sigue que el modelo del gas ideal es una representación-del-gas-ideal que denota y pretende denotar un objeto real. De modo que, Elgin no puede sostener que representaciones, “tales como las representaciones-del-gas-ideal [...] no pretenden denotar cualquier objeto real” (*Ibid.*: 3).

Aunque podría replicarse que en su distinción Elgin habla de representaciones que no denotan sus temas aparentes y no de representaciones que simplemente no denoten, dicha replica no es fructífera cuando menos por dos razones. Primera razón, Elgin no ofrece un criterio claro respecto de qué se considera un ‘tema aparente’, ni lo que sea un tema aparente resulta ser una cuestión obvia. Por ejemplo, cuál es el tema aparente de un nombre, de un logo, de una figura abstracta, etc. Segunda razón, Elgin afirma que representaciones como las representaciones-del-gas-ideal no pretenden denotar cualquier objeto real, y un objeto real no equivale a un tema aparente.

Aunque esta crítica a la distinción entre representaciones defectuosas y representaciones ficticias no resulta en un reproche a la propuesta de Elgin de considerar los modelos científicos como representaciones-cómo, pues esta última no depende de dicha distinción, debemos cuestionar si lo que propone Elgin es todo lo que podemos decir al respecto de estos dispositivos representacionales o si podemos avanzar aún más en nuestra comprensión respecto de ellos. En otros términos, si esto es todo lo que puede decirse al respecto de la representación-cómo o si hay algún aspecto particular *más* que nos permita avanzar aún más en nuestra comprensión de las representaciones científicas. En esta línea de cuestionamientos, Roman Frigg y James Nguyen (2017a y 2017b), han planteado que, en el contexto de las representaciones científicas, la propuesta de C. Elgin confronta una serie de inconvenientes. En sus palabras: “ciertos aspectos de la definición anterior de representación-cómo [la definición de Elgin] no se ajustan bien a los

modelos científicos” (2017a: 160, paréntesis mío⁶⁵), y con el objetivo de enfrentar dichos inconvenientes, estos autores han propuesto “una reformulación de la definición [de representación-cómo] que elimina los desajustes y las tensiones, al menos con respecto a la representación científica” (*Ibid.* Paréntesis mío). Dicha propuesta viene acompañada con una caracterización general de la noción ‘modelo’ (*Ibid.* 2017b: 207).

6.3 La propuesta DEKI

R. Frigg y J. Nguyen han nominado su propuesta de la representación científica como la propuesta *DEKI*, empleando para la composición de su nombre las iniciales de las características claves que formulan para la misma, a saber: denotación *D*, ejemplificación *E*, claves (*Key* en inglés) e imputación *I*. Manteniendo el espíritu de la presentación de los trabajos de estos autores, desarrollaré mi exposición de su propuesta precisando las críticas que estos formulan a la propuesta de Elgin y el mecanismo que incorporan para enfrentar la dificultad señalada. Esto permitirá llegar a una presentación de la propuesta, en la que previamente se ha justificado la formulación de la misma.

La primera crítica, que Frigg y Nguyen dirigen a la propuesta de Elgin, se centra en la condición de considerar los modelos científicos como representaciones-de-*Z*. Recordemos que de acuerdo a la propuesta de Elgin, una representación-cómo debe ser una representación-de-*Z* y una representación-de-*Z* es una representación que es clasificada como *Z*, razón por la que los modelos científicos, en tanto son considerados representaciones-cómo, deben cumplir con la condición de ser representaciones-de-*Z*. A juicio de Frigg y Nguyen, “en el contexto científico de ninguna manera es claro cómo podemos clasificar los objetos como representaciones-de-*Z*” (2017b: 211). A diferencia de las pinturas, las fotos, etc., que son entidades regularmente empleadas para representar y pueden ser clasificadas como pertenecientes a ciertas clases en referencia a aquello que retratan, no es claro cómo un modelo científico puede ser considerado una representación-de-*Z* en referencia a aquello que retrata. Por ejemplo, plantean Frigg y

⁶⁵ En sentido estricto, Frigg y Nguyen no hablan de la propuesta de Elgin, sino de la propuesta de Goodman y Elgin (que denominan como propuesta GE, en referencia a las iniciales de estos autores). Sin embargo, dado que en sentido estricto es Elgin y no Goodman, la que explícitamente ha planteado en sus textos que los modelos científicos son representaciones-cómo, prefiero ser más fiel a lo que cada autor sostiene, de modo que hablo de la propuesta de la representación científica como una representación-cómo de Elgin y no de Goodman. En este mismo sentido, las críticas de Frigg y Nguyen las reservo para la propuesta de Elgin y no para la de Goodman.

Nguyen, si consideramos el modelo económico de Phillips-Newlyn (la máquina de MONIAC, acrónimo del nombre *Monetary National Income Analogue Computer*⁶⁶), en ningún sentido obvio es una entidad que se clasifique como una representación-de-tuberías, en la medida que se clasifica como tuberías y denota una economía. Más aún, no parece útil para comprender cómo este funciona como una representación de ciertos comportamientos económicos que se clasifique como una representación-de-tuberías. Del mismo modo:

El modelo de bolas de billar de un gas no es un objeto que retrate bolas de billar (una representaciones-de-bolas-de-billas) que denota un gas, este es una colección de bolas de billar. Un modelo de tablero de ajedrez de la segregación no es una representación de un tablero de ajedrez que denote segregación, es solo un tablero de ajedrez que es usado para representar la segregación. (Frigg y Nguyen 2017a: 163)

Una segunda dificultad, que se suma a la condición de considerar los modelos como representaciones-de-Z, surge de la condición de que “[p]ara ser una representación, un símbolo no necesita denotar en sí mismo, pero necesita ser el tipo de símbolo que denota” (Elgin 2010: 3). La dificultad que Frigg y Nguyen señalan frente a esta condición, es que muchas entidades que funcionan como modelos científicos, a diferencia de las pinturas, los mapas, las gráficas, etc., no cumplen con la condición de pertenecer a una clase de objetos que regularmente denotan. Cito:

El modelo de Schelling representa la segregación social con un tablero de ajedrez, las bolas de billar son usadas para representar moléculas; el modelo de Phillips-Newlyn usa un sistema de tuberías y depósitos para representar el flujo de dinero a través de la economía y el gusano *Caenorhabditis elegans* es usado como modelo de otros organismos. Pero, los tableros de ajedrez, las bolas de billar, las pipas o los gusanos no parecen pertenecer a la clase de objetos que normalmente denotan (Frigg y Nguyen *Ibid.*).

Según Frigg y Nguyen, no debe considerarse que dicho conjunto de modelos científicos que no cumplen con la condición de pertenecer a una clase de objetos que regularmente denotan, se limita meramente a los modelos físicos, puesto que:

⁶⁶ MONIAC es una máquina hidráulica construida por William Phillips en 1949 para modelar procesos económicos de una nación. La máquina se constituye de un sistema de tanques que funcionan como depósitos de agua conectados por tuberías. MONIAC se empleó para realizar simulaciones de la economía de un país aplicando las «fórmulas habituales» en forma de *transferencias acuáticas* de unos depósitos a otros.

Tampoco lo hacen las ficciones científicas, como las partículas puntuales que colisionan elásticamente, los planos sin fricción, los agentes que maximizan la utilidad y las cadenas de resortes perfectamente elásticas, así como los objetos matemáticos usados en ciencia. Matrices, tensores, geometrías curvilíneas, espacios de Hilbert, transformaciones de simétricas y las integrales de Lebesgue, estos han sido estudiados como objetos puramente matemáticos mucho antes de que llegaran a ser importantes en las ciencias y su uso representacional no se basa en su membresía a una clase de objetos que representan (*Ibid.*).

De modo que, cuando menos, muchos modelos científicos son representaciones, pero no parecen pertenecer al tipo de objetos que regularmente denotan.

Con el propósito de hacer frente a estas dos dificultades, Frigg y Nguyen proponen: a) asumir una concepción intencional con respecto de aquello que hace que un objeto pertenezca a la clase de objetos que denotan y b) un enfoque alternativo para comprender la noción ‘representación-de-Z’ (véase 2017b: 211). Según Frigg y Nguyen, respecto al problema de que un objeto debe pertenecer a la clase de objetos que denotan y el hecho de que muchos modelos científicos no son miembros de una clase de objetos que típicamente denotan, lo que debe comprenderse es que ningún objeto pertenece a dicha clase por sus propiedades intrínsecas, sino por el uso que se le da, de manera que, un objeto obtiene su membresía a la clase de objetos que típicamente denotan al ser usado por alguien para representar. Cito:

Algunos gusanos son especiales porque son escogidos por alguien involucrado en una investigación científica para que sirvan como un modelo científico. A diferencia de los gusanos simples, los gusanos seleccionados pertenecen a la clase de objetos que denotan. Pero, ellos pertenecen a esta clase no por lo que son intrínsecamente, sino por el uso que se les da. Entonces, lo que convierte a los gusanos en representaciones es el hecho de ser usados representacionalmente por alguien [...] Por esta razón, cualquier cosa puede, en principio, ser utilizada como una representación (Frigg y Nguyen 2017a: 164).

En lo que atañe a la dificultad de que no es claro cómo un modelo científico puede ser considerado una representación-de-Z, Frigg y Nguyen plantean que esta dificultad se disuelve tan pronto se especifica en la propuesta aquello que convierte a algo en una representación-de-Z. Según Frigg y Nguyen, el objeto que se emplea como vehículo en una representación es primariamente un objeto con ciertas características que pueden predicarse de él, cito: “El vehículo de una representación es, primero y antetodo, un objeto, con un conjunto asociado de

propiedades: ser de tal tamaño, ser hecho de tal y tal material, y así sucesivamente” (2016: 227); y este es un aspecto que debe ser reconocido por una teoría de la representación, cito: “El punto algo obvio aunque todavía crucial es que cada representación tiene un substrato material, y este substrato debe ser reconocido en una teoría. Llamamos a este substrato la *base de la representación* o base para abreviar” (2017a: 164). A fin de vincular el substrato material (o la base de la representación) en su propuesta, Frigg y Nguyen introducen el término ‘objeto-O’ (o simplemente ‘O’) para referir a la constitución material del *representans*, lo que especifica qué clase de objeto es, y el término ‘propiedades-O’ para referir a las propiedades que el *representans* tiene en tanto objeto-O.

Desde luego, clasificar algo como un objeto-O, no explica cómo este funciona simbólicamente, “No hay nada en las tuberías de agua o en los circuitos eléctricos que los haga representaciones-económicas o representaciones-cerebrales (...) En efecto, las características intrínsecas de O no regulan cómo el objeto funciona simbólicamente” (Frigg y Nguyen 2017b: 212), puesto que “Todo lo que exhibe el patrón de un tablero de ajedrez es un tablero-de-ajedrez-objeto (...) Cualquier cosa puede ser usada representacionalmente, todavía nada es necesaria o intrínsecamente una representación” (2017a: 165). De modo que: “El punto de interés aquí es cómo un objeto-O es convertido en una representación-de-Z en un contexto científico: ¿cómo llegamos a ver un sistema de tuberías y depósitos como una representación-económica o una colección de partículas puntuales como un gas representación?” (*Ibid.*: 165-166), de forma puntual: “La pregunta entonces es: ¿qué convierte a O en una representación-Z?” (*Ibid.* 2017b: 211).

De acuerdo a Frigg y Nguyen: “Un objeto-O se convierte en una representación-de-Z, si las propiedades-O son interpretadas en términos de propiedades-Z” (*Ibid.*, 2016: 227). En otros términos, frente a la pregunta ¿qué convierte a O en una representación-Z?, la respuesta de estos autores es: una interpretación de propiedades-O en términos de propiedades-Z, en donde por propiedades-Z aludimos a las propiedades de la representación-de-Z. En el contexto científico, esto explica cómo un objeto que regularmente no es clasificado como una representación-de-Z, pasa a ser clasificado, al igual que las pinturas y las fotos, como tal. Por ejemplo, respecto del modelo de Phillips y Newlyn, estos autores plantean:

Phillips convierte un sistema de tuberías en una representación económica al tomar las propiedades de la máquina para ‘representar’ o ser ‘equivalente a’ las propiedades económicas. En otras palabras, convierte el sistema de tuberías en una representación económica al interpretar ciertas propiedades O seleccionadas como propiedades Z (2017b: 212).

No obstante, dado que: “Interpretación’ es un término flexible que puede significar cosas diferentes para personas diferentes” (*Ibid.*) Frigg y Nguyen proponen, lo que consideran, “una definición exacta de qué queremos decir por interpretación en el contexto actual” (*Ibid.*), la cual es: “Deje que $O = \{O_1, \dots, O_n\}$ y $Z = \{Z_1, \dots, Z_n\}$ sean conjuntos de propiedades- O y propiedades-relevantes, respectivamente. Uno podría entonces definir que una interpretación es una función biyectiva $I: O \rightarrow Z$ ” (*Ibid.*).

Frigg y Nguyen distinguen entre las propiedades cualitativas y las cuantitativas: “[p]ropiedades como “ser un reservorio” son propiedades *cualitativas*: ellas son propiedades de todo o nada, en el sentido de que ellas son o no instanciadas. En contraste, propiedades como ‘el flujo del agua es x litros por minuto’ son propiedades *cuantitativas*” (*Ibid.*: 212), y con la intención de incorporar esta diferencia proponen para el caso de las propiedades cuantitativas: “referimos a la propiedad como la *variable* y a una cantidad específica como el *valor*” (*Ibid.*: 213), e introducen las siguientes dos convenciones: “Denotamos las primeras [variables] con letras mayúsculas y las segundas [valores] con letras minúsculas. Además, adoptamos la convención de que los miembros de O y Z son propiedades cualitativas o variables” (*Ibid.*).

Finalmente, Frigg y Nguyen ofrecen la siguiente definición para su noción de interpretación:

Interpretación O-Z: Deje $O = \{O_1, \dots, O_n\}$ y $Z = \{Z_1, \dots, Z_n\}$ sean O -propiedades y Z -propiedades respectivamente, donde todos los miembros de cualquier conjunto son propiedades cualitativas o variables. Una interpretación O - Z es una biyección $I: O \rightarrow Z$, $Z_i = I(O_i)$, para $i=1, \dots, n$, de modo que:

- (i) Las propiedades son asignadas sobre propiedades de la misma clase (es decir, propiedades cualitativas son asignadas sobre propiedades cualitativas y variables sobre variables).
- (ii) Para cada variable $O_i \in O$, y $I(O_i) = Z_i$, hay una función $f_i: o_i \rightarrow z_i$, asociando un valor de z_i con un valor de o_i (*Ibid.*).

A partir de esta definición, los autores proveen la siguiente caracterización para la noción ‘representación-de- Z ’:

Representación-de-Z: Una representación-de-Z es un par $\langle O, I \rangle$, donde O es un objeto e I es una interpretación $O \rightarrow Z$ (*Ibíd.*)

En resumen, lo que hay que entender es que al hablar de una representación-de-Z, tenemos en el trasfondo una interpretación $I: O \rightarrow Z$ que relaciona unas propiedades- O con unas propiedades- Z , y que esto vale para objetos, como tuberías y depósitos de agua, tableros de ajedrez, gusanos, etc., que son transformados en el contexto científico como representaciones-de-Z.

Este planteamiento arrastra algunas consecuencias importantes. Primero, al igual que los modelos científicos, las pinturas, las fotos, los mapas, las gráficas, en resumen, los objetos que típicamente denotan, son representación-de-Z, en virtud de una interpretación $I: O \rightarrow Z$.

La Catedral de Salisbury desde los Prados de Constable, no es solo una pintura-catedral, esta es también un lienzo montado sobre una estructura cubierta de aceite y pigmentos de una cierta composición química. De hecho, decir que esta es una pintura-catedral es una abreviación para decir (algo como) lo siguiente: *La Catedral de Salisbury desde los Prados* es un lienzo cubierto con pintura que, bajo condiciones visuales normales, es reconocido por sus espectadores como retratando una catedral (Frigg y Nguyen 2017a: 164).

Segundo, al igual que en Goodman y Elgin, una representación-de-Z puede ser un objeto de ficción, “Un dibujo puede ser una representación-de-un-minotauro, una película puede ser una representación-de-Darth-Vader (...) aunque ninguno de estos existe” (2017b: 2014). Tercero, nada en la definición de representación-de-Z, “requiere que todas las propiedades de O se recopilen en O , ni este requiere que Z contenga una lista completa de propiedades- Z ” (*Ibíd.*: 215). Cuarto, la clase de representación-de-Z en la que un objeto- O se transforma depende crucialmente de $I: O \rightarrow Z$. En palabras de Frigg y Nguyen: “Uno podría, por ejemplo, interpretar los reservorios como escuelas y universidades, y el flujo del agua como el movimiento de los estudiantes a través del sistema, bajo esa interpretación la misma maquina podría ser una representación-del-sistema-educativo” (2017b: 213). Quinto, un modelo es simplemente una representación-de-Z en la que un objeto O , en un determinado contexto, es usado como substrato de la representación.

Esta última consecuencia, que es una caracterización de la noción ‘modelo’, es presentada formalmente por Frigg y Nguyen del siguiente modo, “*Modelo*: Un modelo M es una

representación-de- Z : $M = \langle O, I \rangle$, donde O es un objeto que es usado como una base en un cierto contexto (*Ibid.*)”.

Un corolario inmediato y cardinal de esta definición es que: “los modelos no necesitan tener un objetivo. Lo que proporciona una respuesta natural sobre cómo los modelos sin objetivos representan: ellos son representaciones-de- Z que no son representaciones de un objetivo” (*Ibid.*). Considérese un modelo arquitectónico de un puente que nunca se construyó. Además, esta secuela también resulta en una explicación de los denominados modelos defectuosos, es decir, aquellos que pretendiendo denotar carecen de *denotatum*, tales como el modelo del éter de Maxwell, que resulta ser una representación-del-éter, pero no una representación del éter. La consecuencia inmediata de los modelos sin *denotatum* es: “Hay modelos que no tienen objetivos, y por tanto debemos distinguir entre las nociones de ser un modelo científico y ser una representación científica” (Frigg y Nguyen 2016: 227).

Una última secuela, es que dada la definición de los modelos como representaciones-de- Z , $M = \langle O, I \rangle$, se requieren ajustes en la noción ‘ejemplificación’. De acuerdo a las diferentes propuestas de la representación-cómo: “el núcleo de la representación-cómo es la ejemplificación, y algo ejemplifica una cierta propiedad P si instancia P y de este modo refiere a P ” (Frigg y Nguyen 2017a: 167), pero “si $O \neq Z$, entonces la base del modelo O no instancia las propiedades asociadas con Z , y por tanto no puede ejemplificarlas” (*Ibid.* 2017b: 215). De modo que, un modelo, $M = \langle O, I \rangle$, no puede ejemplificar las propiedades que regularmente refiere, en la medida que no las instancia. En el caso del modelo económico de Phillips-Newlyn, tenemos que: “La máquina (...) instancia los niveles de agua en un depósito, pero no parece instanciar los niveles del dinero en un banco central” (2017a: 167). Es decir: “el problema parece ser que una interpretación introduce propiedades que el objeto- O no posee” (*Ibid.*).

No obstante, a juicio de los autores: “Esta desafortunada conclusión puede evitarse al advertir que nada importante en la ejemplificación requiere que un elemento literalmente ejemplifique P ” (*Ibid.*: 2017b). Si bien este aspecto de que la ejemplificación no requiere ser literal es reconocido tanto por Goodman como por Elgin, quienes introducen la expresión ‘ejemplificación metafórica’, Frigg y Nguyen prefieren introducir el concepto ‘instanciación-bajo-interpretación’ (o instanciación- I , para abreviar), bajo la excusa de ajustarse al alto grado de reglamentación de los contextos científicos. Cito: “Para señalar el alto grado de reglamentación típico de los

contextos científicos, preferimos hablar de instanciación-*I* en lugar de instanciación metafórica” (2017a: 167). Una noción que es caracterizada por Frigg y Nguyen del siguiente modo:

Instanciación-I. Deje que *O* sea un objeto e *I* una interpretación *O-Z*. Un modelo $M = \langle O, I \rangle$, instancia-*I* una propiedad-*Z* *P* si y solo si *O* instancia una propiedad-*O* *P'* que satisface la siguiente condición: *P'* es asignado a *P* bajo *I*, y si *P* y *P'* son variables, entonces *I* contiene una función *f* tal que $p = f(p')$ para todos los valores *p'* de *P'*. (2017b: 215).

Una tercera crítica que R. Frigg y J. Nguyen encuentran en la propuesta de Elgin se dirige a la tesis de que: “al ser una representación-de-*x*, *x* ejemplifica ciertas propiedades e imputa aquellas propiedades o propiedades relacionadas a *y*” (Elgin 2010: 10). En contra de esta tesis, Frigg y Nguyen argumentan que las propiedades ejemplificadas por el vehículo rara vez son las mismas que se imputan al objetivo. Considérese un mapa en el que se representa la distancia entre París y New York. Dicha entidad es una representación-cómo que, según los autores, ejemplifica una distancia de 29 cm entre dos puntos etiquetados ‘París’ y ‘New York’.⁶⁷ Pero, no es el caso que este vehículo representacional atribuya a su objetivo que la distancia entre las dos ciudades sea de 29cm, sino que atribuye a este una distancia de 5,800 km entre dichas ciudades. Lo que evidencia este ejemplo, es que la propiedad ejemplificada por el mapa no es la misma que se imputa al objetivo. Podría replicarse que Elgin no solo propone que *X* imputa a *Y* las propiedades que ejemplifica, sino que también plantea que se imputan a este propiedades relacionadas (véase 2010: 10), sin embargo, a juicio de Frigg y Nguyen: “[e]l problema con invocar propiedades ‘relacionadas’ no es su corrección, sino su falta de especificidad. Cualquier propiedad puede relacionarse con cualquier otra propiedad de una forma u otra, y mientras no se diga nada sobre qué es esto, no queda claro qué propiedades *X* atribuye a *Y*” (2016: 160).

La solución de Frigg y Nguyen frente a esta dificultad, es que de la misma forma que un mapa requiere de una clave que nos indique cómo las distancias del mapa se traducen en distancias del mundo, con el propósito de lograr inferir desde las distancias de las etiquetas en el mapa las distancias de las ciudades, los modelos científicos requieren de una clave que permita leer las propiedades del objetivo desde las propiedades del vehículo.

El modelo podría, por ejemplo, ejemplificar-*I* no tener fricción, pero la propiedad imputada al objetivo es algo como “tener una fricción suficientemente baja para ser insignificante en el

⁶⁷ Este ejemplo pertenece a Frigg y Nguyen (2017a: 161-162 y 2017b: 218)

contexto actual”. En algunos casos, las propiedades imputadas podrían diferir significativamente de las ejemplificadas por el modelo. Por lo tanto, es crucial que la relación entre ellos se articule con precisión (2016: 228).

Si bien podría plantearse que es el contexto el que determina qué propiedades se imputan al objetivo, según Frigg y Nguyen, la consecuencia es que: “[n]o queda claro qué dice un modelo sobre su objetivo, siempre que la relación entre las propiedades ejemplificadas por el modelo y las propiedades imputadas al objetivo no estén especificadas” (2017b: 217) y, por ello, consideran que es preferible sumar la clave como un elemento explícito en la definición de la representación-cómo, del siguiente modo:

Sean $P_1, \dots, P_n$ las propiedades-Z ejemplificadas por el modelo y sean $Q_1, \dots, Q_m$ las propiedades ‘relacionadas’ que el modelo imputa a T (n y m pueden pero no necesitan ser iguales). Entonces la representación debe venir con una clave K especificando cómo $P_1, \dots, P_n$ son convertidas en $Q_1, \dots, Q_m$:

Clave K: sea $M = \langle O, I \rangle$ un modelo y sean $P_1, \dots, P_n$ propiedades-Z ejemplificadas por M . Una clave K asocia con el conjunto $\{P_1, \dots, P_n\}$ un conjunto $\{Q_1, \dots, Q_m\}$ de propiedades-Z que son candidatos para la imputación en el sistema objetivo. Entonces escribimos $K(\{P_1, \dots, P_n\}) = \{Q_1, \dots, Q_m\}$. (*Ibid.*: 218).

Empleada esta condición en el ejemplo del mapa, tenemos:

P es una distancia medida sobre el mapa entre el punto etiquetado ‘New York’ y el punto etiquetado ‘Paris’, Q es la distancia entre New York y Paris en el mundo, y K es la escala del mapa (en el caso anterior, 1: 20,000.000). Entonces, la clave nos permite traducir una propiedad del mapa (29 cm de distancia) en una propiedad del mundo (que New York y Paris están apartadas por 5,800 km) (*Ibid.*: 162).

Resulta importante enfatizar que la clave precisa cómo las propiedades ejemplificadas por el *representans* se traducen en propiedades que se atribuyen al *representandum*, pero no en propiedades instanciadas por este último, pues es posible que aquello que atribuye el *representans* no sea instanciado por el *representandum*. En el ejemplo del mapa, P es la distancia medida sobre el plano entre el punto etiquetado ‘New York’ y el punto etiquetado ‘Paris’, Q es la distancia que se predica que hay entre New York y Paris en el mundo, y K es la escala del mapa, que para efectos de nuestro ejemplo podría ser 1:2. Dado que la distancia entre las dos etiquetas es de 29 cm de

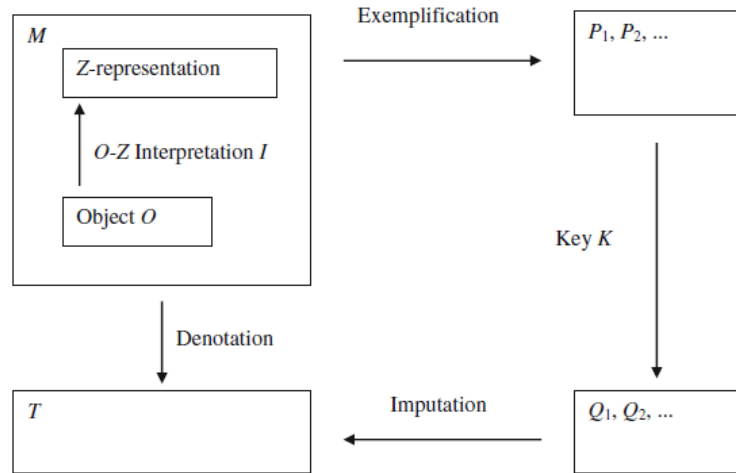


Figura 20. Esquema de la propuesta DEKI.
Tomado de Frigg y Nguyen 2017b: 220

distancia, pero la distancia entre New York y Paris no es de 58 cm, tenemos que aquello que el mapa atribuye al *representandum* es incorrecto.

Para el caso de la representación científica, Frigg y Nguyen argumentan que: “La clave asociada con un modelo depende de una miríada de factores: la disciplina científica, el contexto, los objetivos y propósitos para los que el modelo es usado, el trasfondo teórico contra el que el modelo opera, etc. (2017: 218), por lo que el compromiso para que algo califique como una representación-cómo no consiste en enumerar todas las posibles claves asociadas a las representaciones científicas, sino en reconocer la existencia de una clave.

Efectuadas las anteriores precisiones, Frigg y Nguyen ofrecen la siguiente enunciación *fuerte* para la representación científica:

DEKI: Sea $M = \langle O, I \rangle$ un modelo, donde O es usado por un científico como base del modelo e I es una interpretación O - Z . Sea T el sistema objetivo. M representa T como Z syss se satisfacen todas las siguientes condiciones:

- (i) M denota T (y en algunos casos partes de M denotan partes de T).
- (ii) M ejemplifica las propiedades- Z $P_1, \dots, P_n$.
- (iii) M viene con una clave K que asocia el conjunto $\{P_1, \dots, P_n\}$ con un conjunto de propiedades $\{Q_1, \dots, Q_m\}$: $K(\{P_1, \dots, P_n\}) = \{Q_1, \dots, Q_m\}$.
- (iv) M imputa por lo menos una de las propiedades $Q_1, \dots, Q_m$ a T .

M es una representación científica de T syss si M representa T como Z como se define en (i)-(iv). (2017b: 220).⁶⁸

Con el propósito de mostrar cómo funciona la propuesta DEKI, además de desarrollar un esquema de la propuesta (Figura 20), los autores presentan la siguiente instancia, a través del modelo económico de Phillips-Newlyn.

La máquina de Phillips-Newlyn (O) es empleada como la base de una representación por economistas guatemaltecos. Z es una economía. La máquina está dotada con la interpretación O - Z de Phillips, que asigna propiedades- O a propiedades- Z . La máquina así interpretada es una representación-económica, y como tal esta es un modelo M (un modelo-económico). Los economistas guatemaltecos usaron M como un modelo-de la economía de Guatemala al hacer que denote la economía guatemalteca (i). Lo hicieron tomando prestada la referencia de la expresión lingüística "economía guatemalteca" y el modelo denota lo que denota el término. La máquina instancia un número de propiedades-de-tuberías-de-agua y, a través de I , esta instancia- I un número de propiedades económicas. Algunos de ellos, por ejemplo, el efecto que tuvo una disminución en las exportaciones extranjeras sobre los ingresos y la tasa de interés, se ejemplifican porque se destacaron (ii). Presumimos que los economistas usaron una clave de valor de intervalo, que pasó de cambios específicos en el valor de la tasa de interés antes y después del cambio en las exportaciones extranjeras a valores de $\pm 4\%$ a su alrededor (iii) e imputaron el resultado a la economía guatemalteca (iv). (2017b: 220).

En lo que respecta a la fidelidad de las representaciones, estos autores proponen que: una representación es *fidel* si el objetivo de la representación posee las propiedades que el modelo le atribuye a través de la imputación (véase 2017a: 169).

Aun cuando *DEKI* es una propuesta robusta en torno a la representación científica, considero que es posible avanzar aún más en nuestra comprensión respecto de la forma en la que los modelos científicos efectúan su función representacional. No obstante, antes de desarrollar una propuesta que siga esta ruta, resulta necesario precisar algo más sobre la ejemplificación.

⁶⁸ Más adelante apartado 6.6 explicaré porque califico a esta como una enunciación fuerte.

6. 4 Ejemplificar es representar

En el capítulo 3, apartado 3.1, asumí como definición para la representación en general que: una representación (A) es algo que se encuentra para alguien (C) por algo (B) en algún aspecto o capacidad (véase Peirce 1960: 228). Partiendo de esta máxima precise algunos usos distintos del término representación en los que se presupone la denotación: representaciones denotativas simples, representaciones denotativas con contenido y representaciones epistémicas. En el curso de este capítulo, a partir de los trabajos de Goodman, nos hemos topado con la ejemplificación, una forma de referir que va en sentido inverso de la denotación y que es caracterizada como la “la referencia mediante una muestra a un rasgo de la muestra” (1984: 100). Esta forma de referencia también satisface la máxima peirceana en torno a la representación. Cuando el sastre emplea su catálogo, toma un corte de tela (A) para enseñarle a alguien (C) unas características (B) de color, tejido, textura y/o estampado, etc; Cuando el vendedor de colonias emplea una tira de papel impregnada de perfume, toma esta (A) para exponerle a alguien (C) una sustancia aromática (B); etc. De modo que, ejemplificar también es representar.

Sin embargo, en lo que atañe a la ejemplificación, en tanto modo de representar, debemos efectuar dos observaciones. Primera, es distinta de la denotación, en la medida que: a) demanda para referir de la instanciación y b) va en sentido contrario a la denotación. Segundo, es una representación informativa, nos permite ganar información sobre su sistema objetivo, en la medida que aprendemos del referente a través del ejemplar. Examinando la muestra del sastre obtenemos información sobre su referente, podemos clasificarlo a partir de las propiedades que encontramos en su ejemplar; analizando una tira de papel impregnada de perfume logramos aprender sobre la composición simple o compleja del perfume; etc. Estas observaciones se constituyen en el porqué, en el capítulo 3, apartado 3.1, aunque podía resultar tentador emparentar las representaciones denotativas con contenido con las representaciones informativas, me he abstenido de hacerlo.

6. 5 Modelar es ejemplificar

Según la propuesta *DEKI*, un modelo es una representación-de-Z, pero ¿qué implica esto? Tanto en la propuesta de Goodman como en la de Elgin, la noción ‘representación-de-Z’ es introducida para distinguir un uso de la expresión ‘representación de’ en el que en lugar de aludir al objeto

que es *denotado* por el *representans*, se clasifica el tipo de *representans* que se tiene. Tal que, por ejemplo, al hablar de una representación-de-Batman, ambos autores consideran que estamos clasificando la representación por su tema, a saber, Batman, y no aludiendo a un objeto que sea denotado por esta. *Mutatis mutandis*, al clasificar el modelo atómico de Thomson como una representación-de-una-estructura-atómica, de acuerdo a estos autores, independientemente de su *denotatum*, estamos clasificando el tipo de representación que tenemos.

Inicio con la anterior aclaración, en torno al cómo Goodman y Elgin entienden la noción ‘representación-de-*Z*’, porque aun cuando la tesis de caracterizar los modelos como representaciones-de-*Z* pertenece a Frigg y Nguyen, y no a Goodman ni a Elgin, y la noción ‘representación-de-*Z*’ en estos conlleva ciertos refinamientos con respecto a la noción de los últimos, tenemos que ninguno de estos refinamientos modifica el uso que los primeros le confieren a esta noción. En otros términos, los refinamientos de Frigg y Nguyen en torno a: 1) distinguir entre la base representacional y las representaciones-de-*Z*; y 2) proponer que es a través de una interpretación de las propiedades de la base en términos de propiedades-*Z* que la base representacional se convierte en una representación-de-*Z*, siguen la orientación de introducir la noción ‘representación-de-*Z*’ para clasificar el tipo de vehículo representacional en cuestión. Por ejemplo, de acuerdo a Frigg y Nguyen, el sistema de tuberías de Phillips, en tanto objeto, es un sistema de tuberías y depósitos de agua con ciertas propiedades (substrato material), las cuales a partir de una *interpretación* son asociadas con propiedades económicas que permiten *clasificar* dicho sistema como una representación-económica y no simplemente como un sistema de tuberías. De modo que, tanto en Goodman y Elgin como en Frigg y Nguyen la noción ‘representación-de-*Z*’ tiene la función de clasificar el tipo de *representans* que se tiene.

Si se integra la tesis de que un modelo es una representación-de-*Z* con la tesis de que una representación-de-*Z* es una representación que es clasificada como *Z*, tenemos: 1) que lo planteado por la propuesta *DEKI* respecto de los modelos es que un modelo es una representación que es clasificada como *Z*, y 2) que los refinamientos que incorpora la propuesta *DEKI* únicamente precisan el proceso mediante el que un modelo es clasificado como *Z*.

Frente a esta caracterización de los modelos puede surgir el siguiente cuestionamiento, ¿cómo podemos distinguir los problemas relativos a ser un modelo científico de los relativos a ser una representación científica (como recomiendan Frigg y Nguyen, véase 2016: 227), si un modelo es

una representación, a saber, una representaciones-de-Z? A la luz de los planteamientos de la propuesta *DEKI* la respuesta resulta obvia, debemos distinguir entre un problema relativo a cómo un modelo es clasificado como una representación-de-Z y uno relativo a cómo un modelo es una representación de Z.

No obstante, la forma en que la propuesta *DEKI* caracteriza los modelos resulta insuficiente frente al propósito de comprender qué es un modelo, pues no basta con que algo sea una representación-de-Z para que sea un modelo. En otros términos, no es dicha clasificación lo que constituye a algo en un modelo. Dado que cualquier representación (independientemente de que tenga o no *denotatum*) puede ser clasificada y aun estando clasificada no ser un modelo, no es claro cómo la clasificación de algo como una representación-de-Z es suficiente para que se constituya en un modelo. Por ejemplo, la palabra ‘rojo’ puede ser considerada una representación-de-una-palabra, en la medida que puede ser clasificada como tal, pero esto no la convierte en un modelo del color rojo, ni en un modelo de una palabra. El logo  puede ser considerado una representación-color-gris, en la medida que puede ser clasificado como una representación-de-color-gris, pero ello no lo constituye en un modelo del MIO, ni en un modelo del color gris. De modo que, el ser catalogado como una representación-de-Z no constituye a algo en un modelo. La clasificación se centra en la posesión de una característica, aquella sobre la cual se efectúa la clasificación, pero “ni la posesión literal ni la metafórica constituyen en absoluto una simbolización” (Goodman 1968: 52).

Respecto a este planteamiento de que clasificar no es igual a modelizar, podría replicarse que tanto la palabra ‘rojo’ como el logo  sí pueden considerarse como modelos de la característica ‘ser una palabra’ y del color gris, respectivamente, en la medida que estos: 1) instancian, cada uno, dichas características y por tanto se pueden clasificar como una representación-palabra y como una representación-de-color-gris, respectivamente; y 2) cada uno sea empleado por un usuario para referir a dichas características. Por ejemplo, si en algún contexto dado alguien cuestiona ‘¿cuál es el color gris al que refiere?’, el interpelado puede emplear el logo como un modelo de dicho color, en la medida que 1) instancia la propiedad ‘ser de color gris’ y 2) el usuario lo emplee para referir al color gris. Sin embargo, esta réplica no es acertada, pues no está defendiendo la idea de que un modelo es una representación-de-Z sino que está proponiendo la idea de que un modelo es una ejemplificación. Esa es justamente la tesis que aquí defiende, solo en la medida que dispositivos como ‘rojo’ o  sean usados para

ejemplificar, por ejemplo, ‘ser una palabra’ o ‘ser de color gris’, se constituyen en modelos. Además, agrego a esta tesis el planteamiento que estos dispositivos son modelos de aquello que ejemplifican. De modo que, los trozos de tela que componen el folleto del sastre son modelos en la medida que son usados para ejemplificar textura, color, grabado, etc., y son modelos de cierta textura, color, grabado, etc.; la palabra ‘**NEGRO**’ es un modelo del color negro en la medida que es empleada para ejemplificar este, y es un modelo de dicho color; y así sucesivamente⁶⁹. Recojo ambas tesis de la siguiente forma:

M es un modelo syss es una ejemplificación, y M es un modelo de aquello que ejemplifica

En esta tesis, el primer conyunto propone una definición de aquello que hace que algo sea un modelo y el segundo conyunto afirma de qué es un modelo.

De modo que, el modelo de Rutherford es un modelo en tanto *muestra* un átomo con un pequeño núcleo atómico rodeado de electrones que se mueven alrededor de él y no porque pueda ser clasificado como una representación-del-átomo-con-electrones-movimiendose-a-su-alrededor. El diagrama geométrico de Galileo es un modelo en tanto *ejemplifica* la caída de un cuerpo acelerado con velocidad uniforme y no porque pueda ser clasificado como una representación-cuerpo-acelerado-con-velocidad-uniforme. Los trozos de tela que componen el folleto de sastre son modelos en tanto ejemplifican una textura y no porque sean representaciones-de-una-textura; y así sucesivamente. Pero ¿qué se gana con esta caracterización? El punto es que, aun cuando una ejemplificación de *Z* sea una representación-de-*Z*, centrarnos en la ejemplificación rescata el carácter simbólico de los modelos. Mientras enfocarnos en un signo en tanto representación-de-*Z* es convertirlo en el referente de una clasificación, enfocarnos en el signo en tanto ejemplificación demanda enfocarnos en su capacidad referencial, entendida esta como *aquello de lo que trata el signo, su contenido*. De acuerdo a esta tesis, por concentrarse en lo que ejemplifica el modelo de Rutherford las investigaciones permitieron advertir que, de acuerdo a la electrodinámica clásica, dicho modelo muestra un átomo compuesto por electrones que se mueven en espiral hacia el núcleo en lugar de orbitar alrededor de él. Del mismo modo, al

⁶⁹ Es importante enfatizar que al diferenciar la ejemplificación de *z* de la clasificación de *z*, me distancio de los planteamiento de Goodman, pues este considera que una representación-de-*z* es una representación que ejemplifica *z*, cito: “«Centaurio» o cuadro-de-centauro ejemplifican ser una descripción centauro o, de forma más general, ser una etiqueta-centauro” (Goodman 1968: 66).

concentrarse en la textura, color, grabado, etc., que ejemplifican ciertos trozos de tela, el sastre muestra, y así brinda información de cierta textura, color, grabado, etc. En cualquiera de estos casos se asumió el vehículo como una muestra de ciertos comportamientos y propiedades, respectivamente, y no solo como una clasificación.

La tesis propuesta tiene las siguientes implicaciones. Primero, hablar de la capacidad referencial del modelo en términos de *aquello de lo que trata el signo (su contenido)* exige ser sensibles al doble uso de la preposición ‘de’ cuando se emplea la expresión un ‘modelo de’, pues aun cuando de acuerdo al segundo conyunto de la tesis algo es un modelo de aquello que ejemplifica, cuando un modelo tiene un *denotatum* también es un modelo de aquello que denota, tal es el caso del modelo atómico de Thomson, el modelo de un cuerpo en caída libre, el corte de tela del folleto de un sastre, etc. De modo que, debemos distinguir el uso que refiere a aquellas características o comportamientos que se ejemplifican, del uso que alude a aquello que un modelo denota cuando es el caso que denota. Es decir, debemos distinguir entre aquello que constituye a algo en un modelo (el ejemplificar) del empleo que se le da a este, siendo un modelo, como una representación (en el aspecto denotativo y atributivo) de algo más. A fin de diferenciar estos usos continuaré la tradición de emplear la expresión ‘modelo-de’ para aludir a aquello que se ejemplifica y ‘modelo de’ para aludir a aquello que se denota.⁷⁰

Segunda cuestión, la tesis propuesta plantea una equivalencia entre aquello que el modelo ejemplifica y el contenido de este tipo de representaciones. En el caso del modelo atómico de Thomson, este ejemplifica un átomo compuesto por electrones de carga negativa con una mutua repulsión que los mantiene distribuidos uniformemente y suspendidos en una nube de carga positiva y este es el contenido de dicho modelo. En el caso de un cuerpo en caída libre este ejemplifica una partícula, es decir, un objeto que tiene masa, pero es de tamaño infinitesimal, que se mueve libremente solo bajo la influencia de la gravedad y este es el contenido de dicho modelo. Tercera cuestión, el doble valor de la preposición ‘de’ en la expresión ‘modelo de’, al igual que en la propuesta *DEKI* o en la propuesta de Elgin, genera una explicación simple al respecto de cómo funcionan los modelos sin *denotatum*, ellos son ejemplificaciones, pero no son representaciones de, en la medida que no tienen *denotatum*. Este planteamiento se constituye en la respuesta a la pregunta ¿cómo podemos caracterizar los modelos científicos bajo el supuesto

⁷⁰ Adviértase que en sentido estricto no se trata de continuar la tradición, pues Goodman, Elgin y Frigg y Nguyen, emplean la expresión representación-de con una orientación clasificatoria

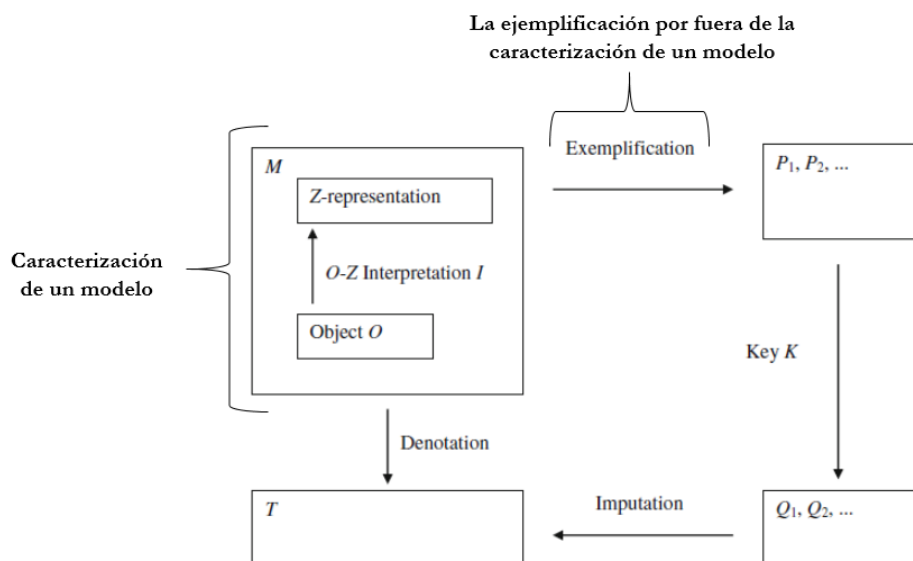


Figura 21. Análisis de la propuesta DEKI

de un razonamiento subrogatorio si algunos no tienen un *denotatum* en el que se transfiera el razonamiento efectuado en el vehículo? A saber, estos son modelos-de en tanto ejemplifican, pero no son modelos de, en tanto carecen de *denotatum*. Así el modelo-del éter es una ejemplificación de un medio invisible que permite la propagación de ondas electromagnéticas, pero como tal medio no existe, no es un modelo del éter. La consecuencia inmediata de este planteamiento y, en contra de nuestra consideración inicial de clasificar los modelos científicos como representaciones epistémicas y las representaciones epistémicas como dispositivos representacionales denotativos, es que en tanto no todos los modelos científicos denotan, no todos pueden ser clasificados de esta forma, de modo que las representaciones epistémicas referidas en el capítulo tres solo hacen parte de un conjunto de los modelos científicos, los que siendo empleados para denotar tienen *denotatum*.

Resulta oportuno contemplar dos replicas que el defensor de la propuesta *DEKI* podría plantear. Primero, podría sostener que la tesis de caracterizar los modelos como ejemplificaciones subyace en dicha propuesta, pues hay líneas que sugieren que se contempla una conexión intrínseca entre ser una representación-de- Z y ser una ejemplificación de Z , por ejemplo: “una pintura de un unicornio es una representación-unicornio porque este muestra un unicornio” (Frigg y Nguyen 2016: 226). Para dar respuesta a esta crítica, obviaré el hecho ya discutido de que clasificar no es

igual a ejemplificar, aun cuando podamos clasificar algo a partir de lo que ejemplifica. Mi contrarréplica, a la idea en cuestión, es que es la misma propuesta *DEKI* la que desliga el ser una representación-de-*Z* y el ser una ejemplificación. Esto puede verse en su presentación gráfica, donde deja la ejemplificación fuera de la caracterización de los modelos (véase figura 21).

Una segunda replica posible, consiste en plantear que la propuesta *DEKI* solo propone una condición que debe cumplir algo que sea caracterizado como un modelo y no una definición de lo que es un modelo. Por esta razón, esta se expresa en los términos: “un modelo *M* es una representación-de-*Z*” (Frigg y Nguyen 2017b: 213), y no ‘*M* es un modelo si y solo *M* es una representación-de-*Z*’. Considero que esta interpretación puede ser correcta, pues los propulsores de la propuesta *DEKI* no presentan esta en términos de condiciones necesarias y suficientes. No obstante, esta misma interpretación se convierte en un argumento en torno al porqué es preferible la tesis que aquí planteo, a saber, esta sí presenta una definición de lo que es un modelo.

Dado que la tesis propuesta define los modelos como ejemplificaciones, es importante realizar algunas precisiones más respecto de cómo debe entenderse la ejemplificación, pues esta demanda de la instanciación y algunos modelos no parecen instanciar aquello que se dice que ejemplifican. El modelo de Phillips y Newlyn emplea el drenaje y la adicción de agua como modelo de egresos e ingresos de dinero, respectivamente, y de acuerdo a la tesis propuesta en este capítulo, la máquina de Phillips y Newlyn es un modelo si y solo si ejemplifica y es un modelo de lo que ejemplifica, pero dado que la ejemplificación demanda de la instanciación, la cuestión es: ¿cómo puede el drenaje y la adicción de agua instanciar ingresos y egresos de dinero? O en el diagrama geométrico de Galileo ¿Cómo puede una línea estática *EB* poseer una propiedad dinámica? La propuesta *DEKI* nos provee una solución a estos cuestionamientos, a saber, empleamos una interpretación $I: O \rightarrow Z$.

La máquina de Phillips y Newlyn, en tanto objeto, instancia ser un tanque con un sistema de tuberías en los que se dan procesos de drenaje y agregación de agua, un objeto-*O* con propiedades-*P*, y a partir de una interpretación $I: O \rightarrow Z$ propuesta por Phillips y Newlyn el objeto-*O* es transformado en un objeto-*Z* y las propiedades-*O* son transformadas en propiedades-*Z*, tanques de agua son interpretados como hogares, empresas, gobierno, etc, y el flujo del agua a través de tuberías es interpretado como un flujo de dinero que genera ingresos y egresos. La línea de Galileo, en tanto objeto, instancia ‘ser una secuencia de puntos’, un objeto-

O con propiedades- O , y a partir de una interpretación $I: O \rightarrow Z$ propuesta por Galileo el objeto- O es transformado en un objeto- Z y las propiedades- O son transformadas en propiedades- Z . La sucesión de puntos que conforman la línea EB es interpretada como el cambio de velocidad de un objeto sobre el tiempo. De modo que, al igual que en la propuesta *DEKI*, es la interpretación $I: O \rightarrow Z$ que realiza un usuario lo que permite que ciertos modelos instancien ciertas propiedades.

Sin embargo, hay dos cuestiones que debo señalar, pues distancian mi propuesta del elemento interpretación $I: O \rightarrow Z$ tal como lo plantea la propuesta *DEKI*. Primero, en mi propuesta no es la interpretación $I: O \rightarrow Z$ que efectúa un usuario de ciertos objetos- O y propiedades- O en objetos- Z y propiedades- Z , respectivamente, aquello que convierte a un objeto en un modelo, sino lo que permite cumplir con la condición de instanciación que demanda la ejemplificación. De modo que, mientras para lograr la instanciación basta con una interpretación $I: O \rightarrow Z$, para lograr la ejemplificación, y en tanto la modelización, se debe agregar la referencia. Segundo, a diferencia de la propuesta *DEKI*, considero que no todos los modelos requieren de una interpretación $I: O \rightarrow Z$ para instanciar lo que ejemplifican. A fin de argumentar en pro de esta consideración permítaseme emplear la siguiente estrategia, dado que la propuesta de la interpretación $I: O \rightarrow Z$ es que O cuenta como Z dada la interpretación $I: O \rightarrow Z$, es posible clarificar el substrato de la representación empleando el siguiente cuestionamiento ¿qué queda de Z si le quitamos la interpretación $I: O \rightarrow Z$? Por ejemplo ¿qué queda del modelo de Phillips y Newlyn si lo desproveemos de la interpretación $I: O \rightarrow Z$? ¿qué queda del diagrama geométrico de Galileo si lo despojamos de la interpretación $I: O \rightarrow Z$? La respuesta resulta obvia, una máquina hidráulica y un triángulo recto, respectivamente. Consideremos ahora el modelo presa-depredador Lokta-Volterra, que ejemplifica la interacción de dos especies que interactúan como presa y depredador en un ecosistema biológico ¿qué queda del modelo presa-depredador si lo desproveemos de la interpretación $I: O \rightarrow Z$? No hay una respuesta al respecto, pues no hay un O que cuente como Z dada la interpretación $I: O \rightarrow Z$ en el caso del modelo presa-depredador Lokta-Volterra. *Mutatis mutandis* lo mismo acaece con el modelo de un cuerpo en caída libre, el modelo de péndulo simple, el modelo de gases ideales, etc., y el resto de modelos abstractos. No estoy aquí interesado en argumentar respecto de una diferencia en torno a los modelos abstractos y los modelos materiales, pero, quizás, la diferencia está en que los últimos requieren de un objeto material que existe con independencia de que los individuos creamos que existe, pero en tanto

objetos, los modelos abstractos son, usando la frase de Hacking: “algo que tienes en la cabeza y no en las manos” (1983: 216).

De modo que, a diferencia de la propuesta *DEKI* la tesis que aquí se propone no asume la interpretación $I: O \rightarrow Z$ como una condición necesaria para la ejemplificación. Lo que resulta necesario para la ejemplificación es la interpretación, a fin de reconocer cuáles son los aspectos que se ejemplifican, y en ciertas ocasiones esto demanda de una interpretación $I: O \rightarrow Z$ para saber cómo se instancia lo que se ejemplifica. A partir de esta precisión efectúo la siguiente formulación de la ejemplificación:

Un objeto ejemplifica una propiedad P syss el usuario interpreta el objeto como instanciando P y, en tanto instancia P , el usuario lo emplea para referir a P .

A diferencia de las propuestas en torno a la ejemplificación de Goodman y Elgin, en las que la alusión a los usuarios se encuentra de forma tácita, en esta formulación hay una alusión explícita a estos, con el propósito de enfatizar que la ejemplificación en tanto un modo de representación, es una función que agrega el usuario, no una propiedad inherente a un conjunto de objetos. De modo que, aunque hay objetos que usualmente se emplean para representar, esta no es una condición necesaria para representar sino el resultado de ciertas prácticas culturales en las que se han empleado ciertos dispositivos representacionales de forma más usual que otros.

Dado que la tesis que propongo define los modelos como ejemplificaciones, la anterior caracterización de la ejemplificación tiene como secuela la siguiente caracterización respecto de los modelos.

Un objeto es un modelo M de la propiedad P syss U interpreta el objeto como instanciando P y, en tanto instancia P , lo emplea para referir a P .

Conviene precisar que la definición de los modelos como ejemplificaciones tiene como secuela que M es un modelo si M es usado para modelar, porque si aceptamos que: a) la modelización es ejemplificación; b) la ejemplificación es un modo de representación; y c) no hay representación, excepto en el sentido de que algunas cosas se usan, se hacen o se toman para representar algunas cosas de determinada manera (véase Fraassen2008: 23), tenemos como

secuela que nada en la naturaleza misma de un objeto lo constituye en un modelo, sino que se constituye en tal solo si es empleado como una muestra. En otros términos:

No hay modelización, excepto en el sentido de que algunas cosas se usan, se hacen o se toman para modelizar algunas cosas de determinada manera.

Dado que la tesis propuesta sobre los modelos va más allá del ámbito de la modelización científica, vale la pena cuestionar si hay algún rasgo singular en los modelos científicos. Cuestionemos ¿qué modelizan los modelos científicos? Considero que a diferencia del total de las entidades denominadas modelos, los modelos científicos pertenecen a un subconjunto de estos que se caracterizan por modelizar comportamientos. A diferencia de los trozos de tela que componen el folleto del sastre y funcionan como modelos de cierta textura, color y grabado; de una foto de J. L. Austin que se toma como un modelo de la apariencia de J. L. Austin; de la palabra ‘rojo’ que puede emplearse como modelo de una palabra; etc., los modelos científicos ejemplifican comportamientos. El modelo clásico del átomo no solo ejemplifica un núcleo diminuto rodeado por electrones, sino que ejemplifica una interacción en la que, al aumentar la carga del núcleo, los electrones son más atraídos y las capas se hacen cada vez más pequeñas. El modelo presa/depredador de Lokta-Volterra no solo muestra dos especies, presa y depredador, que viven en un mismo ecosistema, sino que nos ejemplifica la dinámica de un ecosistema biológico en el que dos especies interactúan como presa y depredador. El modelo de deriva continental de Wegener no solo muestra un supercontinente y, luego, continentes separados; sino que ejemplifica el desplazamiento lento y continuo de las masas continentales.

Mientras que para modelizar una propiedad basta con un objeto que instancie la propiedad y un usuario que refiera a ella. Por ejemplo, la palabra **‘NEGRO’** instancia el color negro y puede ser empleada por un usuario para ejemplificar dicho color. Ejemplificar un comportamiento demanda: 1) reconocer el modelo como un complejo de individuos y 2) precisar las formas en las que estos interactúan entre sí. Dos formas de ejemplificar un comportamiento, no asumo que las únicas, es mostrando cómo coexisten ciertos elementos del sistema en un instante dado, es decir, mostrando el estado de un sistema, o mostrando cómo temporalmente evolucionan ciertos elementos del sistema, es decir, mostrando como el sistema cambia de un estado a otro. Por ejemplo, el modelo de gases ideales toma como elementos a la presión y el volumen, y muestra cómo coexisten simultáneamente estos en una relación inversamente proporcional, tal que a

temperatura constante si aumenta la presión, disminuye el volumen; el modelo de un cuerpo en caída libre muestra como evoluciona temporalmente una partícula de un estado previo a un estado posterior, dada su posición y aceleración. Sugiero que:

Un objeto es un modelo científico M si,

- i. U interpreta el objeto como instanciando un comportamiento- S
 - Instancia cómo coexisten simultáneamente los elementos del sistema, o
 - Instancia como evolucionan temporalmente ciertos elementos del sistema.
- ii. U emplea el objeto para referir al comportamiento- S

Conviene enfatizar que esta caracterización no es una definición, porque: 1) a partir de relaciones de coexistencia y sucesión esta precisa dos formas de instanciar un comportamiento, pero no se compromete con que estas sean las únicas formas de hacerlo; y b) no asume que ejemplificar un comportamiento sea una característica exclusiva de los modelos científicos. Pero, aunque es posible encontrar ejemplificaciones de comportamientos por fuera del ámbito de la ciencia, precisar esto nos permite avanzar un tanto más en nuestra comprensión respecto de los modelos científicos.⁷¹

6. 6 Una nueva propuesta para la representación científica

En tanto propuesta en torno a la representación-cómo, *DEKI* tiene ventajas respecto de la propuesta desarrollada por C. Elgin: 1) distingue la base representacional de algunos *representans*; 2) enuncia de forma explícita el proceso de *interpretación* para comprender cómo en algunos casos un objeto material se transforma en un modelo; y 3) agrega la existencia de una clave que precisa cómo las propiedades ejemplificadas por el *representans* se traducen en propiedades que se atribuyen al *representandum*. Sin embargo, en algunas de las formulaciones que Frigg y Nguyen efectúan de su propuesta (véase 2017b: 220, la que hemos empleado) realizan una enunciación fuerte, según la cual, sus planteamientos ofrecen condiciones necesarias y suficientes para la representación científica. Esta es una enunciación fuerte porque si la propuesta *DEKI* provee

⁷¹ Esta caracterización de los modelos científicos como ejemplificaciones del comportamiento de determinado sistema, es pensada en el marco de los modelos de las ciencias empíricas que permiten inferir hipótesis que podemos calificar como predicciones y retrodicciones de los sistemas que representan. Esto tiene como secuela que los modelos científicos sincrónicos, tales como los modelos semánticos de la lógica (considérense las estructuras I y II de la figura 3, que son modelos semánticos del primer axioma de la geometría euclídea) queden por fuera de esta caracterización.

tales condiciones para la representación científica, propone un criterio de demarcación en torno a este tipo de representaciones, a saber, las condiciones que solo esta cumple.

Sin embargo, dicha enunciación fuerte es un desacierto, puesto que el folleto de muestras de sastre cumple cada una de las condiciones de la propuesta *DEKI*, pero no es una representación científica. Pequeños trozos de tela (*O*) son empleados como base de una representación por el sastre. *Z* es un muestrario de telas. Los pequeños cortes son dotados con una interpretación *I*: $O \rightarrow Z$ por parte del sastre, tal que asignan propiedades-*O* a propiedades-*Z*. Los trozos así interpretados son una representación-muestra-de-sastre y como tal son un modelo *M* (un modelo-de-muestras-sastre). El sastre convierte *M* en un modelo representacional de telas al hacer que denote el conjunto de telas. Los pequeños cortes de tela instancian un conjunto de propiedades-de-cortes-de-tela y, a través de *I*, estos instancian-*I* un conjunto de propiedades de las telas. Algunas de ellas, por ejemplo, el color, la textura, grosor, etc, pero, no el peso, la edad, ubicación, etc. Las primeras propiedades se ejemplifican porque son presentadas en un contexto en el que se destacan. *M* viene con una clave que indica qué propiedades-*Z* y cómo deben atribuirse al conjunto de telas, tal que estas son asociadas a propiedades-*Q*, que son propiedades que en efecto pueden asignarse al conjunto de telas. Finalmente, el sastre imputa las propiedades-*Q* al conjunto de telas. Dado que en este ejemplo se instancian las condiciones de la propuesta *DEKI*, sin ser un caso de representación científica, no se pueden considerar las condiciones de esta propuesta como condiciones necesarias y suficientes de este tipo de representación.

Dos posibles contraargumentos podrían presentarse en contra de este ejemplo. Primero, podría argüirse que no satisface las condiciones planteadas por la propuesta *DEKI*, en la medida que las propiedades $\{P_1, \dots, P_n\}$ que ejemplifican las muestras que componen el folleto son, en cierta medida, las mismas propiedades $\{Q_1, \dots, Q_m\}$ que satisfacen ciertos conjuntos de telas, cuando menos aquellos que son denotados por las muestras del folleto. De modo que, no resulta claro cuál sería en este caso el rol de la clave, pues si la función de esta es especificar cómo las propiedades $\{P_1, \dots, P_n\}$, ejemplificadas por los *representans*, son traducidas a las propiedades $\{Q_1, \dots, Q_m\}$ imputadas a los *representandum*, en este caso habría una coincidencia entre $\{P_1, \dots, P_n\}$ y $\{Q_1, \dots, Q_m\}$, de modo que ¿para qué la clave?

Al respecto de este contraargumento podemos efectuar dos comentarios. Primero, la posibilidad de que el conjunto $\{P_1, \dots, P_n\}$ sea idéntico al conjunto $\{Q_1, \dots, Q_m\}$ es una posibilidad que

plantean en algunas formulaciones de su propuesta Frigg y Nguyen, por ejemplo, la condición (iii) de su propuesta también ha sido expresada de la siguiente manera: “ X viene con una clave, K , que especifica cómo $P_1, \dots, P_n$ se traduce a un conjunto (*posiblemente idéntico*) de características $Q_1, \dots, Q_m$: $K(P_1, \dots, P_n) = Q_1, \dots, Q_m$.” (2017: 169. Énfasis mío). De modo que, nuestro ejemplo se mantiene en los términos de su propuesta. Segundo comentario, es posible reconstruir fácilmente nuestro ejemplo a partir de casos en los que el conjunto de propiedades $\{P_1, \dots, P_n\}$ ejemplificadas por el *representans* no sea idéntico al conjunto de propiedades $\{Q_1, \dots, Q_m\}$ imputadas al *representandum*, considérese un folleto de sastre virtual, en el que es necesario precisar ciertas claves que permitan obtener información respecto de la textura, grosor, etc., del conjunto de telas.

Un segundo contraargumento que podría plantearse es que en tanto *DEKI* distingue entre propiedades cualitativas y cuantitativas, esta distinción excluye de su propuesta al total de las representaciones-como, en la medida que el total de estas no vinculan propiedades cuantitativas. Piénsese, por ejemplo, en la pintura *La Catedral de Salisbury desde los Prados* de Constable, esta es una representación-como que no incorpora variables a las que se les pueda asignar un valor. Sin embargo, nuestros peros frente a este argumento son, primero, muchos modelos científicos no incorporan variables matemáticas y no por ello dejan de considerarse modelos científicos. Piénsese en el modelo de la deriva continental de Wegener, que permite efectuar hipótesis en torno a la continuación de cadenas montañosas, el hallazgo de fósiles semejantes en continentes distantes, etc. Ni, segundo, toda representación que involucre variables y valores, en tanto involucra tales, es una representación científica.

Sin embargo, en otras ocasiones la propuesta *DEKI* es presentada por Frigg y Nguyen mediante una enunciación más débil, no como proporcionando condiciones necesarias y suficientes para la representación científica, sino para la representación-como (2017a: 169 y 2016: 229). En este caso, el trabajo de Frigg y Nguyen debe interpretarse como empleando ejemplos propios de las representaciones científicas, no porque se aspira a proponer algún criterio demarcacionista sino porque se pretende comprender más la representación efectuada a través de este tipo de dispositivos. Creo que esta interpretación resulta más justa con la propuesta *DEKI* y en el espíritu de esta interpretación considero que es posible avanzar un poco más en nuestra comprensión respecto de cómo los modelos científicos son empleados para representar.

De acuerdo a las ideas desarrolladas en el acápite previo, un modelo científico: 1) ejemplifica un comportamiento, esto es un complejo de individuos e interacciones entre estos individuos, 2) aquello que ejemplifica es su contenido y 3) es una entidad con un contenido independiente de su referente. Aunque ha sido construido con la intención de denotar y predicar, dicha intención no garantiza que haya denotación. Esto explica la existencia de modelos defectuosos como el modelo-del éter, que carecen de *denotatum*, y acontece porque aunque un modelo es un dispositivo construido para ser una representación de un sistema real, en ciertos casos la información que se tiene no es suficiente para saber si un modelo denota, independientemente de que denote o no.

Permítaseme sumar una historia al respecto del último comentario. No hay en la física newtoniana una explicación de lo que es la gravedad, sino que, con todos sus éxitos, esta solo describe los efectos de la gravedad. Una fuerza que actúa sobre toda materia en función de su masa y distancia, y que propone un modelo en el cual, dadas dos partículas hay una fuerza de atracción entre ellas que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Pero ¿por qué ocurre esto? En 1915 Albert Einstein publicó su *Teoría General de la Relatividad*, en la que se explica la gravedad como una deformación geométrica de espacio y tiempo tetradimensional. En esta teoría hay objetos que curvan el espacio-tiempo y objetos que siguen líneas a través de dicha curvatura. En ausencia de materia el espacio-tiempo es plano, con líneas paralelas que nunca se cortan. Pero, en presencia de objetos masivos, el espacio-tiempo se curva y las líneas paralelas a veces se cortan. Karl Schwarzschild, un astrónomo alemán contemporáneo a Einstein, poco después de que este último publicara su *Teoría General de la Relatividad*, empleó esta para desarrollar un modelo en el que ciertas concentraciones de masas de ciertos objetos (objetos realmente masivos) curvan el espacio a tal extremo que crean una región sin retorno. Una región en la que cualquier cosa que entre en ella queda atrapada sin poder escapar, incluso la luz. Dicho modelo denota lo que hoy denominamos ‘agujeros negros’. No obstante, se dice que Einstein era escéptico respecto de que el modelo propuesto por Schwarzschild denotara un objeto del mundo real. Sin duda, en las siguientes décadas hubo una comunidad científica dividida entre quienes intuían la posibilidad de la existencia de dichos agujeros y quienes la rechazaban. Obviando todos los descubrimientos de las décadas posteriores en torno a la fusión nuclear y las teorizaciones respecto de si en un proceso semejante los agujeros negros podrían existir como un producto de las estrellas, tenemos

que hasta 1964 fue descubierto el primer agujero negro, Cygnus X-1. Lo que procuro precisar con este ejemplo, es que, aunque en ciertas situaciones no se cuenta con la información requerida para saber si un modelo denota, denote o no, sí tenemos información respecto de lo que este predica, y respecto de aquello que predica, dicho contenido se caracteriza porque es un comportamiento ejemplificado por el vehículo.

Cuando conocemos aquello que el modelo denota (o simplemente cuando es el caso que denota), tenemos dos entidades diferentes entre sí, un modelo (que es el vehículo de la representación) y un sistema dado (que es el objetivo de la representación), y empleamos el primero para denotar al segundo. Tal es el caso del modelo atómico de Thomson o el modelo atómico de Rutherford, que son entidades abstractas empleadas para denotar un objeto concreto, la estructura del átomo. O, si se prefiere evitar las disputas en torno al realismo y antirrealismo, el modelo de un cuerpo en caída libre que se emplea para denotar distintos eventos en los que un cuerpo cae. Dicho modelo es un sistema denotativo porque ha sido empleado por un usuario para denotar, aunque no solo es dicho uso lo que garantiza su denotación. Repárese que, a diferencia del modelo del éter, los modelos atómicos de Thomson y Rutherford representan la estructura del átomo, aunque de forma incorrecta, pues le atribuyen a esta propiedades y relaciones que los individuos que componen la estructura del átomo no poseen. Es una representación de la estructura del átomo, en tanto ejemplifica la estructura del átomo, y ha sido empleado para denotarlo atribuyéndole, en tanto sistema, ciertas propiedades relacionadas con aquellas que ejemplifica. En tanto sistemas denotativos, dichos modelos no son empleados para denotar de manera simple, sino que exigen: primero, identificarlos como sistemas en los que se distinguen objetos y determinadas relaciones entre esos objetos, tales como: una partícula que se mueve a determinada aceleración, una esfera de gas con carga positiva que interactúa con pequeños electrones de carga negativa, un cuerpo masivo deformando el tejido del espacio-tiempo, etc. Segundo, porque estos objetos y relaciones *pretenden* denotar objetos y relaciones de un sistema real. Partes de un sistema denotando partes de otro sistema.

El comportamiento que el vehículo ejemplifica permite al usuario efectuar inferencias, predicciones o retrodicciones, respecto de la coexistencia de sus elementos o la evolución del sistema de un estado a otro. Esto es lo que hemos hecho con el modelo de un cuerpo en caída libre al determinar la distancia recorrida por una partícula (capítulo 2, apartado 2,2), lo que hizo Rutherford al inferir el comportamiento de las partículas alfa de acuerdo al modelo de Thomson,

lo que se ha hecho en el razonamiento que llevó a concluir que de acuerdo a la electrodinámica clásica el modelo de Rutherford es físicamente inestable, etc. Estas son inferencias que se desarrollan enteramente en el modelo, a partir del comportamiento que este ejemplifica, y se imputan al sistema representado.

Sin embargo, el contenido de un modelo, en tanto aquello que ejemplifica, no equivale a aquello que el usuario predica del sistema objetivo a través del modelo. En otros términos, no es el contenido que el vehículo ejemplifica, tal cual lo ejemplifica, el que se predica, se atribuye, se imputa, etc., al *denotatum*. Considérese el siguiente ejemplo. El modelo de la gravitación universal newtoniano ejemplifica dos partículas interactuando exclusivamente entre sí, en las que su atracción gravitatoria se calcula multiplicando la masa de las partículas y dividiendo su producto por el cuadrado de la distancia entre sus centros, y posteriormente multiplicando el resultado obtenido por G . Es decir, $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$. Henry Cavendish en un importante experimento realizado en 1798 logró medir por primera vez la constante gravitacional G , a saber, $6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$. Conocido el valor de G es posible emplear el modelo en cuestión para representar un sistema particular que nos permita calcular un valor aproximado de la masa de la Tierra. Para tal fin, efectuamos una denotación analítica, tomamos a m_1 para denotar una partícula de un kilogramo, a m_2 para denotar la masa de la Tierra, y tomamos la distancia d entre los centros de m_1 y m_2 para denotar la radio de la Tierra, la cual tiene un valor aproximado de 6.4×10^6 metros. Con estos datos y la información que nos provee el modelo de la gravitación universal, se puede inferir m_2 como un valor aproximado de 6×10^{24} kilogramos. Sin embargo, hay una serie de propiedades y relaciones que ejemplifica el modelo que, en sentido estricto, no se corresponden con aquello que el usuario predica del sistema objetivo a través del modelo. Por ejemplo, no le atribuimos al cuerpo de 1kg ni a la Tierra tener un tamaño infinitesimal, como sí los tienen las partículas, ni interactuar exclusivamente entre sí. Tampoco atribuimos a la Tierra que su masa sea exactamente de 6×10^{24} kilogramos. Lo que le atribuimos es que, dados los propósitos que se tienen, la interacción entre el cuerpo de 1kg y la Tierra con otros cuerpos es despreciable y que, por tanto, la masa de la Tierra es aproximadamente de 6×10^{24} kilogramos.

Frigg y Nguyen enfrentan esta situación incorporando en su propuesta la condición de que los modelos vengan con una clave K que asocie el conjunto de propiedades del vehículo con un conjunto de propiedades atribuibles al objetivo, $K(\{P_1, \dots, P_n\}) = \{Q_1, \dots, Q_m\}$. Sin embargo,

aunque la incorporación de la clave K es una idea adecuada, considero que en tanto un modelo ejemplifica un comportamiento, y para ello se requiere considerar este como un sistema, hay un par de cuestiones en donde la propuesta DEKI requiere de ajustes. Recordemos todas las condiciones de esta propuesta:

- i. M denota T (y en algunos casos partes de M denotan partes de T),
- ii. M ejemplifica las propiedades- Z , $P_1, \dots, P_n$,
- iii. M viene con una clave K que asocia el conjunto $\{P_1, \dots, P_n\}$ con un conjunto de propiedades $\{Q_1, \dots, Q_m\}$: $K(\{P_1, \dots, P_n\}) = \{Q_1, \dots, Q_m\}$,
- iv. M imputa por lo menos una de las propiedades $Q_1, \dots, Q_m$ a T .

Los ajustes que requiere la propuesta son: primero, en tanto lo que ejemplifica un modelo es un comportamiento, en lugar de asumir la denotación analítica como una posibilidad, “en algunos casos partes de M denotan partes de T ”, esta debe asumirse como un requisito. Segundo, dado que hablamos de sistemas, en lugar de hablar de modo simple de una clave que asocie propiedades P_n del modelo con propiedades Q_m atribuibles al objeto representado, resulta *más adecuado* plantear que un modelo viene con una clave (o interpretación) que asocia individuos, propiedades y/o comportamientos que ejemplifica con individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles al *representandum*. Por ejemplo, la clave K permite interpretar “la partícula de masa de 6×10^{24} kilogramos” como “la Tierra tiene una masa aproximada de 6×10^{24} kilogramos”, en este caso K establece una aproximación; K permite interpretar “dos partículas que interactúan exclusivamente entre sí” como “la interacción entre el cuerpo de 1kg y la Tierra con otros cuerpos es despreciable” en este caso K establece una desidealización; etc. De nuevo, el punto a advertir aquí, y en el que me distancio de la propuesta DEKI, es que en tanto un modelo ejemplifica y es empleado para representar comportamientos, en lugar de hablar de modo simple de una clave que asocie propiedades del modelo con propiedades atribuibles al objeto representado, resulta *más adecuado* plantear que un modelo viene con una clave (o interpretación) que asocia individuos, propiedades y/o comportamientos que ejemplifica con individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles al *representandum*.

A partir de las anteriores consideraciones, planteo la siguiente caracterización para la representación efectuada a través de modelos científicos.

Sea M un modelo científico, tal que un usuario U interpreta a M como un sistema que instancia un comportamiento- P (instancia cómo coexisten simultáneamente ciertos individuos en el sistema y/o instancia las condiciones que deben darse entre ciertos estados para transformarse a otro); y U emplea el objeto para referir al comportamiento- P . Sea T un sistema objetivo (*representandum*). U emplea M para efectuar una representación científica de T , si

- i.* U interpreta a M como un sistema que ejemplifica cierto comportamiento- P .
- ii.* U emplea M para denotar analíticamente a T (aunque es posible que algunos individuos, propiedades y/o comportamientos no denoten).
- iii.* U interpreta, a través de una clave K , individuos, propiedades y/o comportamientos que ejemplifica M con individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles a T .
- iv.* U emplea M para atribuir los individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles a T al sistema objetivo T .

Aunque esta propuesta se inspira y, en términos generales, concuerda con las ideas desarrolladas por las propuestas de Catherine Elgin, y de R. Frigg y Nguyen, hay ciertos aspectos en los que se diferencia de estas:

- a) Definir los modelos como ejemplificaciones y caracterizar los modelos científicos como ejemplificaciones de comportamientos de sistemas. En este aspecto se diferencia de la propuesta de Frigg y Nguyen, pues estos caracterizan los modelos como representaciones-de- Z ; y también se diferencia de la propuesta de Elgin, en tanto esta no presenta una propuesta explícita al respecto.
- b) Asumir la existencia de una clave K que asocie los individuos, propiedades y/o comportamientos que ejemplifica el modelo, con individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles al *representandum*. En este aspecto se diferencia de la propuesta de Elgin, pues esta no asume esta condición; y precisa mejor la clave K que la propuesta *DEKI*, en la medida que esta última presenta K simplemente en términos de una especificación de propiedades atribuibles.
- c) Considerar la denotación analítica, y no simplemente la denotación, como una condición para la representación científica. La propuesta *DEKI* considera esta condición como algo

que en algunos casos sucede, mientras en la propuesta que aquí se defiende, esta es una condición necesaria.

- d) No asumir la interpretación $I: O \rightarrow Z$ como una condición para la ejemplificación en general, sino asumir la interpretación como una condición general que permite precisar cuáles son los aspectos que se ejemplifican y asumir que en ciertas ocasiones esto demanda de una interpretación $I: O \rightarrow Z$ para saber cómo se instancia lo que se ejemplifica.⁷²

Frente a la propuesta que presento, podrían plantearse las siguientes tres observaciones. Primero, la propuesta no aplica al total de las representaciones-como, pues al exigir que el *representans* instancie un comportamiento (en términos de cómo coexisten simultáneamente ciertos individuos en el sistema y/o las condiciones que deben darse entre ciertos estados para transformarse a otro), no queda claro cómo se pueden vincular a mi propuesta ciertas instancias claras y clásicas de representación-como, tales como, el folleto de muestras del sastre. La respuesta a esta observación es que va en buen camino, pues la pretensión de esta tesis es avanzar más en nuestra comprensión de cómo los modelos científicos son empleados para representar, y regularmente avanzar en la comprensión de algo demanda diferenciarlo de otras cosas. Segundo, se puede plantear que la propuesta desarrollada no constituye un criterio de demarcación para la representación científica, pues hay *representans* que pueden cumplir las condiciones propuestas sin ser instancias de representaciones científicas, tal como acontece en la propuesta *DEKI*. Estoy de acuerdo con esta observación, no obstante, recuérdese que esta tesis no considera que el problema de la demarcación constituya el denominado problema de la representación científica, sino que este último se constituye a partir del interés de comprender cómo los modelos científicos representan (capítulo 2, apartado 2.3). En otros términos, se asume la postura de que la preocupación primaria debe ser avanzar en nuestra comprensión respecto de cómo los modelos científicos representan, sin tener que cargar *a priori* la cruz de tener que diferenciar este tipo de representaciones de cualquier otro tipo de representaciones existentes.

⁷² En la caracterización de la representación a través de modelos científicos que presento aquí hace falta desarrollar más los factores pragmáticos que posibilitan la construcción de los mismos, tales como, el peso que tienen los intereses y objetivos de los usuarios, el conocimiento básico de la época, el contexto, etc., todos estos aspectos aunque importantes, se encuentran más allá de los alcances de esta tesis. Desde luego, se consideran como temas de interés para futuros trabajos.

Tercero, puede plantearse que la condición de considerar los modelos científicos como ejemplificaciones de comportamientos resulta arbitraria, pues si un modelo es una ejemplificación, basta con que una ejemplificación se dé en medio de la actividad científica a fin de que sea considerada como un modelo científico. Incluso puede argumentarse que algunos modelos científicos, tales como los modelos de los sistemas formales, ejemplifican propiedades, pero no comportamientos de un sistema. Puedo aceptar este planteamiento, en especial porque la propuesta presentada aquí ha sido pensada en el marco de los modelos de las ciencias empíricas y de las predicciones y retrodicciones que estos nos posibilitan, pero entonces sostengo que podemos diferenciar ciertos modelos que ejemplifican comportamientos, y al hacer esto nos permiten efectuar hipótesis que podemos calificar como predicciones y retrodicciones de los sistemas que representan, de modelos que simplemente denotan analíticamente, ejemplifican y atribuyen propiedades. Frente a esta posibilidad, basta decir que la propuesta desarrollada se enfoca en el primer grupo de modelos.

Finalmente, frente a la pregunta ¿Cómo los modelos científicos representan permitiéndonos ganar información en torno al objeto representado? La respuesta es: *i)* ejemplificando comportamientos; *ii)* denotando analíticamente su objetivo, aunque es posible que algunos individuos, propiedades y/o comportamientos que componen el *representans* no denoten; *iii)* proveyendo claves que permitan interpretar los individuos, propiedades y/o comportamientos que ejemplifica el *representans* con individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles al *representandum*; y *iv)* atribuyendo al *representandum* individuos, propiedades y/o comportamientos atribuibles al mismo.

6. 7 Ventajas de considerar la representación científica como una representación-como

En este último apartado, me intereso por precisar cómo las propuestas que caracterizan la representación científica como un tipo de representación-como logran dar cuenta de aquellos aspectos que en los tres primeros capítulos se consideraron como requisitos para una propuesta satisfactoria de la representación científica. Estos son: tener predicación; posibilitar las representaciones incorrectas; explicar cómo es posible el razonamiento subrogatorio; explicar, dada la restricción de perspectiva de cualquier representación epistémica, cómo se da la atribución en dichas representaciones y diferenciar esta restricción de lo que convierte a algo en

una representación epistémica incorrecta; y explicar cómo es posible la existencia de modelos científicos que carecen de *denotatum*.

La demanda de que las representaciones efectuadas a través de modelos científicos cumplan con las condiciones de denotar, ejemplificar y atribuir, explican cómo en las representaciones científicas se da la predicación. Los modelos predicen en la medida que, a través de estos, un usuario atribuye características a los sistemas que se denotan. Sin embargo, esta predicación se diferencia de las predicaciones que un usuario puede efectuar mediante enunciados lingüísticos, en la medida que en estas se demanda que el *representans* ejemplifique aquello que, mediante una clave, se atribuye (o predica).

Esta demanda de una relación entre lo que se ejemplifica y lo que se atribuye, en el caso de la representación-cómo, tiene dos secuelas: primero, se constituye en un criterio de distinción entre las representaciones epistémicas y las representaciones informativas no epistémicas, pues mientras las primeras son representaciones que atribuyen lo que ejemplifican, por ejemplo, el modelo de gases ideales ejemplifica interdependencia de la temperatura, la presión y el volumen, y atribuye a los gases que denota dichas propiedades, las representaciones informativas no epistémicas no ejemplifican lo que atribuyen, por ejemplo, la expresión “Rembrandt vivió en Amsterdam en el transcurso del año 1632” no ejemplifica aquello que atribuye. Segundo, implica que se asume una equivalencia entre aquello que denominamos como ‘representaciones-cómo’ y ‘las representaciones epistémicas’. La distinción al presentar estas nociones simplemente ha residido en que al definir las representaciones epistémicas como aquellos *representans* en los que ciertos usuarios son capaces de realizar inferencias subrogatorias válidas (aunque no necesariamente sólidas) del vehículo al objetivo, nos hemos centrado en los síntomas de este tipo de representaciones, mientras que al presentar la noción ‘representación-cómo’ nos hemos dirigido a aquellas condiciones que permiten las inferencias subrogatorias.

La última secuela implica que las propuestas de la representación-cómo tienen las herramientas para explicar por qué son posibles las representaciones epistémicas, a saber, la representación-cómo permite que el usuario genere hipótesis a partir de las características que el vehículo ejemplifica y las atribuya mediante una clave al objeto denotado. La ejemplificación permite la generación de inferencias en el vehículo y la atribución permite que las inferencias generadas sean transferidas al objetivo de la representación. Sin embargo, dado que imputar una

característica no garantiza que la característica imputada sea satisfecha por el objetivo de la representación, mantenemos el criterio para distinguir las representaciones epistémicas fieles de las representaciones epistémicas infieles y, en tanto, el criterio para distinguir entre la validez y la solidez de este tipo de representaciones.

Esta explicación, respecto de cómo es posible el razonamiento subrogatorio, también nos posibilita efectuar una enunciación más clara respecto del mismo. De acuerdo a la caracterización de Contessa, que es la que hemos empleado hasta el momento: si el vehículo y el objetivo son dos objetos distintos, una inferencia subrogatoria del vehículo al objetivo es una inferencia cuya única premisa es una proposición sobre el vehículo y cuya conclusión es una proposición sobre el objetivo (véase 2013: 9). En lugar de esta caracterización, podemos plantear la siguiente: sean dados dos objetos distintos en los que uno es un vehículo y otro un objetivo en una representación, un razonamiento subrogatorio es: 1) una inferencia que se demuestra a partir de las características que el vehículo ejemplifica y 2) que a partir de una clave (interpretación) se atribuye al objetivo. Esta caracterización resulta más clara porque permite advertir los elementos que participan en la realización de dicho razonamiento.

En torno a los modelos científicos que carecen de denotatum, de los que ya he hablado en el desarrollo de la propuesta, reitero lo siguiente, aunque estos han sido contruidos con la intención de denotar y predicar, dicha intención no garantiza que haya denotación. Tienen predicación porque ejemplifican comportamientos, pero aunque han sido contruidos para representar sistemas reales, no tienen *denotatum*. Esto se genera porque en ciertos casos la información que se tiene no es suficiente para saber si un modelo denota, independientemente de que denote o no.

Finalmente, respecto de la posibilidad de las representaciones incorrectas, el conjunto de propuestas que caracterizan la representación científica como una representación como, tienen los elementos para explicar cómo son posibles, a saber, el modelo atribuye al objetivo propiedades que este no posee. Además, esta explicación permite diferenciar la restricción de perspectiva de la representación epistémica, de aquello que convierte a las representaciones epistémicas en representaciones incorrectas. Veamos esto. Primero, aunque el razonamiento subrogatorio se posibilita porque el usuario atribuye al *representandum* propiedades que el *representans* posee, dado que la ejemplificación es solo un subconjunto de la instanciación, y

aquello que el modelo imputa depende de la existencia de una clave que permita interpretar lo que se ejemplifica en términos de aquello que se imputa, es de esperar que haya un conjunto de propiedades del *representans* que no son atribuibles al *representandum* sin que ello implique que tengamos un caso de representaciones incorrectas. Segundo, en tanto el objetivo de las representaciones epistémicas no es reproducir la confusión creciente y zumbante que nos confronta, sino: 1) desarticular los sistemas que se estudian para entender cómo funcionan las piezas que lo componen, cuáles se pueden desatender y cuáles no, según las intenciones que se tengan; y 2) mostrar dichas características en un contexto ideado para destacarlas, es de esperar que haya un conjunto de propiedades en el *representandum* de los que el *representans* no predica, sin que ello implique que tengamos una representación es incorrecta, puesto que lo que sea una representación incorrecta depende de la atribución.

Me permito cerrar esta tesis con las siguientes palabras de Elgin: “Replicar la realidad sería simplemente reproducir la confusión creciente y zumbante que nos confronta. ¿Cuál es el valor de esto? Nuestro objetivo debe ser dar sentido a las cosas, estructurar, sintetizar, organizar y orientarnos hacia las cosas de maneras que sirvan a nuestros fines” (2010: 1-2)

BIBLIOGRAFÍA

- Bartels, A. (2006). Defending the Structural Concept of Representation. *Theoria*, 55, 7-19.
- Black, M. (1960). *Modelos y Metáforas*. Madrid: Tecnos, 1966.
- Boesch, Brandon (today's date). Scientific representation, in J. Fieser J. y B. Dowen (Eds.), *The Internet Encyclopedia of Philosophy* (today's date). Recuperado en: <https://www.iep.utm.edu/sci-repr/>.
- Bolinska, Agnes (2013). Epistemic representation, informativeness and the aim of faithful representation. *Synthese*, 190, 219–234. doi.org/10.1007/s11229-012-0143-6
- Bolinska. A. (2015). *Epistemic Representation in Science and Beyond* (Tesis doctoral, Institute for the History and Philosophy of Science and Technology University of Toronto). Recuperado de: https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/69202/3/Bolinska_Agnes_201506_PhD_thesis.pdf
- Bueno, O. (1997). Empirical adequacy: a partial structures approach. *Studies in History and Philosophy of Science*, 28, 585–610.
- Callender, Craig y Jonathan Cohen (2006). There is No Problem of Scientific Representation. *Theoria*, 55, 67-85.
- Carnap, R. (1939). Foundations of logic and mathematics, in Neurath, O., Morris, C. and Carnap, R. (Eds), *International Encyclopedia of Unified Science* (Vol. 1., pp. 139–213). Chicago: University of Chicago Press.

- Carnap (1956). The Methodological Character of Theoretical Concepts, in H. Feigl y M. Scriven (Eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (Vol 1., pp. 38-76). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Carnap, R. (1966). *Fundamentación lógica de la Física*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1969.
- Cassini, A. (2016). Modelos científicos, en C. Vanney, I. Silva y J. Franck (Eds.), *Diccionario Interdisciplinar Austral*. Recuperado en: http://dia.austral.edu.ar/Modelos_científicos
- Contessa, G. (2013). *Models and Maps: An Essay on Epistemic Representation*. Manuscrito no publicado. Ottawa: University, Ottawa. Recuperado en: <https://philpeople.org/profiles/gabriele-contessa>.
- Contessa, G. (2011). Scientific Models and Representation, in Steven French and Juha Saatsi (Eds.), *The Continuum Companion to the Philosophy of Science* (pp. 120-137). Londres: Continuum.
- Contessa, G. (2007a). *Representing reality: the ontology of scientific models and their representational function* (Tesis doctoral). Londres: London School of Economics. Recuperado en: <http://etheses.lse.ac.uk/2151/>
- Contessa, G. (2007b). Scientific Representation, Interpretation, and Surrogate Reasoning. *Philosophy of Science*, 74 (1), 48-68.
- Cummins, R. (1989). *Meaning and Mental Representation*. Cambridge: MA, MIT Press.
- Da Costa, N. C. A. y French, S. (2003). *Science and Partial Truth: A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. Oxford: Oxford University Press.
- Díez, J. y Moulines, Carlos U. (1997). *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. España: Editorial Ariel.
- Díez, J.A., (1998). Hacia una teoría general de la representación científica. *Theoria*, 13(1), 113-139.
- Dickerson R., H. Gray y G. Haight (1974). *Principios de química*. Barcelona-Bogotá-Buenos Aires-Caracas-México-Rio de Janeiro: Editorial Reverté, S. A.

- Ducheyne, Steffen (2005). Lessons from Galileo: the Pragmatic Model of Shared Characteristics of Scientific Representation. *Philosophia Naturalis*, 42, 213–34.
- Dunn, M., & Hardegree, G. (2001). *Algebraic Methods in Philosophical Logic*. Oxford: Clarendon Press.
- Elgin, C. Z. (2010). Telling instances, in Frigg, R. and Hunter, M. C., (Eds.), *Beyond Mimesis and Convention: Representation in Art and Science* (pp. 1–18). Berlin and New York: Springer.
- Elgin, C. Z. (2009). Exemplification, idealization, and scientific understanding, in Suárez, M. (Ed), *Fictions in Science. Philosophical Essays on Modeling and Idealization* (pp. 77–90). New York and London: Routledge.
- Elgin, C. Z. (1996). *Considered Judgement*. Princeton: Princeton University Press.
- Elgin, C. Z. (1983). *With Reference to Reference*. Indianapolis: Hackett.
- Faye, J (2014). *The Nature of Scientific Thinking. On Interpretation, Explanation, and Understanding*. New York: Palgrave Macmillan.
- French, S. (2003). A Model-Theoretic Account of Representation (Or, I Don't Know Much About Art... But I Know It Involves Isomorphism). *Philosophy of Science*, 70, 1472-1483.
- French, S. and J. Ladyman (1999). Reinflating the semantic approach. *International Studies in the Philosophy of Science*, 13(2), 103-121
- Frigg, R y James Nguyen (2017a). Scientific Representation Is Representation-As, in Hsiang-Ke Chao y Julian Reiss (Eds.) *Philosophy of science in practice* (pp. 149-179). Switzerland: Springer, 149-179.
- Frigg, Roman and Nguyen, James (2017b). The turn of the valve: representing with material models. *Euro Jnl Phil Sci*, 8, 205–224. Doi: 10.1007/s13194-017-0182-4
- Frigg, Roman and James Nguyen (2016). The Fiction View of Models Reloaded. *The Monist*, 99(3), 225–42.

- Frigg, Roman and Nguyen, James (2016). Scientific Representation, in E. N. Zalta (Ed), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition). Recuperado en: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/scientific-representation/>
- Frigg, Roman (2006). Scientific representation and the semantic view of theories. *Theoria*, 55(1), 49–65.
- Frigg, Roman and Hartmann, Stephan (2006). Models in Science, in E. N. Zalta (Ed), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition). Recuperado en: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/models-science/>.
- Frigg, R. (2002). Models and representation: why structures are not enough. *Measurement in Physics and Economics Project Discussion Paper Series*, DP MEAS 25/02. London: London School of Economics 2002.
- Galileo, G. ([1638] 1974), *Two New Sciences*. Henry Crew & Alfonso de Salvio, Trans. William Andrew Publishing, Norwich, New York, U.S.A.
- García Suárez, Alfonso (1997), *Modos de significar*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Giere, R. (2010). An agent-based conception of models and scientific representation. *Synthese*, 172(2), 269-281.
- Giere, R. (2009). Why scientific models should not be regarded as works of fiction, in M. Suárez (Ed.), *Fictions in science* (pp. 248-258). New York and London: Routledge.
- Giere, R. (2006). *Scientific perspectivism*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Giere, R. (2004). How Models Are Used to Represent Physical Reality. *Philosophy of Science*, 71, 742-752.
- Giere, R. (1999). Using Models to Represent Reality, en L. Magnani *et al.* (Eds), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, N.York/Dordrecht, Kluwer, pp 41-57.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: Chicago University Press.
- Goodman, N. (1984). *Of Mind and Other Matters*. Cambridge: Harvard University Press, MA.

- Goodman, N. (1968). *Languages of Art*. Indianapolis, New York and Kansas City: The Bobbs-Merrill Company, Inc.
- Goodman, N (1949). On Likeness of Meaning. *Analysis*, 10 (1), 1-7. Recuperado en: <http://www.jstor.org/stable/3326532>
- Guerrero Pino, G. (2010). Naturaleza y estructura de las teorías científicas: el enfoque semanticista o modelista. *Física y Cultura: Cuadernos Sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias*, 9, 93-110.
- Guerrero Pino, G. (2010). La noción de modelo en el enfoque semántico de las teorías. *Praxis Filosófica*, 31, 169-185.
- Guerrero Pino, G. (2003). *Enfoque semántico de las teorías. Estructuralismo y Espacio de estados: coincidencias y divergencias*. (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Recuperado en: <https://eprints.ucm.es/4791/1/T26661.pdf>
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hempel, C. G. (1965). Aspects of scientific explanation, in Hempel, C. G. (Ed.), *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science* (pp. 331–496) New York: Free Press.
- Hesse, M. (1963). *Models and Analogies in Science*. Sheed and Ward, London.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual*. México: Pearson Addison Wesley.
- Hughes, R. I. G. (1997). Models and Representation. *Philosophy of Science*, 64: S325-S336.
- Ibarra A. (2000), La naturaleza vicarial de las representaciones, en Ibarra A. y T. Morman (Eds.), *Varietades de la representación en la ciencia y la filosofía*, Barcelona: Editorial Ariel.
- Ibarra A. y Thomas Morman (2000). Una teoría combinatoria de las representaciones científicas *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 32, 95, 3-46

- Iranzo, Valeriano (2014). Models and Phenomena: Bas van Fraassen's Empiricist Structuralism, in W. Gonzales (Ed.) *Bas van Fraassen's Approach to Representation and Models in Science* (pp. 63-76). Dordrecht: Springer.
- Manzano, María (1999). *Model Theory*. Oxford: Clarendon Press Oxford.
- Michaelson, Eliot and Reimer, Marga (2006), Reference, in E. N. Zalta (Ed.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2019 Edition). Recuperado en: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/reference/>.
- Morgan, M. and Morrison, M. (1999). *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morrison M. (2006). Models as Representative Structures, en S. Hartmann, C. Hoefer y L. Bovens (Eds.), *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. New York and Londres: Routledge.
- Mundy, B. (1986). On the General Theory of Meaningful Representation. *Synthese*, 67, 391-437.
- Nagel, E (1961). *La estructura de la Ciencia*. Barcelona: Paidós, 1981.
- Nguyen, James (2016). *How Models Represent* (Tesis doctoral). London School of Economics and Political Science. Recuperado en: http://etheses.lse.ac.uk/3527/1/Nguyen_how_models_represent.pdf
- Peirce C. S. (1960) *Collected Paper from Charles Peirce* (2 vol.). Cambridge): Harvard University Press.
- Pero F. y Suárez M. (2015). Varieties of misrepresentation and homomorphism. *Euro Jnl Phil Sci*. DOI 10.1007/s13194-015-0125-x.
- Racines, J. I. (2020). Modelos teóricos y representación en la concepción semántica de las teorías, en L. M. Duque y G. Guerrero (Eds.), *Problemas convergentes de filosofía y ciencia*. En preparación.
- Racines, J. I. (2016). Representación científica: ¿semejanza?, direccionalidad, razonamiento subrogatorio..., en Gómez O. L y Racines J. I. (Eds.), *En los límites de la ciencia y la filosofía* (pp. 159-173). Cali: Programa Editorial de la Universidad del Valle.

- Racines, J. I. (2015). Realismo sin verdad en el empirismo lógico, en L. M. Duque y G. Guerrero (Eds.), *Filosofía de la ciencia, problemas contemporáneos* (pp. 269-283). Cali: Programa Editorial de la Universidad del Valle.
- Racines, J. I. y G. Guerrero Pino (2013). *Pueden ser las teorías científicas portadoras de verdad* (Tesis de Maestría) Universidad del Valle, Biblioteca Mario Carvajal.
- Scarantino, A., & Piccinini, G. (2010). Information without truth. *Metaphilosophy*, 41(3), 313–330.
- Searle, John (1995). *The Construction of Social Reality*. New York: The Free Press.
- Serway, R y J. Jewett (2008). *Física, Ciencias e ingeniería* (7 edición, Vol 1). México: Cengage Learning.
- Shech, E. (2014). Scientific misrepresentation and guides to ontology: the need for representational code and contents. *Synthese*. DOI:10.1007/s11229-014-0506-2.
- Suárez, M. (2015). Deflationary representation, inference, and practice. *Studies in History and Philosophy of Science*, 49, 36–47.
- Suárez, M. (2010). Scientific representation. *Philosophy Compass*, 5(1), 91-101.
- Suárez, M. y Solé, A. (2006). On the analogy between cognitive representation and truth. *Theoria*, 55(1), 39–48.
- Suárez, M. (2004). An Inferential Conception of Scientific Representation. *Philosophy of Science*, 71 (5), 767-779.
- Suárez, M. (2003). Scientific Representation: Against Similarity and Isomorphism. *International Studies in the Philosophy of Science*, 17, 225–244.
- Suárez, M. (2002). The Pragmatics of Scientific Representation. *CPNSS Discussion Paper Series*, DP 66/02.
- Suárez, M. (1999). Theories, Models and Representations, in Magnani, Nersessian y Thagard (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery* (pp. 75-83). New York: Kluwer.

- Teller, Paul (2001). The Twilight of the Perfect Model. *Erkenntnis*, 55, 393-415.
- Thomson-Jones, M. (2006). Models and the Semantic View. *Philosophy of Science*, 73 (5), 524-535.
- Toon, A. (2010). Models as make-believe, in Frigg, R. and Hunter, M. (Eds), *Beyond Mimesis and Convention: Representation in Art and Science* (pp. 71–96) Berlin: Springer.
- Suppe, F. (1974). *La estructura de las teorías científicas*. Madrid: Cultura y sociedad, 1990.
- Swoyer, C. (1991). Structural Representation and Surrogate Reasoning. *Synthese*, 87, 449-508.
- Van Dalen, Dirk (2004). *Logic and Structure* (5 edition). Berlin: Springer Verlag.
- Van Fraassen, Bas. C. (2008). *Scientific representation*. New York: Oxford University Press.
- Van Fraassen, Bas C. (1997). Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox, in M. L. Dalla Chiara et al. (Eds.) *Logic and Scientific Methods* (pp. 511-530). Dordrecht: Kluwer.
- Van Fraassen, Bas. C. (1991). *Quantum Mechanics: An empiricist view*. New York: Oxford University Press Inc.
- Van Fraassen, Bas. C. (1989). *Laws and Symmetry*. New York: Oxford University Press Inc.
- Van Fraassen, Bas. C. (1985). On the Question of Identification of a Scientific Theory (A Reply to “van Fraassen’s Concept of Empirical Theory” by Pérez Ransanz). *Crítica*, 51 (17) 21-25.
- Van Fraassen, Bas. C. (1980). *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford; v.e. *La imagen científica*, Paidós-UNAM, México, 1996.
- Van Fraassen, Bas. C. (1970). On the extension of Beth’s semantics of physical theories. *Philosophy of Science*, 37(3), 325-339.