



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

**INTRODUCCIÓN AL DEBATE ENTRE EL
REALISMO ESTRUCTURAL ÓNTICO Y EL
EMPIRISMO CONSTRUCTIVO MEDIANTE LA
NOCIÓN DE ESTRUCTURA**

T E S I S

Que para obtener el título de:

Licenciada en Filosofía

Presenta:

Isis Espinoza Robles

Asesor:

Dr. Sergio Fernando Martínez Muñoz



Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Ian por motivarme.

A mis padres por apoyarme.

A Nelia por acompañarme.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer al Dr. Sergio Martínez por ser mi asesor y por la ayuda que me ha brindado no sólo durante la elaboración de este trabajo sino también durante mis años de formación. Trabajar con él me ha permitido observar de cerca el quehacer filosófico y aprender de él. Le agradezco por las llamadas y las reuniones en las que me aclaró más de una confusión. Gracias por guiarme a través de este trabajo. Quiero agradecer del mismo modo a los profesores y profesoras que aceptaron ser mis sinodales: la Dra. Ángeles Eraña quién, más allá de esta tesis, me proporcionó mi primer acercamiento a la epistemología y a la filosofía analítica. Le agradezco por darme la oportunidad de trabajar con el Dr. Martínez y por siempre estar disponible aun cuando ya no era su alumna. Es una magnífica profesora, con una admirable capacidad de hacer filosofía sin dejar de lado la práctica política. Me siento muy orgullosa de haber sido su alumna y de que ahora pueda ser mi sinodal. Asimismo quiero agradecer al Dr. Alfonso Arroyo Santos, por su cuidadosa revisión y comentarios desafiantes tanto en esta tesis como en el salón de clases; a la Dr. Ana Laura Fonseca, por su amable disposición para revisar este trabajo; y al Mtro. Carlos Romero, por sus acertadas críticas y por sus clases de metafísica en las que conocí y me interesé por el realismo estructural óptico. Gracias por haber estado presentes desde los inicios de mi formación y por su excelente labor como profesores.

Por otra parte, agradezco al proyecto PAPIIT IN401016 *Individuación en semántica, metafísica y epistemología* a cargo de la Dra. Lourdes Valdivia. Quiero mencionar mi gratitud hacia Lourdes, quien leyó y revisó el primer texto que dio lugar a este trabajo. Es una persona entrañable y una filósofa brillante y admirable que ha sido pieza fundamental de mi formación como filósofa. Me enseñó no sólo cómo trabajan los filósofos sino también, junto con la Dra. Eraña, cómo se es una filósofa en un ambiente

mayoritariamente masculino. Le agradezco del mismo modo su invitación al seminario de Metafísica y Semántica, seminario que me permitió observar de cerca cómo se hace la filosofía. Aprovecho para agradecer a los miembros de dicho seminario, las discusiones y exposiciones de diversos temas me han servido mucho para tener siempre en mente un alto estándar de lo que es el trabajo filosófico. Especialmente quiero agradecer a la Dra. Rosario por guiarme en el proceso de la creación del proyecto de tesis. Su experiencia fue tranquilizante, aseguradora y, sobre todo, enteramente útil.

En el aspecto menos académico, hay muchas personas que me ayudaron a llegar aquí. En primer lugar, mi padre, Teófilo Espinosa y mi madre, Leticia Robles. Gracias por todo el apoyo, el amor incondicional y la libertad que me han dado. Agradezco a mi padre particularmente por siempre confiar en mi talento y mis habilidades como filósofa, y darme la seguridad necesaria para seguir intentando. Todas esas pláticas que hemos tenido me han ayudado a ser lo que soy ahora. Gracias también por estar dispuesto a corregir mi redacción y notar el afán de los filósofos por hacer todo más complicado. A mi madre le agradezco su paciencia y apoyo sin restricciones, aun cuando tanto la carrera como el tema de tesis le parecían una locura. Espero que de alguna forma este trabajo compense aunque sea una parte de todo su esfuerzo. A Ian le debo toda la motivación que me permitió terminar esta tesis. Es la persona más amorosa que conozco y mi vida es mejor porque está en ella. Le agradezco a Gina también por ser una amiga con la que siempre puedo contar y por cuidarme todos estos años.

Por otra parte, le debo mucho a mis amigas: Paulina, Daniela, Nelía. Gracias por estar a lo largo de esta experiencia. No podría haber terminado este trabajo sin Nelía, la mejor compañía que pude tener. Gracias por ser mi compañera de estudios y de diversión en clases, mejoraste cada una de mis estancias en la biblioteca y mi experiencia

universitaria en general. Muchas gracias por vivir este proceso conmigo y por tu cariñosa presencia. Gracias a todas las personas que formaron parte de este proceso y que no están aquí. No puedo mencionarlos a todos, pero sepan que me ayudaron y les debo mucho.

Finalmente, quiero agradecer a los creadores de sitios como Sci-hub y Library Genesis, su esfuerzo por compartir libremente la información y el conocimiento fue crucial para llevar a cabo la investigación de este trabajo y para mi formación en general.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
1. EL EMPIRISMO CONSTRUCTIVO DE VAN FRAASSEN	1
1. I La noción empirista de estructura	2
1. II El papel filosófico de la estructura	13
1. III Estructuralismo empirista	18
2. EL REALISMO ESTRUCTURAL ÓNTICO DE FRENCH	22
2. I La noción realista de estructura	23
2. II El papel filosófico de la estructura	36
2. III Estructuralismo realista	39
3. EL PANORAMA DEL DEBATE	41
3. I Diferencias entre los dos tipos de estructuralismo	41
3. II La representación estructural como cuestión central del debate	45
3. III El debate desde el estructuralismo	51
CONCLUSIONES	58
<i>Bibliografía</i>	60

The recent tendencies of science do... take us to an eminence from which we can look down into the deep waters of philosophy; and if I rashly plunge into them, it is not because I have confidence in my powers of swimming, but to try to show that the water is really deep.

-Arthur Stanley Eddington, *The Nature of Physical World*, 1928.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es presentar el debate entre Steven French y Bas van Fraassen como una manera de entender las diferencias que hay en la literatura acerca del concepto de estructura, central para las propuestas estructuralistas en filosofía de la ciencia. Esta forma de presentarlo se opone a la presentación tradicional del debate en términos de la discusión general entre realismo y antirealismo en la filosofía de la ciencia. Una manera clásica de presentar tal discusión es mediante el planteamiento de la siguiente pregunta: ¿existen o no las entidades postuladas por nuestras mejores teorías científicas? El realista afirmará que sí existen y el antirealista lo negará.

Tanto el realista como el antirealista presentan como respaldo un argumento general clásico: el realista se sostendrá en el argumento de no milagros y el antirealista en la meta inducción pesimista. El primer argumento establece que si las entidades postuladas por la ciencia no existieran (si las teorías fueran falsas y los términos teóricos que utilizan no refirieran a entidades del mundo), no podríamos explicar el éxito predictivo y explicativo de nuestras mejores teorías, en ese sentido, sería un milagro que éstas logran funcionar tan bien como lo hacen (Chakravartty 2017). El segundo es un argumento inductivo que enumera ejemplos de teorías pasadas que tuvieron éxito predictivo y explicativo, pero que fueron después descartadas porque se mostró que las entidades postuladas por sus términos teóricos no existían (los ejemplos clásicos de estos tipos de términos teóricos son el éter y el calórico), para concluir que nuestras mejores teorías actuales con éxito predictivo y explicativo también serán descartadas en el futuro (Chakravartty 2017).

La discusión realismo-antirealismo proviene de las preocupaciones positivistas porque gira alrededor de la importancia de la distinción entre términos observacionales y

teóricosⁱ. El cuestionamiento de la importancia de esa distinciónⁱⁱ orilla al replanteamiento de la discusión entre realismo y antirealismo ya que si se cuestiona la idea de que las teorías científicas tienen términos teóricos y observacionales donde sólo la referencia de los segundos está garantizada, la pregunta por la existencia de las entidades a las que refieren los términos teóricos pierde fuerza. Las propuestas estructuralistas surgen en este espacio abierto por el mencionado cuestionamiento de la centralidad epistémica de la distinción entre términos observacionales y teóricos.

En este trabajo expongo dos de las propuestas estructuralistas más importantes: el empirismo constructivo de van Fraassen y el realismo estructural óptico (OSR por sus siglas en inglés) de French. Cabe mencionar que la relevancia del empirismo constructivo consiste en que presenta a la estructura dentro de un esquema pragmatista que le permite deshacerse de algunos problemas clásicos del estructuralismoⁱⁱⁱ, mientras que la relevancia del OSR proviene de su proyecto naturalista en el que hay un acercamiento entre la física contemporánea y la metafísica. En este acercamiento, French construye una noción físicamente informada de la estructura del mundo. Me centraré en ellas no porque sean las únicas propuestas estructuralistas importantes, sino porque, como veremos, en la discusión en la que se enfrasan se destacan los distintos papeles que cumple la estructura.

van Fraassen y otros filósofos de los años setentas se enfrentaron a una filosofía de la ciencia que, pese a los esfuerzos y al proyecto del empirismo lógico, trabajaba con una

ⁱ La distinción entre términos teóricos y observacionales es una famosa propuesta del positivismo lógico. A grandes rasgos consistía en diferenciar los aspectos empíricos de las teorías (los términos que se refieren a entidades, propiedades y relaciones directamente observables) de los aspectos teóricos (los términos que se refieren a entidades, propiedades y relaciones que no pueden ser observados de manera directa o que no pueden ser observados en absoluto). Para ahondar en ella y en el papel que tuvo en el positivismo lógico véase (Suppe 1972).

ⁱⁱ Una crítica a la importancia epistémica de la distinción entre términos teóricos y observables puede encontrarse en Suppe (1972), quien propone replantear la discusión desde la concepción semántica.

ⁱⁱⁱ Por ejemplo, el problema de Newman y la paradoja de Putnam (véase (van Fraassen 1997)).

visión artificial del quehacer científico. Surgió entonces la preocupación por hacer una filosofía de la ciencia que tomara más en cuenta la manera en la que se lleva a cabo el quehacer científico. El propósito era que la filosofía de la ciencia ofreciera un entendimiento más completo de la ciencia (tanto de la práctica como del producto de la misma), sobre todo que trabajara desde un planteamiento epistémico menos artificial para dar cuenta de cómo la ciencia permite avanzar en el conocimiento del mundo. Según van Fraassen, con el fin de dejar atrás los planteamientos epistémicos provenientes de la distinción teórico-observacional, la filosofía de la ciencia requería desarrollarse a partir del concepto de estructura.

El problema es que no parece haber consenso acerca de qué es exactamente la estructura. Para construir su noción de estructura, van Fraassen parte de un concepto de estructura que originalmente fue introducido en matemáticas y resultó muy útil para el desarrollo de las teorías matemáticas del siglo XX. En cambio, los realistas estructurales ónticos (como French y Ladyman) herederos del proyecto de los setentas, defienden una noción de estructura más ligada a la física, y especialmente a la manera en que la estructura se relaciona con la posibilidad de una teoría fundamental en la física. Aquí surge el famoso debate entre OSR y empirismo constructivo del que trata esta tesis.

Si bien es posible entender este debate en términos de la discusión general realismo-antirealismo y decir, por ejemplo, que el empirismo constructivo acepta que las teorías deben entenderse de manera literal pero niega que las teorías sean verdaderas respecto a los aspectos inobservables del mundo (Monton & Mohler 2017) en contraste con el OSR que defiende que las teorías restringidas a su estructura son verdaderas (Chakravartty 2017), considero que plantearlo en estos términos resulta estéril porque implica regresar al

planteamiento tal y como lo establecieron los empiristas lógicos. Es importante salir de ese planteamiento epistémico porque el eje de la distinción teórico-observacional ha sido duramente criticado^{iv} por haber conducido a la filosofía de la ciencia a un callejón sin salida. Por otro lado, una vez que se toma en serio la práctica científica resalta que el uso de las estructuras en ella está generalizado (por lo menos en casos como la física donde el uso de estructuras matemáticas es común); los estructuralistas proponen, entonces, que el concepto de estructura y cómo se desarrolla en la ciencia es central para la comprensión de la misma.

En este sentido, si centramos el debate en la pregunta de qué es la estructura, es posible ser fiel a la motivación positivista original (explicar qué nos dice la ciencia del mundo dando con el contenido epistémico de las teorías) pero ya no mediante la visión general de términos lingüísticos, entidades y objetos, sino con la visión científicamente informada de estructuras.

Además, resulta más fructífero plantear el debate desde este enfoque porque abre paso a la discusión sobre el tema de la representación en la ciencia. A grandes rasgos éste consiste en explicar cómo las estructuras matemáticas abstractas (presentes en el quehacer científico) pueden representar al mundo concreto. Esta cuestión es fundamental para la comprensión del quehacer científico, pues éste utiliza modelos y demás estructuras abstractas para representar y como filósofos de la ciencia hay que dar cuenta de ese hecho. Hay que notar, por lo demás, que este problema no surge si planteamos el debate en términos realistas-antirealistas, pues la representación que los términos hacen de los objetos no es un problema específico del quehacer científico, sino que es más general. De este

^{iv} Además de la crítica de muchos autores en los años setenta, entre ellos Feyerabend y Suppe, Quine (1951) famosamente argumentó en contra de la pertinencia de dividir la realidad y el lenguaje en lo observacional y lo teórico. Otra crítica común fue que todo término ‘observacional’ tiene alguna carga teórica.

modo, considero que cambiar el planteamiento del debate permite comprender mejor la representación científica, y en general tener una mejor comprensión del quehacer científico.

Quisiera hacer notar dos cosas. En primer lugar, las dos posturas que abordo en este trabajo se inscriben en lo que se conoce como la concepción semántica de las teorías científicas^v. A grandes rasgos ésta se caracteriza por considerar a las teorías científicas como clases de modelos (estructuras) y forma parte también del proyecto de abandonar la distinción teórico-observacional. Para la concepción semántica la estructura funciona como el vehículo del conocimiento científico porque mediante ella se presenta aquello que conocemos gracias a la ciencia.

En segundo lugar, quiero resaltar que hay un vínculo fuerte entre representación científica y estructura. Este vínculo estará presente implícitamente a lo largo de la tesis, pero una manera de adelantarlo es mencionar una disputa sobre la representación científica. El escenario es el siguiente: a finales del siglo XIX tanto los filósofos y científicos realistas como antirealistas concebían a las teorías científicas como una representación de los fenómenos naturales (van Fraassen 1997, p. 511). La disputa recaía en cómo entendían la representación, los criterios para su adecuación, y, en general, en cuál consideraban que era el propósito de la ciencia. Los filósofos realistas, como Max Planck, defendían que la representación científica es una copia fiel de la naturaleza, de modo que el criterio de adecuación es la correspondencia (van Fraassen 2008, p. 195). Así, una representación es adecuada si corresponde con lo representado en todos los aspectos. De acuerdo a esta idea, el propósito de la ciencia es justamente ofrecernos una imagen completamente adecuada y total del mundo (van Fraassen 2008, p. 194)

^v Una exposición introductoria a la concepción semántica puede encontrarse en Lorenzano (2013).

Filósofos como Boltzmann, Helmholtz, Hertz y Mach, en cambio, defendían que la representación científica rescata sólo algunos aspectos de la naturaleza (van Fraassen 2008, p. 194). Según esto, el criterio de adecuación no podía ser la correspondencia fiel, sino la de adecuación en algún grado, pero nunca total. Hertz (1956) esquematizó esa adecuación gradual con la siguiente afirmación: “We form for ourselves inner pictures or symbols of external objects; and the form which we give them is such that the necessary consequences of the pictures in thought are always the pictures of the necessary consequences in nature of the things pictured” (p. 1-2, citado en van Fraassen 2008, p. 196). La idea es que el criterio de adecuación que basta es el de capturar las consecuencias necesarias de la naturaleza. Así, la representación científica es adecuada si captura las regularidades empíricas. El propósito de la ciencia, bajo esta idea de representación, es obtener una imagen que permita predecir los fenómenos (van Fraassen 2008, p. 197).

Esta disputa muestra los inicios de la relación entre la representación y la estructura; el razonamiento detrás es: si la representación científica puede restringirse a un solo aspecto de la naturaleza, entonces puede restringirse a la estructura. De esta manera, otro posible criterio de adecuación para la representación es la adecuación estructural –es decir que una representación es adecuada si captura las relaciones al interior de los fenómenos. Bajo este criterio analizar lo que la ciencia nos dice de la naturaleza es analizar la estructura de la naturaleza.

Hertz explícitamente afirma algo similar a la idea de que la ciencia representa la estructura. Pues creía que las ecuaciones representan las relaciones entre los objetos macroscópicos -los fenómenos observables (van Fraassen 2008, p. 201). Y cuando analiza la teoría de Maxwell afirma que la teoría del electromagnetismo de Maxwell es su sistema

de ecuaciones (Hertz 1962, p. 20, citado en van Fraassen 2008, p. 202). Así, Hertz acepta por un lado que las teorías científicas son los sistemas de ecuaciones, por otro lado, que las teorías científicas representan sólo algún aspecto de la naturaleza, y finalmente, que las ecuaciones representan las relaciones de la naturaleza. Por lo tanto, Hertz defiende que las teorías científicas representan las relaciones de la naturaleza, es decir, la estructura.

Si consideramos el trabajo de Hertz concerniente a esa disputa, podemos encontrar una noción de estructura más o menos explícita (a saber: aquello representado por el sistema de ecuaciones de la teoría). La estructura entendida así funciona como contenido del conocimiento, porque lo que conocemos son las relaciones entre lo observable.

La idea general de esos puntos es que la estructura está íntimamente ligada con el conocimiento científico; según cómo se entienda puede funcionar como el vehículo para representar lo que conocemos mediante la ciencia, o como el contenido mismo de lo que conocemos mediante la ciencia.^{vi} Tal vez sea útil insistir en la diferencia entre estos dos papeles. Cuando la estructura funciona como contenido del conocimiento significa que lo que conocemos mediante la ciencia es sólo el aspecto estructural de la naturaleza —cuando sólo podemos dar cuenta de las relaciones de la naturaleza, pero no de los objetos que la pueblan. En cambio, cuando funciona como medio del conocimiento significa que independientemente de lo que sea que conozcamos de la naturaleza mediante la ciencia, la mejor manera de presentarlo es apelando a estructuras.

^{vi} Esto no significa que cuando se entiende la estructura de tal forma que funcione como medio del conocimiento no pueda funcionar como contenido del conocimiento. Los papeles de medio y contenido no son excluyentes para una misma noción de estructura.

Finalmente, pienso que esos dos puntos muestran que la estructura tiene un papel epistémico importante porque determina en algún grado el conocimiento científico^{vii} – determina la forma con la que se presenta aquello que conocemos o determina aquello mismo que conocemos. Y, en este sentido, considero que plantear el debate entre French y van Fraassen a la luz de cómo entienden la estructura, nos informará acerca de sus propias posturas epistémicas y las diferencias entre ellas.

De acuerdo a lo dicho hasta ahora, vuelvo a mencionar que el objetivo de esta tesis es presentar el debate entre French y van Fraassen a partir del concepto de estructura. La hipótesis es que hacerlo de tal manera permite comprender mejor tanto qué conocemos del mundo mediante el quehacer científico como el debate mismo. Así, la tesis está organizada como sigue: el primer capítulo está dedicado a extraer la noción de estructura del empirismo constructivo y a establecer su papel filosófico (epistémico). Para ello expongo brevemente el empirismo constructivo y expongo la manera en la que van Fraassen utiliza la estructura. Después planteo la noción de estructura empirista y su papel epistémico a partir de la primera exposición. Finalizo con la exposición del empirismo constructivo como un estructuralismo.

En una línea similar, el segundo capítulo está dedicado a plantear la noción de estructura del OSR y a exponer el papel filosófico que tiene. Primero presento también brevemente la postura del OSR y muestro la forma en la que utiliza la estructura. En la

^{vii} Considero que la noción de estructura tiene tal importancia epistémica por su vínculo con la representación. Mi intuición es que el papel epistémico de la estructura está supeditado al papel epistémico de la representación (es decir, la estructura determina el conocimiento porque la representación determina al mismo). Sin embargo, la estructura no puede dejarse del lado porque centrarse en ella permite acentuar el papel de la representación. En este sentido, el análisis de la estructura abre la puerta a un planteamiento epistemológico centrado en la representación. Menciono esta intuición en la tesis, pero es una idea que requiere desarrollo adicional.

segunda sección extraigo la noción de estructura realista y su rol en el OSR, el cual queda expuesto al final como un estructuralismo.

Hago la presentación del debate en el tercer capítulo, en el cual dedico la primera sección a hablar de las diferencias entre las nociones de estructura revisadas en los dos primeros capítulos y sus respectivos papeles. En la segunda sección, señalo el núcleo del debate en el que se resalta la importancia del problema de la representación, mismo que constituye uno de los asuntos más relevantes que quedan por discutir en torno al debate. Para finalizar expongo el debate y presento algunas de las cuestiones que se discuten en él.

CAPÍTULO 1. EL EMPIRISMO CONSTRUCTIVO DE VAN FRAASSEN

De manera clásica, el empirismo constructivo se entiende como la postura que afirma que “science aims to give us theories which are empirically adequate; and acceptance of a theory involves as belief only that it is empirically adequate” (van Fraassen 1980, p. 12). Y la adecuación empírica se define en un primer momento con la siguiente tesis: “a theory is empirically adequate exactly if what says about the observable things and events in this world, is true -exactly if it saves the phenomena” (van Fraassen 1980, p. 12)¹. Parte central de la propuesta es defender que el propósito de la ciencia no es construir teorías que describan la naturaleza tal y como ésta es (la ciencia no construye ni busca construir teorías verdaderas), sino que su objetivo es construir teorías empíricamente adecuadas -teorías que sean verdaderas de los aspectos observables de la naturaleza.

van Fraassen intenta defender, además, que la creencia en la adecuación empírica de las teorías es el único compromiso epistémico necesario para la aceptación de una teoría². Esto quiere decir que adoptar el programa de investigación de una teoría y comprometerse con el uso de ese marco conceptual para interpretar e investigar la naturaleza, implica sólo la creencia en la adecuación empírica de la misma, no necesita la creencia en la verdad de la teoría.

Ahora mismo no ahondaré en la adecuación empírica porque en la segunda sección volveré a ella, basta decir por el momento que la adecuación empírica no debe entenderse

¹ Aunque después van Fraassen introduce una definición más precisa de adecuación empírica, retomo aquí la primera definición porque me parece que es más intuitiva y ayuda a presentar de manera general el empirismo constructivo. Más tarde en este capítulo presentaré la versión más sofisticada, en la que la estructura tiene un rol central y que ya está anunciada en ese mismo párrafo, cuando van Fraassen (1980) continúa diciendo: “A little more precisely: such a theory has at least one model that all the actual phenomena fit inside” (p.12).

² Para ahondar en la diferencia y la relación entre aceptación y creencia, véase (van Fraassen 2001, p. 164).

como una introducción de un nuevo tipo de verdad debilitada, sino como la misma noción clásica de verdad de Tarski, pero restringida a cierto aspecto de las teorías: las entidades, procesos y eventos observables, por ejemplo, las galaxias, las capas de conchas, las mesas y las sillas.

Hay muchas cosas que rescatar y discutir acerca del empirismo constructivo, pero no podré detenerme en ellas debido a que este trabajo se limita al papel de la estructura dentro del empirismo constructivo. Sin embargo, espero que lo dicho hasta ahora funcione como panorama general de la postura, aunque sea uno breve y superficial.

En el resto del capítulo, ahondaré en la manera en la que van Fraassen trabaja con la estructura. La primera sección está dedicada a la exposición de la noción de estructura adoptada por van Fraassen; la segunda está dedicada al papel filosófico -epistémico- de esa noción. Finalizaré el capítulo con algunas consideraciones acerca del estructuralismo empirista.

1.I La noción empirista de estructura

La noción de estructura utilizada por van Fraassen está condensada en términos de espacios de estados y modelos (tanto teóricos como de datos). A continuación, expondré brevemente esos conceptos para dar pie a la caracterización de la noción de estructura que nos interesa.

Espacios de estados

Los espacios de estados son estructuras matemáticas que se utilizan para representar a un sistema. En el caso que nos interesa, los sistemas que se busca representar son los sistemas físicos. Es importante entender que los sistemas físicos no son algo que se encuentra en la naturaleza y que los científicos descubren, sino que se definen y se construyen desde las

teorías científicas. En palabras de van Fraassen (1972), “the theory defines its own subject matter -the kind of systems that realized the theory” (p. 310).

Como ya dije, la manera en la que se construyen y se representan esos sistemas físicos es a través de los espacios de estados.³ Estos últimos utilizan una colección de entidades matemáticas⁴ para representar el conjunto de estados posibles de un sistema. El ejemplo que pone van Fraassen es el de un conjunto de tripletas de números reales (una entidad matemática) $\langle t, v, p \rangle$, que proporciona los estados posibles de un cuerpo de gas (un sistema físico).⁵ La idea en este caso es que el espacio de estados del cuerpo de gas es el conjunto de todas las tripletas posibles de los números reales, porque cada tripla específica un estado del cuerpo de gas. Así, si un cuerpo de gas tiene una temperatura t_1 , un volumen v_1 y una presión p_1 , entonces está en el estado representado por $\langle t_1, v_1, p_1 \rangle$. Pero el estado $\langle t_1, v_2, p_1 \rangle$ es también un estado posible del cuerpo de gas, y como tal es parte del conjunto de tripletas, es parte del espacio de estados del sistema.⁶

Parte importante del concepto de espacio de estados es la manera en la que se establece qué estados son posibles para el tipo de sistema que se busca representar. Esto se hace a través de las leyes que la teoría postula para regir el tipo de sistema físico en

³ Más precisamente, los espacios de estado son uno de los tres elementos necesarios para que la teoría defina el tipo de sistema físico con el que va a tratar. Los otros dos son las magnitudes físicas medibles y la función de satisfacción (“besides the state space, the theory uses a certain set of measurable physical magnitudes to characterize the physical system [...] the [...] satisfaction function is the third characteristic feature of the theory” (van Fraassen 1970 p. 328- 329)). Expondré estos elementos más abajo.

⁴ van Fraassen (1972) establece que “to define a kind of physical system, we specify first of all the set of states of which it is capable. Doing this formally, what we specify is a collection of mathematical entities (numbers, vectors, functions) to be used to represent these states; this collection I shall call the *state space*” (p. 311).

⁵ El ejemplo está en (van Fraassen 1972 p. 311).

⁶ Hay que notar que un espacio de estados puede usar muchas entidades matemáticas -además de conjuntos y números- para representar los estados del sistema. Puede también utilizar vectores o coordenadas, como cuando se utilizan espacios euclídeos; intuitivamente, si pensamos que el espacio de estados de un sistema es un espacio euclídeo de dos dimensiones -como el plano cartesiano- es sencillo entender que cada coordenada en el plano representa un estado posible del sistema (van Fraassen pone un ejemplo con espacio euclídeo en 1970, p. 328). Pero también hay representaciones más complejas, el único requisito es que el espacio de estados represente los estados posibles del sistema con algún tipo de entidad matemática.

cuestión, puesto que “the function of a law is to describe the behavior of the kind of physical system with which the theory deals: to describe the possible state of which it is capable, its normal evolution through time when disturbed, and its behavior in interaction” (van Fraassen 1970 p. 330). Entonces, las leyes serán las que restrinjan los estados que puede tener el tipo de sistema físico con el que se está tratando.

Naturalmente, estas leyes -al provenir de las teorías científicas- varían según la teoría y el tipo de sistema físico en cuestión. Sin embargo, van Fraassen considera que esas leyes variantes pueden agruparse en la distinción tradicional de las leyes de coexistencia, de sucesión y de interacción⁷. Las leyes de coexistencia son las que describen los estados físicamente posibles dentro del espacio de estados matemáticamente posibles. En palabras de van Fraassen (1970): “laws of coexistence select the physically possible subset of the state-space” (p. 330).

Las leyes de sucesión son las que determinan cómo puede evolucionar el sistema. Dice van Fraassen (1970): “laws of succession select the physically possible trajectories in the state-space” (p. 331), donde una trayectoria en el espacio de estados se traza con una función que va del tiempo t_n al estado e_n del espacio de estados del sistema. Así, las leyes de sucesión seleccionan los estados posibles que un sistema puede adquirir en un tiempo posterior⁸.

⁷ “We shall therefore proceed in accordance with the traditional three-fold distinction between laws of coexistence, laws of succession, and laws of interaction” (van Fraassen 1970, p. 330). Es importante señalar también que van Fraassen no reconoce la existencia de las leyes de la naturaleza, sino que (como empirista) considera que lo único que tenemos son regularidades. En este sentido, sería más acertado hablar de ecuaciones de coexistencia, de sucesión y de interacción que restringen los estados que el sistema puede adoptar. Sin embargo, la tesis de que las leyes de las teorías son sólo ecuaciones que describen regularidades es controversial y no puedo sólo asumirla, por lo que seguiré hablando de leyes para dejar la cuestión en un terreno neutral.

⁸ Lo anterior sólo es el caso si las teorías son no relativistas. El ejemplo clásico de una ley de sucesión son las leyes del movimiento newtonianas, pues, dado un estado inicial, describen la manera en la que el sistema se comporta a través del tiempo.

Finalmente, las leyes de interacción describen los estados resultantes de la interacción con otros sistemas. Las leyes de interacción, de manera general, son aquellas que dan cuenta de cómo los sistemas que interactúan se pueden convertir en un solo sistema complejo, para que al final baste con retomar sólo las leyes de coexistencia y de sucesión para representar a ese sistema más complejo⁹.

En resumen, los espacios de estados muestran los estados posibles de cierto tipo de sistema físico de acuerdo con las leyes de coexistencia, interacción y sucesión que acepte la teoría en cuestión¹⁰. Y al mostrar los estados posibles, definen el tipo de sistema físico con el que la teoría trabaja. En este sentido, los espacios de estados delimitan el comportamiento del sistema físico y con esto, muestran las relaciones que puede haber entre los estados del sistema físico y entre distintos sistemas, esto es, presentan la estructura de los sistemas. Además, como veremos a continuación, son la herramienta con la que se definen los modelos teóricos; por lo tanto, siguiendo la tesis de la concepción semántica que afirma que una teoría científica se presenta o define mediante una clase de modelos (Lorenzano 2013, 603), los espacios de estados presentan o definen a la teoría científica misma.

⁹ van Fraassen (1970) menciona que el problema con esta manera de dar cuenta de las leyes de interacción es que sólo funciona cuando los dos sistemas son del mismo tipo; por lo que intenta plantear posibles caminos que lleven al desarrollo de una noción más robusta de leyes de interacción. Independientemente de los detalles que haya que afinar al respecto de esas leyes, sí es claro que es necesario para el espacio de estados que se establezca un tipo de leyes que describan el comportamiento del sistema cuando interactúa con otros.

¹⁰ En realidad, la representación y construcción de los sistemas físicos mediante los espacios de estado es mucho más compleja, pues “a physical theory will normally deal with a large kind [of physical systems] divided into subkinds, and specify a state space for each subkind” (van Fraassen 1972 p. 311). Pero la versión esquemática que presento es suficiente para entender qué es un espacio de estados y la manera en la que son utilizados.

Modelos

Para pasar a la exposición de los modelos, hay que hablar antes de los otros dos elementos necesarios para la definición del tipo de sistema físico con el que pretende tratar la teoría¹¹: el conjunto de magnitudes físicas y la función de satisfacción. La idea de las magnitudes físicas es muy intuitiva: para caracterizar un sistema físico no sólo necesitamos saber qué estados puede tener, también necesitamos describir al sistema mediante las propiedades físicas que tiene y puede tener. Así que la teoría asigna magnitudes físicas al sistema con el que trata (p. ej. posición, densidad), donde las magnitudes físicas se entienden como familias de ciertas propiedades físicas de los sistemas.¹² Estas magnitudes, al ser medibles, son capaces de tener valores.¹³ Por lo tanto, el conjunto de magnitudes conlleva un conjunto de enunciados cuyo contenido es una asignación de valor a las magnitudes.¹⁴ Este tipo de enunciados es llamado enunciado elemental.

Por otro lado, la función de satisfacción es aquella que relaciona a los enunciados elementales con los espacios de estados, pues selecciona la región del espacio de estados que satisface los enunciados elementales. Es decir, dado que “for each elementary

¹¹ Véase nota 3.

¹² Acerca de las magnitudes físicas van Fraassen (1991) dice: “A physical system has some properties, and it is capable of other properties. [...] An observable (or physical magnitude) corresponds to a family of properties” (p. 301).

¹³ Hay que destacar que las magnitudes físicas son medibles, no medidas. Es decir, son magnitudes a las que, tras el diseño de un proceso de medición llevado a cabo por una teoría auxiliar de la medición, se les puede asignar un valor, pero no son magnitudes ya medidas cuyo valor conocemos. Es importante tener en cuenta que el análisis de las teorías en términos de espacio de estados, magnitudes físicas y relación de satisfacción - en términos de lenguajes semi interpretados (véase (van Fraassen 1970 p. 335))- es un análisis altamente abstracto. En este sentido, si bien las magnitudes son físicas y medibles, siguen siendo herramientas abstractas que utilizamos para caracterizar al sistema. No deben confundirse con propiedades de los objetos de la naturaleza o con propiedades observables, pues, aunque incluyen propiedades que parecen pertenecer a la naturaleza -como la velocidad o el volumen-, también incluyen propiedades ajenas a nuestra experiencia cotidiana, como las que se utilizan para describir sistemas distintos a los de la física clásica.

¹⁴ Acerca de los enunciados elementales, van Fraassen dice que “the theory uses a certain set of measurable physical magnitudes to characterize the physical system. This yield the set of elementary statements about the system [...]: each elementary statement [...] formulates a proposition to the effect that certain such physical magnitude m has a certain value r at a certain time t ”. (van Fraassen 1970 p.328).

statement U there is a region $h(U)$ of the state space H such that U is true if and only if the system's actual state is represented by an element of $h(U)$ " (van Fraassen 1970, p. 329), la función de satisfacción ubica la región del espacio de estados que haría verdadero al enunciado elemental. Por ejemplo, sea el enunciado elemental U aquel que afirma $m = r$, la función de satisfacción localizará los estados del sistema en los que la magnitud m tenga el valor r . Y decimos que U es verdadero sii el estado actual del sistema se encuentra dentro de esa región seleccionada por la función de satisfacción.

Con lo anterior en mente ya podemos dar pie a los modelos teóricos. Una de las definiciones formales que van Fraassen (1970) ofrece de los modelos es la siguiente: "A model [...] is a couple $M = \langle loc, X \rangle$, where X is a system of the kind in question and loc is a function assigning a location in H [a state space] to X " (p. 335). Es decir, un modelo consiste en el par de un sistema físico específico y una función de localización, donde la última se encarga de ubicar al primero dentro de cierto espacio de estados. Recordemos que los espacios de estado representan los estados posibles de un tipo de sistema físico, de acuerdo a las leyes de la teoría y las magnitudes que la teoría utiliza para describir al sistema. Ahora, lo que hace el modelo es colocar a un sistema físico específico dentro del tipo de sistemas con el que lidia cierta teoría. Es decir, con el modelo se afirma: "el sistema X pertenece al tipo de sistemas descrito por la teoría T ", o sea "el sistema X puede ser descrito mediante las magnitudes x, y, z –que tienen los valores establecidos por los enunciados elementales $U_1, U_2 \dots U_n$ –, y su comportamiento se rige bajo las leyes $L_1, L_2, \dots L_n$ ".

En este sentido, el modelo puede verse también como una región del espacio de estados, como un subconjunto del espacio creado a partir de la función de localización. Hay

que notar que el modelo debe retomar las magnitudes establecidas por el espacio de estados para describir al sistema, y debe conservar las relaciones entre esas magnitudes establecidas por los enunciados elementales (o sea el modelo debe conservar la estructura del tipo de sistemas representada en el espacio de estados), para que sea un modelo de la teoría; pero fuera de eso puede representar al sistema específico de muchas maneras, puede adornarlo tanto como quiera, incluir nuevas magnitudes, atribuirle nuevas propiedades, etc. Así, el modelo teórico conserva la estructura del tipo de sistema, pero construye al sistema específico como quiera. Por lo tanto, el modelo puede pensarse como la estructura del espacio de estados dotada de contenido -y la única restricción es que ese contenido no sea incompatible con las leyes y ecuaciones de la teoría. Es por esto que se dice que los modelos son estructuras interpretadas que hacen verdadera a la teoría, pues brindan un ejemplo del sistema que satisface las condiciones del tipo de sistema con el que la teoría trabaja.

Para finalizar esta sección, quisiera destacar la diferencia entre el espacio de estados y los modelos teóricos. El espacio de estados (esto es, el espacio de estados más las leyes, las magnitudes, los enunciados elementales y la función de satisfacción) delimita sólo la estructura del tipo de sistemas físicos que le interesa a la teoría, no dice nada acerca de cómo son estos sistemas. En cambio, el modelo presenta un ejemplo de un sistema particular que es parte de ese tipo de sistemas.

Por ejemplo, un espacio de estados puede presentar la estructura del tipo de sistemas con los que trabaja la física clásica -presentará entonces los estados posibles de ese tipo de sistemas y la manera en la que se describen (sus magnitudes y sus enunciados elementales)-, mientras que un modelo presentará un sistema físico específico -una galaxia tal vez- como

parte del tipo de sistema de la física clásica. Ahora, bajo este modelo en el que tenemos una galaxia que se comporta como un sistema newtoniano, no existe nada más. Sin embargo, en otro modelo podemos tener dos galaxias que se comportan como sistemas newtonianos y que interactúan de acuerdo a las leyes de interacción de la física clásica. Ambos modelos son compatibles con el espacio de estados, con la teoría, pero describen dos mundos distintos.¹⁵ Así, estos modelos -y en general los modelos de una misma teoría- comparten la estructura, pero difieren en la manera en la que representan al mundo, los modelos ofrecen distintas imágenes del mundo.

Modelos de datos

van Fraassen establece que la función de los modelos teóricos es representar a los fenómenos¹⁶. Para llevar a cabo tal función se busca un intermediario entre los modelos teóricos (entidades abstractas) y los fenómenos (entidades concretas). Este intermediario son los modelos de datos, pues éstos son el producto final del proceso de experimentación y medición de los fenómenos¹⁷; donde este proceso permite pasar de las entidades concretas y caóticas (los fenómenos observables) a las estructuras abstractas que representan a esas entidades concretas y que de hecho se enfrentan a los modelos teóricos. En este sentido,

¹⁵ El ejemplo que proporciono es una simplificación, pues los modelos de las teorías intentan representar al mundo con más de un par de entidades, y no sólo postulan entidades, sino también magnitudes y relaciones entre ellas. Un ejemplo más adecuado tal vez serían los distintos modelos -interpretaciones- de la mecánica cuántica.

¹⁶ van Fraassen es muy enfático al respecto: “the essential job of a scientific theory is to provide us with a family of models, to be used for representation of empirical phenomena” (van Fraassen 1972, p. 310); “the theory offers [the family of models] for the purpose of modelling the physical phenomena we study” (van Fraassen 1991, p. 300); “a theory provides, in essence, a set of models [...] these models -the theoretical models- are provided in the first instance to fit observable phenomena” (van Fraassen 2008, p. 108).

¹⁷ En realidad, el producto final serían los *surface models*, en los que se idealizan los resultados de los modelos de datos (véase (van Fraassen 2008, p. 166- 172)). Sin embargo, como aquí no entraré en detalle al proceso de medición, no diferenciaré entre los dos tipos de modelos. Por lo tanto, usaré ‘modelos de datos’ para referirme a las estructuras que contienen los resultados ya idealizados y abstraídos de los fenómenos.

cuando se dice que los modelos teóricos representan a los fenómenos, en realidad se afirma que los primeros representan a los fenómenos representados por los modelos de datos.

La idea es que las teorías científicas no se enfrentan a los fenómenos crudos, a los eventos y entidades observables, sino que se enfrentan a modelos y estructuras matemáticas construidas a partir de la idealización y la abstracción de esos eventos y entidades. Esta construcción se da, en primer lugar, a través de la medición. Posteriormente, los resultados arrojados por la medición se idealizan para construir modelos de datos. Ahora, es muy importante destacar que tanto la medición como la construcción de los modelos de datos son procesos creativos¹⁸ llevados a cabo por científicos que ya son parte de un programa de investigación, por lo que asumen cierta descripción científica de lo que es medido.

Es decir, el proceso de medición y de construcción de modelos no es un proceso libre de teoría en el que los científicos se acercan a los fenómenos puros, dados y obtienen los datos escritos en el *blueprint* del mundo; sino que se trata del proceso que, dado cierto aparato de medición que busca los valores de magnitudes establecidas por cierta teoría aceptada, extrae los valores de los fenómenos descritos según cierta teoría. En palabras de van Fraassen (2006a): “the use of [mathematical tools] within scientific practice is not a case of applying concepts to the unconceptualized but to structures that already have a description admitted as acceptable in a context” (p. 541). Es decir, antes de la medición y la construcción de los modelos, los científicos se encargan de seleccionar los parámetros relevantes con los que se van a describir los fenómenos, parámetros siempre provenientes de una teoría¹⁹.

¹⁸ “The construction of these data models is a sophisticated and creative process” (van Fraassen 1989, p. 229).

¹⁹ Sin embargo, el hecho de que los parámetros sean seleccionados por los científicos no implica que sean invenciones o que no sean observables. Al respecto, van Fraassen (2008) dice: “The procedure [of measurement] is meant to address a particular parameter, property, quantity or observable (essentially

La razón por la que lo anterior es relevante para la noción de estructura empirista es que el proceso de medición y de construcción de modelos de datos presenta la estructura de los fenómenos. Ya que condensar los fenómenos en modelos de datos conlleva asignarles cierta estructura, ciertas relaciones entre los parámetros que se miden y se idealizan. Es importante notar que la caracterización de la estructura de los fenómenos está determinada por los procesos de medición y de idealización llevados a cabo bajo condiciones específicas por científicos que son parte de cierto programa de investigación. De este modo, no hay una única estructura que se descubra mediante los procesos mencionados, sino que, de acuerdo a las especificidades de esos procesos (de acuerdo a las especificidades de las prácticas científicas), la estructura de los fenómenos se caracteriza de una u otra forma. Por lo tanto, hay múltiples estructuras con las que se puede representar a los fenómenos, dependientes de la selección de parámetros permitida por el programa de investigación.

Noción de estructura

Con lo anterior en mente, es posible delinear la noción empirista de estructura (e-estructura). Hasta ahora he hablado en dos maneras de la estructura: i) la estructura de los espacios de estados que se conserva en los modelos teóricos; y ii) la estructura de los fenómenos que se representa en los modelos de datos. Para van Fraassen, la noción e-estructura que nos informa acerca de la imagen que la ciencia ofrece del mundo se delinea a partir de la estructura en el sentido de ii). Mientras que la estructura en el sentido de i) nos habla de los aspectos que la ciencia propone, pero no forman parte de la imagen del mundo.

Por el lado de la estructura de los fenómenos, representada por los modelos de datos, se delinea una noción de e-estructura con tintes empiristas y pragmáticos. Los tintes

interchangeable terms) that pertains to the object” (p. 147). Es importante recordar, entonces, que los modelos de datos, aunque son abstracciones, son las abstracciones más cercanas a los fenómenos, son la manera en la que presentamos a los fenómenos, por lo que tienen que mantener alguna cercanía con ellos.

empiristas provienen de que lo que es representado por los modelos de datos es la estructura de los fenómenos actuales, reales y observables, puesto que para van Fraassen (2008) los fenómenos se restringen a las entidades observables, ya sean objetos, eventos o procesos (p. 8). Bajo el empirismo de van Fraassen, entonces, e-estructura no se aplica a las entidades inobservables como las partículas (si es que existen tales entidades). El único aspecto del mundo representado en los modelos de datos es la estructura de los fenómenos. Así, e-estructura es empirista en el sentido de que sólo se aplica a la estructura de los fenómenos observables y actuales.

Respecto a los tintes pragmáticos, en el apartado anterior mencioné la importancia que tienen los intereses y el programa de investigación de los científicos en el proceso de medición y construcción de modelos, proceso que caracteriza la estructura de los fenómenos. Dado que la práctica científica determina cómo se caracteriza la estructura de los fenómenos y e-estructura se restringe a tal estructura, e-estructura está determinada en algún sentido por cuestiones pragmáticas. Es en este sentido en el que digo que e-estructura tiene tintes pragmáticos.

Por el lado de la estructura de los espacios de estado lo que encontramos allí son los aspectos que, si bien son interesantes filosóficamente y útiles para el quehacer científico, no forman parte de la imagen del mundo. Estos son principalmente las posibilidades y las entidades inobservables²⁰. La idea general es que como la estructura de los espacios de

²⁰ Así lo establece van Fraassen cuando afirma que la aparición de la posibilidad en el espacio de estados no implica que haya algo en el mundo a lo que corresponda esa característica, pues la posibilidad es un atributo de los modelos teóricos, no del mundo. ("From my point of view, modal realism seems very similar to theoretical entity realism. If we look at a model of a scientific theory, we discern important substructures which do not correspond to anything observable; and we also see substructures that do not correspond to anything actual. [...] Philosophical attitudes towards the two may differ. But according to constructive empiricism, the only belief involved in accepting a scientific theory is belief that it is empirically adequate: all that is both actual and observable finds a place in some model of the theory. So as far as empirical adequacy

estados y de los modelos teóricos no tiene ataduras empíricas, podemos colocar en ella los aspectos de las teorías científicas problemáticos para el empirismo. Además, se propone que estos aspectos ‘extra’ de las estructuras matemáticas se utilicen para ayudar a representar de manera más simple y elegante lo caótico de los fenómenos. Con este movimiento, (el de distinguir la e-estructura de la estructura de las herramientas matemáticas que se usan en la ciencia) van Fraassen puede restringir el compromiso epistémico y ontológico de los filósofos de la ciencia empiristas exclusivamente a e-estructura, sin dejar de lado la manera en la que de hecho se utiliza la estructura en el quehacer científico.

Para finalizar esta sección quisiera notar que van Fraassen analiza en términos de la estructura tanto aquello que representa los fenómenos observables (el vehículo de la representación: los espacios de estado y los modelos teóricos), como aquello que es representado (el contenido de la representación: los fenómenos observables estructurados en modelos de datos). Hay que hacer énfasis también en que la noción de estructura filosóficamente relevante (e-estructura) se encuentra del lado del contenido de la representación.

1. II El papel filosófico de la estructura

De entrada, el papel de e-estructura consiste en dar cuenta de varias cuestiones importantes para la filosofía de la ciencia: cómo se explica el cambio teórico, cómo se explica las relaciones inter e intra teóricas, entre otras. Aquí me centraré en tres: qué es la adecuación empírica, cómo representamos los fenómenos y qué es lo que conocemos mediante la ciencia.

is concerned, the theory would be just as good if there existed nothing at all that was either unobservable or not actual” van Fraassen 1980, p.197).

Adecuación empírica

Al inicio del capítulo, mencioné que la adecuación empírica se entendía como verdad acerca de las entidades y los eventos observables. Sin embargo, ante la dificultad de trazar una frontera clara entre lo observable y lo no observable²¹, es necesaria una definición de adecuación empírica que no parta de esa distinción. Esta nueva definición se obtiene de la noción de inmersión (*embedding*), donde la inmersión es un isomorfismo²² entre los fenómenos y una parte (una subestructura) de los modelos teóricos.

A partir de la noción de inmersión se define la adecuación empírica de la siguiente forma: una teoría es empíricamente adecuada si tiene algún modelo teórico en el que se puedan inmergir todos los fenómenos relevantes para la teoría^{23, 24}. Ahora, la relación de inmersión, al ser una relación matemática, sólo se da entre estructuras.²⁵ De modo que, para que la adecuación pueda entenderse como inmersión, se necesita que los fenómenos (el contenido empírico que toda teoría científica rescata) se entiendan como estructuras. Como ya vimos, con e-estructura, se caracteriza la estructura de los fenómenos mediante modelos

²¹ van Fraassen acepta que la distinción entre observable y no observable es una distinción vaga, pues no hay forma de establecerla *a priori*, ya que lo observable se obtiene a partir de las capacidades humanas y a partir de cierta visión científica del mundo (es decir, el paradigma -por ponerlo de una forma- al que nos adscribamos determinará en cierto sentido lo que consideramos observable). Pero esto a los ojos de van Fraassen no es un problema, sino una ventaja: podemos considerar qué es lo observable como una pregunta empírica que requiere investigación de nuestras capacidades. Para ahondar más en esta cuestión, véase (van Fraassen 1980 p. 56- 59) y (van Fraassen 2001).

²² Un isomorfismo se define como una función biyectiva f entre dos conjuntos A y B , tal que para todo $\langle x, y \rangle$ que pertenezca a A se cumple que xRy sii para todo $\langle f(x), f(y) \rangle$ que pertenezca a B , se cumple que $f(x)Rf(y)$. Es decir, un isomorfismo entre dos conjuntos establece que todas las relaciones que haya entre los elementos del primer conjunto, se cumplen también entre los elementos del segundo conjunto.

²³ van Fraassen dice: “empirical adequacy consists in the embeddability of all these parts [the empirical structures] in some single model of the world allowed by the theory” (1989, p. 228). También lo frasea en estos términos: “this relationship [embedding] is important because it is also the exact relation a phenomenon bears to some model [...] if that theory is empirically adequate” (1989, p. 219- 220).

²⁴ La relevancia de los fenómenos para la teoría depende, naturalmente, de qué es lo que intenta describir la teoría.

²⁵ van Fraassen (1997) lo afirma al decir que “[the] claim of adequacy too is in first stance a structural claim. To be matched are two models, a data model and a theoretical model. The matching in question may be as simple as an embedding or partial isomorphism [...] But is in any case a mathematical relationship, and therefore purely structural. The claim of adequacy is in the first instance a claim about how two structures are structurally related” (p. 524).

de datos (y mediante otras cuestiones pragmáticas). Aquí, el papel de e-estructura es posibilitar que la adecuación empírica se entienda como una relación estructural.

La idea detrás es que van Fraassen quiere defender que lo que las teorías empíricamente adecuadas nos dicen del mundo es cómo se comportan los fenómenos observables. Pero de entrada tanto las teorías empíricamente adecuadas como las no adecuadas ofrecen estructuras matemáticas. Para diferenciarlas necesitamos ver cuáles sí capturan a los fenómenos. La manera en la que las estructuras matemáticas capturan algo es mediante relaciones matemáticas. Sin embargo, los fenómenos no pueden estar en relaciones matemáticas porque no son entidades matemáticas. De modo que se debe buscar una forma de presentar los fenómenos como estructuras. La propuesta de van Fraassen es e-estructura que, retomando cuestiones pragmáticas, representa los fenómenos como los modelos de datos. Una vez que los fenómenos se presentan como estructuras es posible determinar cuáles teorías sí capturan esas estructuras mediante cierta relación matemática. Así se puede establecer qué teorías son empíricamente adecuadas.

Representación de los fenómenos

La representación de los fenómenos (modelos de datos) mediante los modelos teóricos se entiende de la siguiente forma: “a model can (be used to) represent a given phenomenon accurately only if it has a substructure isomorphic to that phenomenon,” (van Fraassen 2008, p. 309), o sea que un modelo representará adecuadamente a ciertos fenómenos si se puede trazar un isomorfismo entre los modelos de datos de esos fenómenos y una parte (una subestructura) del modelo teórico. La representación adecuada de los fenómenos se explica en términos de una relación entre estructuras. De igual forma que en la adecuación empírica, el papel de la e-estructura aquí consiste en presentar a los fenómenos como

estructuras abstractas que pueden ser isomórficas a las subestructuras de los modelos teóricos.

Vale la pena resaltar que el que los espacios de estados y los modelos representen a los fenómenos, no significa que la estructura abstracta representa por sí sola, por ser estructura. Si bien trazar relaciones estructurales es una manera de representar, lo que hace que la estructura represente es la forma en la que es usada por los científicos, es el papel que se le da en la práctica científica. van Fraassen (2008) establece esto cuando dice: “[the] structural relationship to the phenomenon [the isomorphism] is of course not what makes it a representation, but what makes it accurate: it is its role in use that bestows the representational role” (p. 309). Es importante tener en mente que quienes representan son los científicos haciendo uso de ciertas herramientas bajo ciertas prácticas; la estructura es relevante en tanto que esa representación se lleva a cabo mediante ciertas estructuras y para obtener ciertas estructuras²⁶.

Hay que matizar, entonces, que en van Fraassen la representación científica implica tres elementos: lo representado (la estructura de los fenómenos), el medio para la representación (las estructuras de los modelos teóricos y los espacios de estados) y el sujeto que representa (el científico inmerso en un programa de investigación). Sin embargo, lo anterior no elimina el papel central de la estructura para la representación; bajo el esquema de los tres elementos sigue siendo verdad que la estructura de los espacios de estado es el vehículo de la representación, que e-estructura es el contenido de la representación y que, por lo tanto, el análisis de la estructura da cuenta de la representación científica.

²⁶ van Fraassen parece afirmar incluso que la representación científica no podría darse sin esas herramientas estructurales, pues afirma que “all scientific representation is at heart mathematical” (2008 p. 239) y, en tanto matemática, estructural.

Qué se conoce mediante la ciencia

Lo que conocemos mediante la ciencia es la estructura de los fenómenos observables. Así lo establece van Fraassen (2006b) al decir:

indeed there is a steady accumulation of knowledge in the sciences, and [...] this knowledge deserves to be called precisely knowledge of structure. But on the view I will present here, there are [...] only two sorts of things we deal directly. These are the concrete, observable things, events, and processes in nature on the one hand, and on the other hand, the abstract structures studied in mathematics. We characterize the structure of the former in terms of the latter (p. 297).

El punto es que el conocimiento científico consiste en la estructura de los fenómenos caracterizada mediante las estructuras matemáticas. En otros términos, lo que nos ofrece la ciencia es la descripción empírica del mundo presentada en estructuras.

Aquí el papel de e-estructura es bastante claro: e-estructura condensa la idea de que los fenómenos observables y actuales son estructurados por científicos en contextos determinados. Es decir, lo que conocemos mediante la ciencia es a lo que se refiere e-estructura.

La idea es similar a las dos anteriores. Para el empirismo de van Fraassen la imagen del mundo que obtenemos de la ciencia es una repleta de entidades y eventos observables. Sin embargo, la manera en la que se hace la ciencia nos deja con una imagen repleta de estructuras. E-estructura concilia las dos imágenes, al ofrecer los fenómenos observables estructurados por cuestiones pragmáticas que se relacionan con las estructuras abstractas de las teorías.

1.III Estructuralismo empirista

Respecto al estructuralismo asociado a la postura del empirismo constructivo, cabe decir que es un estructuralismo heredado de la adhesión de van Fraassen a la concepción semántica. En este sentido, de acuerdo a lo dicho en la introducción, *prima facie* es un estructuralismo en el que el papel de la estructura es ser el medio del conocimiento científico, es decir la estructura funciona como un vehículo mediante el que se presenta aquello que conocemos con la ciencia. Pero como vimos en este capítulo, sólo la estructura de los espacios de estado y los modelos teóricos lleva a cabo ese papel.

Es un estructuralismo, además, en el que la estructura funciona también como el contenido del conocimiento científico; aunque no plantea la existencia de una única estructura del mundo, sí acepta que las teorías describen la estructura de los fenómenos, según la manera en la que construyan los modelos. Y esta estructura de los fenómenos (condensada por e-estructura) es el contenido empírico de la teoría, es lo que conocemos mediante la ciencia. Así, en el estructuralismo empirista, la estructura es tanto vehículo como contenido del conocimiento científico, con el matiz de que es vehículo cuando hablamos de la estructura de las herramientas matemáticas utilizadas por la ciencia y es contenido cuando hablamos de e-estructura.

En este sentido, para van Fraassen (2007) el eslogan estructuralista de que ‘todo lo que conocemos mediante la ciencia es la estructura’ se traduce en que “in science only structure is represented [because]: I. Science represents the empirical phenomena as embeddable in certain abstract structures [...]; II. Those abstract structures are describable only up to structural isomorphism” (p. 45-46). De modo que lo que podemos conocer de los fenómenos mediante la ciencia está limitado a su estructura. El segundo punto es

interesante porque implica que si dos modelos teóricos son empíricamente adecuados -si son isomorfos respecto a sus estructuras empíricas- no hay criterios epistémicos para elegir entre ellos. Es interesante porque acepta de lleno el problema de la subdeterminación empírica. Sin embargo, esto no representa un problema para van Fraassen, porque reconoce que más allá de la virtud epistémica de adecuación empírica, tenemos otras virtudes pragmáticas que pueden ayudarnos a elegir entre teorías. De este modo, para van Fraassen, la teoría que se elija ante la subdeterminación se elegirá sobre bases pragmáticas y no por ser verdadera o por capturar la realidad más allá de su comportamiento empírico.

Otra cuestión interesante acerca del estructuralismo empirista es que afirma que “the structuralism in ‘empiricist structuralism’ refers solely to the thesis that all scientific representation is at heart mathematical. Empiricist structuralism is a view not of what nature is like but of what science is” (van Fraassen 2008, p. 238-239). Aunque parece que esto contradice la idea de una estructura empírica de los fenómenos, la contradicción se desvanece si consideramos que ‘naturaleza’ refiere al mundo observable e inobservable, que incluye el paisaje metafísico que se intenta extraer de la imagen del mundo ofrece la ciencia. Por lo que, cuando van Fraassen habla de que su estructuralismo no es sobre la naturaleza, quiere recalcar que e-estructura habla de los fenómenos estructurados de una u otra forma descritos por las herramientas matemáticas, no habla de la existencia de una única estructura de la naturaleza que se describe. Aún más, van Fraassen ni siquiera supone que los fenómenos observables estructurados en las teorías científicas estén formados por los elementos de la naturaleza tal cual es. Tampoco lo niega. Sólo puede afirmar que son el resultado de nuestras observaciones y percepciones y que son la fuente de trabajo científico. Respecto a la cuestión de cuál es la relación de esos fenómenos con la realidad, van

Fraassen mantiene una postura agnóstica. Para él, esa una cuestión no es relevante para la filosofía de la ciencia.

Me parece que para entender su postura es vital comprender que la estructura de los fenómenos se captura, se caracteriza, se construye, pues, mediante las especificidades de las prácticas de los científicos en acción. El carácter pragmático de su postura es notable, por eso remarca que es un estructuralismo acerca de la ciencia, acerca de la manera en la que ésta se lleva a cabo y la manera en la que construye descripciones estructurales de los fenómenos.

La propuesta empirista estructuralista, en otras palabras, consiste en afirmar que no tenemos que comprometernos con toda la estructura que nos arroja la ciencia - con el vehículo y el contenido- sino solamente con el contenido. Es decir, las características de la estructura de los espacios de estados y los modelos teóricos no tienen por qué ser parte de nuestro conocimiento científico ni de nuestros compromisos ontológicos, si lo fuera sólo inflaríamos nuestra ontología e incrementaríamos la posibilidad de errar en la descripción de la naturaleza. Esa estructura sólo está ahí como herramienta para facilitarnos la construcción de la imagen del mundo. De modo que los pasos seguros en el ‘descubrimiento’ de la naturaleza, en todo caso, se darían del lado del contenido, del lado de e-estructura.

Sin embargo, dada la complejidad -no enteramente epistémica- del quehacer científico, no tiene sentido hablar de pasos seguros o del descubrimiento de la naturaleza, es más adecuado hablar de la construcción de teorías que nos ofrecen exclusivamente una imagen de los fenómenos observables que -aunque pequeña y limitada en comparación a la

imagen que obtendríamos si aceptáramos todo lo que postulan las teorías- es la imagen epistémicamente más segura, es lo más a lo que podemos aspirar.

CAPÍTULO 2. EL REALISMO ESTRUCTURAL ÓNTICO DE FRENCH

El OSR²⁷ es una mezcla de realismo estructural (que afirma que las teorías científicas describen la estructura del mundo), la eliminación de los objetos individuales como entidades ontológicamente primarias, y el entendimiento de la estructura relacional como parte de la ontología fundamental del mundo, pues afirma que el mundo, en un sentido ontológico fundamental, es una estructura modal objetiva (Ladyman & Ross 2007, p. 130). Esto quiere decir que a nivel fundamental el mundo es una estructura independiente de nosotros que determina lo que es posible o necesario. Esta postura puede entenderse en dos partes: en su tesis ontológica y en su tesis epistémica. La primera afirma que a la base fundamental del mundo no hay objetos, sino estructuras relacionales. Y la tesis epistémica dice que conocemos esa estructura relacional modal y objetiva a través de la estructura de nuestras mejores teorías científicas²⁸.

En este sentido, los proponentes del OSR defienden que la estructura de las teorías científicas representa las relaciones ontológicamente básicas del mundo que subyacen a los fenómenos, y además defienden que, ontológicamente, el mundo es sólo la estructura conformada por esas relaciones. De esta forma, para el OSR las teorías científicas son verdaderas en el sentido de que su estructura captura adecuadamente la estructura que es el mundo.

²⁷ El OSR, a diferencia del empirismo constructivo principalmente anclado a la propuesta de van Fraassen, no está restringido a la propuesta de algún filósofo, sino que se ha planteado de varias maneras. Por ejemplo, está el OSR eliminativista y el OSR moderado, distinguidos porque el último conserva una noción delgada de objeto y el primero elimina completamente la noción de objeto (acerca de ésta y otras distinciones dentro del OSR, véase (Ladyman 2016)). Debido a la pluralidad de maneras de presentar el OSR, debo aclarar que cuando hablo del OSR me refiero al OSR eliminativista de Steven French, aunque dada la cercanía entre las posturas de French y Ladyman ocasionalmente mencionaré el trabajo del último.

²⁸ Dice Berenstain & Ladyman: “OSR incorporates an explicit commitment to the claims that the world has an objective modal structure [la tesis ontológica] and that this structure is represented by the theoretical structure of our best scientific theories [la tesis epistémica]” (2012, p. 149).

La manera en la que se entiende qué es esa estructura y cómo puede ser ontológicamente anterior a los objetos es una de las cuestiones primordiales que debe responder el proponente del OSR. Aquí abordaré esas cuestiones hasta cierto punto²⁹, pero es importante tener en mente que desentrañar la manera en la que el OSR entiende la estructura metafísica del mundo, en este trabajo, es una tarea subordinada al esclarecimiento de la noción de estructura que el OSR utiliza para su análisis de la ciencia. Es importante recordar, entonces, que aun cuando el OSR puede ser presentado como un estructuralismo en metafísica, el propósito aquí es presentarlo como un estructuralismo dentro de la filosofía de la ciencia.³⁰

El esquema del resto del capítulo es el siguiente: en la primera sección expondré la noción de estructura realista. La segunda sección está dedicada al papel filosófico que cumple tal noción. En la última sección retomaré lo dicho en las secciones pasadas para cerrar con algunas consideraciones acerca de cómo podríamos concebir al OSR como un estructuralismo realista.

2. I La noción realista de estructura

La noción de estructura de French proviene de su tratamiento de la estructura de las teorías y de la estructura del mundo. Para el primero utiliza la herramienta de las estructuras

²⁹ French (2014) intenta responder esas cuestiones y presenta un buen análisis de los aspectos más metafísicos del OSR.

³⁰ Hay muchas cuestiones que discutir acerca del OSR: su relación con el realismo estructural y la historia del estructuralismo, su relación con los debates acerca de la individualidad y la identidad de las partículas cuánticas, cómo da cuenta de una ontología sin objetos, la relación que hay entre la ciencia y la metafísica, por mencionar algunas. Sin embargo, aunque interesantes, no discutiré estas cuestiones porque sobrepasan los límites del propósito de este trabajo. Para ahondar en muchas de estas cuestiones, véase (French 2014).

parciales³¹ y para el segundo utiliza la teoría de grupos³². A continuación, expondré ambos tratamientos para delinear la noción de estructura realista que nos interesa.

Estructuras parciales

El análisis estructural de las teorías y de su contenido es entendido a partir de las estructuras parciales. French y da Costa (2003) establecen la idea de las estructuras parciales de la siguiente forma. Sea un dominio Δ de conocimiento, por ejemplo, un sistema físico. La estructura que usamos para modelarlo es $A = \langle A, R_k \rangle_{k \in K}$ donde A es el conjunto de elementos del dominio Δ (específicamente, es la unión del conjunto de elementos observables del dominio y del conjunto de elementos inobservables del dominio) y R_k es la familia de relaciones parciales entre ellos (de nuevo, en realidad es la unión del conjunto de relaciones parciales entre los elementos observables y el conjunto de relaciones parciales entre los elementos inobservables) (p. 28). Además, puesto que hablamos de relaciones parciales, cada relación de R_k comprime tres conjuntos: el conjunto de elementos que sabemos que están en la relación (R_1), el conjunto de elementos que sabemos que no están en la relación (R_2) y el conjunto de elementos que no sabemos si están en las relaciones o no (R_3), es decir, $R_k = \langle R_1, R_2, R_3 \rangle$ (Bueno, French & Ladyman 2012, p. 96).

³¹ Sería más adecuado decir que las estructuras parciales representan a los modelos, pero como French adopta la concepción semántica y su tesis de que las teorías se definen mediante modelos, podemos decir que las estructuras parciales sirven para representar las teorías. Más específicamente, las estructuras parciales pretenden representar tanto a los modelos teóricos como a cualquier otro tipo de modelos que se usen en la construcción de las teorías (p. ej. los modelos de datos). Dice French (2008) “introducing such structures [partial structures...] allows various features of models and theories -such as analogies, iconic models, and so on- to be represented” (p.247).

³² French (2012) considera que la teoría de grupos es la herramienta más promisoría para llevar a cabo la tarea de reconceptualizar los objetos individuales como aspectos de la estructura fundamental. Así, dice que “the putative objects are presented and re-conceptualised (and hence metaphysically eliminated qua objects) via group theory” (p. 26).

La idea es que cuando entendemos la teoría como una familia de estructuras parciales podemos representar al sistema físico del que trata en términos de A : A representa a los objetos de ese sistema y R_k representa el comportamiento del sistema (ya que representa las relaciones que se dan entre los objetos, las que podrían darse –las que no sabemos si se dan o no- y las que no pueden darse –las que sabemos que no se dan).

La particularidad de este medio de representación es que captura la incompletud de las teorías científicas y la apertura e indeterminación de la práctica científica, pues mediante la introducción de las relaciones parciales es posible representar que no conocemos toda la información acerca de cómo se relacionan los elementos del dominio (i.e. cómo se comportan los objetos -las propiedades y relaciones que le atribuimos a los objetos³³- dentro de cierto sistema físico). De esta manera, las estructuras parciales son un tipo de estructura abierta que mimetiza la apertura de la construcción de las teorías científicas.

Un aspecto importante de la propuesta de las estructuras parciales es el de los isomorfismos parciales asociados a ellas. French habla de dos tipos de funciones entre las estructuras parciales, los isomorfismos parciales y los homomorfismos parciales³⁴. La idea detrás de ambos es similar a la noción clásica, la diferencia está en que los homomorfismos e isomorfismos parciales lo son porque no mapean todas las tuplas de elementos del dominio, sólo mapean las tuplas que está determinado si satisfacen o no la relación. Es decir, estas funciones son parciales porque dejan fuera las relaciones del conjunto R_3 .

³³ Recordemos que bajo la postura de French no hay objetos como tal sino propiedades y relaciones –es decir, estructura.

³⁴ Las definiciones formales de los isomorfismos y homomorfismos parciales se encuentran en Bueno, French & Ladyman (2012) p. 96.

Esta herramienta formal le permite a French dar cuenta de cuestiones primordiales para la filosofía de la ciencia como: la representación científica, la idealización, las analogías, el cambio teórico, las relaciones inter teóricas y las relaciones entre teoría y mundo (mejor dicho, las relaciones entre modelos teóricos y modelos de datos extraídos de la observación y la experimentación³⁵). Básicamente lo que hacen los isomorfismos parciales es representar cómo el contenido epistémico de un sistema físico (las relaciones que está determinado que se dan y las que está determinado que no se dan dentro del sistema) se conserva cuando éste se relaciona con otras estructuras. Esto se ve en el ejemplo de la representación: cuando los modelos teóricos representan los modelos de datos (los fenómenos) es porque conservan las relaciones que se dan y las que no se dan dentro del sistema físico. La idea es que los conjuntos R_1 y R_2 de las estructuras parciales representan lo que conocemos del sistema, representan el comportamiento del sistema físico.

Por lo anterior, las estructuras parciales se utilizan en gran medida para dar cuenta de la parte epistémica de la propuesta del OSR, pues éstas muestran cómo lo que conocemos mediante la ciencia es estructura. Ahora, falta especificar qué hay detrás de los sistemas físicos que funcionan como dominio de las estructuras parciales: si hay sólo fenómenos como en van Fraassen o si hay algo más. La propuesta del OSR es que el

³⁵ French reconoce, al igual que van Fraassen, que los enfoques formales (en este caso el enfoque de las estructuras y las funciones parciales) sólo pueden dar cuenta de las relaciones entre entidades abstractas y matemáticas (entre modelos) por lo que no podemos aceptar que existen relaciones matemáticas (como las funciones parciales) entre los modelos y la realidad (el mundo físico) sin caer en un error categorial. Por lo tanto, French dice “It is important to recall that with respect to the introduction of partial isomorphisms and morphisms, such set-theoretical relationships hold only between the mathematical structures and not between such structures and ‘the world’ itself. [...] The realist representation of the relationship between theories and the world must be sought elsewhere, perhaps in a notion of reference appropriate for a broadly structuralist metaphysics” (French & Ladyman 2003a, p. 34) Acerca de la noción de referencia adecuada para explicar la relación entre teoría y mundo, French suele traer a colación la noción de verdad parcial para mostrar en qué sentido las teorías pueden ser verdaderas -aun cuando las consideremos modelos. Sin embargo, también sugiere la alternativa de entender la relación entre teoría y mundo recurriendo a la noción de representación (“one could bite the bullet and focus on the representational side only, as suggested here, arguing that a robust notion of representation can provide the requisite connection between theories -conceived model-theoretically- and the world” (French 2014, p. 127)).

contenido epistémico estructural corresponde y captura, en algún sentido, al mundo tal cual es, independientemente de la manera en la que lo concibamos. Específicamente, debido a la tesis metafísica de que el mundo es estructura, el contenido epistémico puede capturar la estructura que es el mundo. En este sentido, el establecimiento de las relaciones entre los fenómenos (el trabajo hecho por la ciencia y representado por las estructuras parciales) aspira a describir esa estructura, es decir aspira a que esas relaciones correspondan con las relaciones que de hecho se dan en el mundo.³⁶ A continuación, revisaré de manera general cómo se entiende esta tesis metafísica, especialmente en qué sentido se concibe la idea de que el mundo es estructura.

Grupos y simetrías

El análisis estructural del mundo es planteado por French principalmente en términos de la teoría de grupos y de las simetrías³⁷. El atractivo de la teoría de grupos para la agenda del OSR es que analiza la estructura de un dominio sin colocar a los objetos como los elementos básicos del análisis; incluso permite eliminar a los objetos de nuestra ontología en favor de otro tipo de elementos (elementos de la estructura como las simetrías, como veremos más adelante)³⁸. La estrategia del OSR es conseguir una representación del mundo libre de objetos –mediante la teoría de grupos–, para después rastrear los elementos que caracterizan al mundo sin objetos, o sea dar con la estructura del mundo. En palabras de French (2014): “it is the particularities of the [group theory] that reveal, represent, and

³⁶ Como ya mencioné en la nota 35 esta correspondencia no es necesariamente una noción de verdad, sino que podemos dar cuenta de la primera con una noción fuerte de representación.

³⁷ Las simetrías y su papel en las explicaciones físicas tienen una carga teórica fuerte que rebasa los propósitos de este trabajo. Para mis propósitos bastará entender la simetría a grandes rasgos, como un aspecto de los objetos o de los sistemas que permite que éstos pasen por ciertas transformaciones sin ser alterados. Un ejemplo burdo de esto es el numeral 8 que si le damos un giro de 360° (si le hacemos una transformación) el signo permanecerá igual.

³⁸ Dice French (2012) “group theory also functions as the mode by which the relevant objects are presented to us. As far as the structuralist is concerned this presentation then affords the means by which these objects can be metaphysically reconceptualised in structural terms” (p. 3).

present to us the concrete features of the structure of the world” (p. 138), donde los aspectos que constituyen la estructura del mundo y el paisaje metafísico científicamente informado son las simetrías y las leyes. Pues, para French (2014) “the ontology we should ‘read off’ our physics should be one of laws and symmetries, understood as features of the structure of the world” (p. 64).

Voy a explicar a grandes rasgos la propuesta de la teoría de grupos, prestando especial atención a la manera en la que esta herramienta puede presentar un análisis en el que los objetos se eliminan para dar paso a las relaciones. Una vez que cubra la eliminación de los objetos, volveré a la caracterización de la estructura del mundo que subyace a esas relaciones.

Los grupos son una herramienta formal que representa la estructura de algún sistema (por ejemplo, sistemas matemáticos, físicos o geométricos). Un grupo se define como sigue: $G' = \langle G, *, G \times G \rightarrow G, g \in G, ()^{-1}: G \rightarrow G \rangle$, donde esos cuatro elementos cumplen ciertos requisitos. Para empezar, la operación binaria debe cumplir clausura (para cualquiera dos elementos de G debe arrojar otro elemento de G) y debe ser asociativa (para cualquiera tres elementos x, y, z de G , $(x * y) * z = x * (y * z)$). Además el elemento neutro (g) debe mantener la identidad (para todo x de G , $x * g = x$). Finalmente, los elementos inversos deben cumplir que al entrar en la operación binaria arrojen el elemento neutro (para cualquier x de G , $x * x^{-1} = g$).

No me detendré en las definiciones formales ni en los símbolos, lo que me interesa resaltar es que en la teoría de grupos los elementos de G no tienen que ser objetos, si G es un conjunto de funciones igual se puede formar un grupo. La representación de la estructura a nivel metafísico utilizando la teoría de grupos precisamente parte de que el conjunto G sea

un conjunto de funciones. La idea es que, bajo este esquema, los objetos desaparecen del nivel básico, pues los elementos del conjunto no son objetos, sino funciones (relaciones) entrelazadas. Cuando las funciones son el elemento básico, podemos definir los objetos a partir de ellas. En este esquema, podemos definir los objetos a través de las funciones que mantienen a las propiedades del objeto invariantes.

En este sentido los objetos no son primarios, lo primario es la red de relaciones (funciones) que subyace a la permanencia de las propiedades de los objetos bajo las transformaciones. La eliminación de los objetos, entonces, se da cuando se considera que éstos en realidad son puntos en una red de relaciones en los que convergen sus propiedades que permanecen invariantes ante ciertas transformaciones. De esta manera los objetos pueden reconceptualizarse (y eliminarse) como un cúmulo de propiedades, invariantes ante las transformaciones, ubicado en una red de relaciones³⁹.

La propuesta del OSR, puesta en términos muy burdos, es que cuando una teoría científica explica el comportamiento de un sistema físico, nos está brindando una descripción de la manera en la que ciertas propiedades interactúan dentro de la red de relaciones que es el mundo. Las teorías, de acuerdo al OSR, describen el comportamiento de las propiedades y relaciones del mundo objetivo e independiente de nosotros, y lo hacen descubriendo las leyes y los principios que constriñen y rigen esos comportamientos.

Una vez que hemos vaciado nuestro panorama metafísico de los objetos individuales, es necesario substituir a los últimos con la estructura para obtener un paisaje del tipo que el OSR desea. Como ya mencioné, esta estructura se caracteriza en términos de

³⁹ French habla de nodos o puntos de cruce de varias propiedades. Por ejemplo, dice “the purported objects themselves qua substantive metaphysical entities (or at the very least qua the kinds of entities that might be said to have an ‘individuality profile’), are reconceptualised as nothing more than nodes or metaphorical ‘crossing points’ in this network of relations (and hence can be eliminated)” (French 2014, p. 302).

leyes y simetrías, que constriñen y determinan al entramado de relaciones presentado por la teoría de grupos. Esta red de relaciones dice French (2014) es descrita por las leyes y sostenida por las simetrías que representan lo invariante de los cúmulos de propiedades (p. 264).

French (2010b) ahonda en esa idea al decir que:

the structure to which OSR is ontologically committed can be understood [...] as involving ‘webs of relations’, represented by the relevant laws and as effectively tied together by higher order symmetry principles representing the invariants in terms of which the ‘nodes’ in this structure can be described. [...] Furthermore, this ‘web of relations’ is inherently modal and, in particular, causal (p. 92-93).

De modo que la red de relaciones que puebla el paisaje metafísico a nivel fundamental es modal y causal. Es modal porque determina qué comportamiento es posible y qué aspectos del mundo son necesarios. Por otra parte, French defiende que, aunque puede resultar poco intuitivo otorgarle un rol causal a la estructura y no a los objetos como se hace tradicionalmente, la visión tradicional de la causalidad (en la que ésta se explica mediante los poderes causales de los objetos) y la visión que él propone (en la que los poderes causales están en la red de relaciones) se encuentran a la par.

En ambos casos la explicación de la causalidad es la misma: lo que tenemos es la suposición de que los elementos básicos de nuestra metafísica tienen poderes causales. La diferencia es que para el OSR esos elementos básicos no son objetos. De este modo, si es problemático asumir que la estructura tiene un rol causal, también debería serlo asumir que

los objetos tienen el mismo rol⁴⁰. En este sentido, de inicio, no debería resultar problemático postular que la estructura del mundo es causal.

Respecto a la modalidad, la estrategia es similar. Dado que la explicación de la modalidad que él favorece (la disposicionalista⁴¹) da cuenta de las posibilidades mediante las disposiciones que tienen los objetos a comportarse de tal o cual forma, la estrategia estructuralista consiste en tomar esa explicación y sustituir los objetos por la estructura. La modalidad en la propuesta del OSR se entiende, entonces, como las disposiciones que las simetrías y las leyes permiten que las propiedades y relaciones de la red tengan. De nuevo, la estrategia es tomar aquello que se considera básico en la metafísica y dotarlo de modalidad, considerando a la modalidad como un hecho primitivo de la manera en la que es el mundo⁴².

En este sentido, los posibles comportamientos de los sistemas se entienden a partir de la forma en la que los principios de simetrías y las leyes determinan la interacción de las propiedades dentro de las redes de relaciones, es decir, a partir de las posibilidades que permiten. Es importante destacar que las posibilidades contenidas en las simetrías y leyes son concebidas por French como hechos del mundo, como características de la estructura del mundo configuradas externa y objetivamente.

⁴⁰ En palabras de French (2014): “Ultimately, as far as the structuralist is concerned, there is nothing but the structure –that is, the set of relations- and there seems to be nothing to prevent these having causal powers. Certainly it is unclear why this should be more of a problem for the structuralist than the non-structuralist who, ultimately, must hold that objects, or more basically, bare substances must have such powers” (p. 215)

⁴¹ Acerca de la postura disposicionalista en general, puede consultarse Choi & Fara (2016).

⁴² French (2014) ahonda en esta idea cuando dice: “I am sympathetic to the dispositionalist’s overall strategy: select that which is taken to be fundamental in one’s ontology and take them to be inherently modal in such a manner that they can effectively ‘endow’ the relevant properties with that modality [...] I shall [...] take] the properties to be dependent upon the laws and symmetries [...] I have to relocate the modality shifting it along the line of dependence from the properties to the laws and symmetries themselves” (p. 263-264). La línea completa y detallada de argumentación acerca de cómo la modalidad y la causalidad pueden entenderse como rasgos de la estructura se encuentra en French (2014), especialmente en los capítulos 8, 9 y 10.

Aunado a lo anterior, French (2014) defiende que la estructura del mundo es concreta y física, cuando dice que “the central claim of OSR is that [...] it is the structure that is (ultimately) ontologically prior and also concrete. [...The] structure I am concerned with is indeed physical” (p. 209- 210). Una primera manera en la que French intenta establecer que la estructura es física es recurriendo al hecho de que podemos trazar morfismos parciales entre ella y los fenómenos físicos (es decir, podemos trazar morfismos parciales entre la representación de los fenómenos físicos –pensada como una estructura parcial F - y la representación de la estructura del mundo –pensada como la estructura total que determina todos los pares que estaban en R_3 de F -).

Sin embargo, es poco convincente que el establecimiento de funciones entre representaciones implique que los distintos objetos representados compartan propiedades. Es decir, el hecho de que la representación de algo físico se relacione con la representación de otra entidad, no parece implicar que la última tenga que ser física, puesto que la primera representación puede dejar fuera algunas propiedades del objeto, entre ellas la de ser físico. De cualquier modo, French establece por una segunda vía que la estructura es física. Esta consiste en afirmar que la estructura del mundo es física –y no matemática o abstracta– porque es causal⁴³. Y como las razones a favor de que la estructura tiene un rol causal se establecen de manera independiente, parece que si *prima facie* aceptamos que la estructura es causal, tampoco resultará problemático aceptar que sea física.

En conclusión, entonces, la estructura del mundo se caracteriza como una red de relaciones causal, modal y física, que es determinada por las simetrías y descrita por las

⁴³ El fragmento acerca de lo físico de la estructura dice: “What makes a structure ‘physical’? Well, crudely, that it can be related –via partial isomorphisms in our framework- to the (physical) ‘phenomena’. This is show ‘physical content’ enters. Less trivially, the mathematical can be distinguished from the physical in that the latter is also causal [...] But again, we acknowledged that causal relations constitute a fundamental feature of the structure of the world” (French & Ladyman 2003b, p. 75).

leyes. Esta idea en conjunción con la de las estructuras parciales permite tener el panorama completo de la propuesta del OSR: las teorías se representan mediante estructuras parciales que arrojan el contenido epistémico de tales teorías, en términos de las relaciones contenidas en $\langle R_1, R_2, R_3 \rangle$. Una vez que hemos representado las teorías científicas mediante las estructuras parciales, el contenido epistémico de éstas representa a su vez una parte de la estructura del mundo. Es decir, las relaciones que se determina que se dan entre los fenómenos capturan una parte de las relaciones que se dan en la red causal, modal y física que es el mundo.

Noción de estructura

Con lo anterior en mente, es posible delinear la noción realista de estructura (r-estructura). Hasta ahora he hablado en dos maneras de la estructura: i) las estructuras parciales; y ii) la estructura del mundo. La diferencia entre i) y ii) está en que i) muestra la estructura de las teorías, mientras que ii) muestra la estructura del mundo que subyace a las relaciones mostradas por i). Estrictamente, la imagen del mundo que obtenemos mediante la ciencia proviene de i), pues son las estructuras parciales las que nos presentan las relaciones de los fenómenos. Sin embargo, dado que el OSR supone que ii) subyace a lo que presenta i), en un análisis más detallado se muestra que en realidad lo que la ciencia nos dice del mundo es cómo es ii).

Con ese panorama, la noción r-estructura, considero, no es una u otra estructura, sino que proviene de la relación entre ambas estructuras y de la necesidad de distinguirlas.

Si nos centramos en i) lo que tenemos es una red de relaciones presentada por las teorías científicas, producto de su investigación. Esta red de relaciones, como ya vimos, constituye la parte epistémica de las teorías, pues ofrece información acerca del

comportamiento de los fenómenos que se investigan. Sin embargo, las estructuras parciales no pueden dar cuenta de en qué sentido las relaciones que conforman el contenido epistémico de la teoría (la estructura de la teoría) capturan las relaciones que de hecho hay en el mundo (la estructura del mundo). Aquí resaltan los límites del enfoque de las estructuras parciales: éste sólo puede explicar la relación entre estructuras abstractas (modelos de datos y modelos teóricos), pero no puede explicar la relación entre la estructura de las teorías y la estructura del mundo en el sentido ontológico que le interesa defender al OSR; puesto que el análisis de las estructuras parciales se detiene al nivel del sistema físico, los modelos de datos y los fenómenos.

Por otro lado, tenemos la estructura del mundo, que se entiende como aquella que subyace a las relaciones determinadas por la estructura de las teorías, para proporcionar una base metafísica al trabajo de la ciencia. Con esta base, el proponente del OSR intenta dar el salto de la representación de los sistemas físicos a la representación del mundo. Pues una vez que se entiende el mundo como una red de relaciones constreñidas por leyes, descubrir las regularidades del comportamiento de las relaciones de los fenómenos, con el supuesto de que esas relaciones son una representación simétrica (entre varias posibles) de las relaciones invariantes que hay en el mundo y que subyacen a las distintas representaciones, permite dar con el fragmento de la estructura del mundo que corresponde a la presentación fenoménica que se descubrió mediante la ciencia⁴⁴. Así, la relación entre la estructura del mundo y la de las teorías, para el OSR, es que la primera brinda una base metafísica a la segunda que le permite encajar en los compromisos realistas.

⁴⁴ Ladyman (1998) establece que las distintas representaciones pueden presentar una sola estructura objetiva subyacente cuando son simétricas y podemos pasar de unas a otras. En sus palabras: “The idea then is that we have various representations which may be transformed or translated into one another, and then we have an invariant state under such transformations which represents the objective state of affairs” (p. 421).

Ahora, estas dos estructuras deben distinguirse porque igualarlas nos deja con propuestas distintas al OSR. Si las igualamos nos quedamos o con una propuesta en la que el mundo es una estructura abstracta o con una en la que la estructura de las teorías sólo muestra una forma (entre muchas otras) de estructurar los fenómenos. El primer caso se obtiene si se entiende de manera literal que la estructura del mundo es la estructura de las teorías, pues la última siempre es abstracta. Y si son iguales, el mundo que obtenemos es también abstracto. Este estructuralismo platonista es explícitamente rechazado por French⁴⁵. La segunda propuesta es parecida a lo que propone van Fraassen, quien, al no aceptar la estructura del mundo como algo distinto a la estructura de las teorías plasmada en los fenómenos, evita comprometerse con una postura metafísica.⁴⁶

Considero, entonces, que r- estructura se refiere a la estructura del mundo objetiva, causal y física representada en el nivel de la ciencia como relaciones que se dan y relaciones que no se dan. Su principal característica es que condensa la interacción en la ciencia de las dimensiones metafísica y epistémica. Esta interacción nos deja con una noción de estructura condensada en la siguiente afirmación: “the ‘world-structure’ just is and exists independently of us [dimensión metafísica] and we represent it mathematico-physically via our theories [dimensión epistémica]” (French & Ladyman 2003a, p. 45).

Es una noción de estructura metafísica porque se refiere a la manera en la que es el mundo –a saber: se refiere a una estructura concreta, ontológicamente primaria, única, objetivamente modal e independiente de nuestra manera de organizar los fenómenos. Y es

⁴⁵ Mucho del énfasis que French marca en que la estructura del mundo es física y concreta viene del intento de desligarse de posturas platonistas. Véase (French & Ladyman 2003b).

⁴⁶ En el siguiente capítulo abordaré estas cuestiones, pues esa sección consistirá precisamente en señalar el *quid* de la diferencia entre las dos posturas.

epistémica porque las estructuras parciales (las teorías científicas) presentan lo que conocemos de esa estructura objetiva.

2. II El papel filosófico de la estructura

Dado que r-estructura se refiere a la estructura del mundo presentada como relaciones en las estructuras parciales, tiene un papel filosófico tanto al nivel del análisis del quehacer científico como al nivel del análisis metafísico. Funciona, por ejemplo, para explicar cuestiones como el cambio teórico⁴⁷, para dar cuenta de la representación científica y de qué conocemos mediante la ciencia. Aquí revisaré las últimas dos.

Qué se conoce mediante la ciencia

Como vimos arriba, de acuerdo con el OSR lo que conocemos mediante la ciencia es la estructura que es el mundo tal cual es. Particularmente conocemos la red objetiva, causal y modal de relaciones entre propiedades que conforman al mundo. Esto quiere decir que, idealmente, conocemos el comportamiento actual, posible e independiente de nosotros de esas propiedades gracias al descubrimiento de las leyes y los principios de simetría que determinan su interacción. En otros términos, lo que nos ofrece la ciencia es el conocimiento de la estructura del mundo.

El papel de r-estructura aquí es precisamente condensar la propuesta acerca de la imagen del mundo que el OSR extrae de la ciencia: la estructura del mundo presentada

⁴⁷ Como vimos en la primera sección, las estructuras parciales permiten explicar las relaciones inter-teóricas, explicando así el cambio teórico, pues explican cómo las teorías antiguas se relacionan con sus sucesoras de modo que las últimas conserven el contenido epistémico de las primeras. Explican también las relaciones entre los distintos niveles de modelos, que van desde los modelos de datos hasta los modelos teóricos. Finalmente, el enfoque de las estructuras parciales da cuenta de algunos aspectos de la actividad científica tales como la utilización de analogías y otras herramientas similares en la construcción de nuevas teorías y la utilización de esas mismas herramientas para encontrar guías a seguir para el desarrollo de una teoría. Acerca de estas funciones de las estructuras parciales véase da Costa & French (1990), (2003) y French & Ladyman (1997), (1999).

como relaciones parciales en las estructuras parciales. Lo que conocemos mediante la ciencia, entonces, es a lo que se refiere r-estructura.

Representación científica

French entiende la representación científica como un isomorfismo parcial entre la estructura de los modelos teóricos y la estructura que se quiere representar⁴⁸. Dice French incluso que “it is on such partial isomorphisms that the representational role of models depends” (French & Ladyman 1997, p.371), puesto que, de acuerdo a él, los modelos representan cuando hay correspondencia entre las estructuras relevantes, y los isomorfismos parciales permiten caracterizar esa correspondencia. En este sentido, el papel representacional de los modelos depende de que pueda trazarse un isomorfismo parcial entre ellos y el sistema a representar.

Los isomorfismos parciales dan cuenta de la representación científica mapeando una parte de la familia de relaciones parciales del sistema físico (los modelos de datos) hacia una parte de la familia de relaciones parciales de los modelos teóricos. La idea a grandes rasgos es que la teoría representa al sistema físico si, siendo el sistema físico el dominio de las estructuras parciales, los modelos teóricos comparten con los modelos de datos las familias de relaciones que está determinado se dan y que está determinado que no se dan entre los elementos del dominio. Es decir, si se puede trazar un isomorfismo entre R_1 y R_2 de los modelos de datos, y entre R_1 y R_2 de los modelos teóricos⁴⁹.

⁴⁸ Generalmente esa última estructura se entiende como la estructura del sistema físico, representada por los modelos de datos. Dice French: “A more formal characterization can be given of the representation relation as an isomorphism (or some other morphism) holding between the structure of the theory or model and the ‘structure of the world’. This latter notion is often translated to mean the structure of the data models devised from observation and experiment” (French & Saatsi 2011, p. 434).

⁴⁹ Hablar de isomorfismos entre modelos de datos y modelos teóricos es simplificar el proceso, pues deja fuera la variedad de modelos utilizados en la construcción de las teorías. De hecho, French recurre a dar cuenta de la representación científica mediante una jerarquía de modelos, siguiendo propuesta de Suppes (Suppes, 1966). En este caso, lo que tenemos no son isomorfismos parciales entre los modelos de datos y los

Las relaciones que no está determinado si se dan o no, o sea las relaciones en R_3 , en primera instancia son aquellas que permiten que la relación no sea de identidad, pues hay un aspecto del modelo de datos que no es capturado por los modelos teóricos. Sin embargo, estas relaciones pueden determinarse cuando se descubre, por ejemplo, que aquel aspecto que se creía disimilar entre los modelos en realidad es otro aspecto del sistema físico que la teoría representa y esto permite avanzar en la investigación científica. En este sentido, R_3 representa la apertura de las teorías que permite el avance de la investigación científica.

Hay que notar que el enfoque de las estructuras parciales y su manera de dar cuenta de la representación científica mediante isomorfismos no es exclusivo del OSR, también es compatible con el empirismo⁵⁰. En este sentido, las estructuras parciales por sí solas no son suficientes para dar cuenta de la representación que le interesa al OSR. El tipo de representación que el OSR busca es una que capture al mundo tal cual es a partir de las relaciones parciales de las estructuras parciales. De este modo, ese tipo de representación científica tiene que ser representación de r-estructura. Así, r-estructura funciona también para mantener el realismo de la propuesta del OSR de la representación científica.

Puesto que, en la representación en términos de isomorfismos sólo está presente un aspecto de r-estructura (el de las estructuras parciales), el segundo viene cuando entendemos que lo que se representa R_1 y R_2 es la estructura del mundo objetiva, modal y causal. Cuando este segundo aspecto entra es cuando se conserva la postura de la

teóricos, sino isomorfismos a través de la jerarquía de niveles de modelos, donde en el nivel más bajo tenemos los modelos de datos y en el nivel más alto los modelos teóricos. La idea, entonces es que no hay una representación directa entre los modelos teóricos y los sistemas físicos, sino que es una representación mediada por los distintos tipos de modelos utilizados para describir al sistema (los modelos de datos, los modelos *surface*, los modelos icónicos, entre otros) (Bueno, French & Ladyman 2012, p. 96). En todo caso, la representación entre cada nivel se explica en términos de isomorfismos parciales, de modo que la idea de que la representación consiste en isomorfismos parciales entre los modelos de datos y los modelos teóricos encapsula los isomorfismos entre la jerarquía de modelos.

⁵⁰ Esta mezcla de empirismo con estructuras parciales puede verse en el trabajo de Bueno (1997).

representación del OSR en la que las teorías científicas (entendidas como estructuras) representan al mundo tal cual es (como la estructura objetiva).

2. III Estructuralismo realista

De entrada, dado el compromiso de French con la concepción semántica, el estructuralismo realista es uno en el que la estructura funciona como vehículo del conocimiento científico. En este capítulo vimos que el OSR adopta esa idea cuando propone las estructuras parciales como la herramienta para representar el contenido epistémico de las teorías científicas. El enfoque de las estructuras parciales coloca el contenido epistémico en las relaciones que está determinado que se dan y que no se dan, de esta manera, el contenido epistémico de las teorías es presentado estructuralmente. En este enfoque, las relaciones (la estructura) son el vehículo con el que se presenta aquello que conocemos mediante la ciencia.

Además, dada la característica metafísica de la r-estructura, el estructuralismo del OSR también asimila la estructura como el contenido del conocimiento científico. Puesto que defiende que aquello que conocemos mediante la ciencia (el contenido de las teorías) es la red de relaciones cuyo comportamiento está constreñido por las leyes y las simetrías, es decir, lo que conocemos es también estructura.

Hay que enfatizar que el contenido del conocimiento científico es estructural porque se afirma que el mundo es una estructura objetiva, modal y concreta y la ciencia describe al mundo tal cual es. De este modo lo que conocemos mediante la ciencia es el comportamiento de esa estructura objetiva, real y concreta. Dado que esa estructura es real e independiente de nuestra mente y representaciones, es también única. Ya que no proviene de nuestra manera de estructurar a la naturaleza, sino que se asume que la naturaleza es esa estructura.

En conclusión, el estructuralismo realista es una postura acerca de los métodos de representación de la ciencia y de la naturaleza del mundo representada. Esta postura pondera la estructura tanto como vehículo como contenido del conocimiento científico, en donde el contenido, si bien a nivel de la práctica científica es parcial, incompleto y abierto a futuras determinaciones, a nivel metafísico se concibe como la única y adecuada información que idealmente obtendremos con nuestras mejores teorías acerca del comportamiento actual y posible de las relaciones objetivas que conforman al mundo.

CAPÍTULO 3: EL PANORAMA DEL DEBATE

En este último capítulo expondré el debate a partir de la hipótesis de que la discusión tiene que ver con las diferencias respecto al concepto de estructura que utiliza cada una de estas posturas. La examinación de las diferencias me llevará a centrar el debate en la manera como se entiende lo que es la representación estructural. Además de las razones esbozadas en la introducción, considero que hacerlo así permite abarcar el debate desde un ángulo más accesible y menos cargado de argumentos y discusiones previas. La estructura del capítulo es la siguiente: en una primera sección retomaré lo dicho en los capítulos anteriores para establecer las diferencias entre los dos tipos de estructuralismos. La segunda sección está dedicada al hasta ahora postergado ahondamiento en la representación y su importancia para el debate. Finalmente, presento el debate en términos estructurales en la tercera sección.

3. I Diferencias entre los dos tipos de estructuralismo

En esta sección expondré las diferencias entre los dos estructuralismos en cuestión a partir de su noción de estructura (e-estructura y r-estructura) y del papel que cada uno le otorga.

Arriba establecí que e-estructura es una noción empirista (en el sentido de que se refiere a la estructura de los fenómenos observables y actuales) y pragmática que funciona como contenido del conocimiento (en el sentido de que los fenómenos observables se conocen mediante la ciencia si se les estructura de cierta forma). Su papel dentro de la postura de van Fraassen es dar cuenta de la adecuación empírica, la representación de los fenómenos y de qué es lo que conocemos mediante la ciencia de acuerdo al empirismo.

Por otro lado, r-estructura (que se refiere a la estructura objetiva, física, causal y modal que es el mundo presentada mediante el conjunto R_1 y R_2 de las estructuras

parciales) es una noción tanto epistémica como metafísica. Funciona como vehículo y contenido del conocimiento científico; contenido porque lo que conocemos mediante la ciencia es la estructura objetiva que es el mundo, y vehículo porque la manera en la que se presenta ese contenido es mediante las estructuras parciales. Su papel dentro de la postura de French es dar cuenta de cuestiones centrales de la filosofía de la ciencia (como la representación, las relaciones inter e intra teóricas y el cambio teórico), así como dar cuenta de qué es lo que conocemos mediante la ciencia. A continuación, presento un cuadro que resume estas diferencias entre el EC (empirismo constructivo) y el OSR.

	Noción de estructura	Función como vehículo / contenido del conocimiento	Papel dentro de la postura
EC	E-estructura. Noción <i>empirista y pragmática</i> (referida a los fenómenos observables y actuales estructurados)	<i>Contenido.</i> Lo que se conoce mediante la ciencia son los fenómenos observables y actuales estructurados por la comunidad científica	Dar cuenta de adecuación empírica, representación de los fenómenos y explicar qué es lo que conocemos mediante la ciencia
OSR	R-estructura. Noción <i>epistémica y metafísica</i> (referida a la estructura objetiva, física, causal y modal que es el mundo presentada mediante	<i>Contenido y vehículo.</i> Lo que se conoce mediante la ciencia es la estructura objetiva que es el mundo presentada mediante estructuras parciales.	Dar cuenta de representación científica y explicar qué conocemos mediante la ciencia.

Resalta que el papel de ambas estructuras es similar: responder a cuestiones clásicas dentro de la filosofía de la ciencia y establecer qué es lo que conocemos del mundo mediante la ciencia. Esto no es sorprendente, pues los dos parten del proyecto estructuralista de la concepción semántica en el que el análisis de la ciencia se da mediante estructuras abstractas (modelos). Siguen la misma metodología: adoptar el compromiso con la concepción semántica y a partir de las herramientas matemáticas que ésta ofrece construir sus respectivas respuestas a esas cuestiones relevantes para la filosofía de la ciencia.

La diferencia está, precisamente, en la postura desde la que construyen esas respuestas y explicaciones (ya sea desde una postura empirista o una realista), independientemente de las herramientas que utilizan y de cómo las utilizan. Así, la primera divergencia ocasionada por la diferencia de posturas es que una vez que conciben el vehículo epistémico en términos estructurales (French como estructuras parciales; van Fraassen como espacios de estados), entienden de manera distinta el contenido presentado por éste (aunque ambos lo hacen en términos estructurales). French entiende el contenido como (aspectos de) la estructura única y objetiva que es el mundo. van Fraassen, en cambio, entiende el contenido como los fenómenos observables estructurados de cierta forma por la práctica científica. Puesto de otra forma, el contenido estructural en van Fraassen está determinado por cuestiones pragmáticas (cuestiones acerca de la manera en la que los científicos se acercan e interpretan los fenómenos), mientras que en French el contenido estructural está determinado por cuestiones metafísicas (cuestiones acerca de cómo es el mundo).

La segunda divergencia es respecto a los límites epistémicos de la estructura, es decir, hay aspectos que podemos conocer mediante r-estructura que, sin embargo, no son abordados (ni pueden serlo) por e-estructura. Un ejemplo de estos son los aspectos modales (la posibilidad o necesidad de las relaciones entre los fenómenos y la posibilidad o necesidad de los fenómenos mismos, por mencionar algunos) y los objetos, eventos y procesos inobservables. En general con e-estructura no se pretende ofrecer conocimiento acerca del mundo objetivo, sino que sólo nos informa acerca de los fenómenos observables y actuales, y de las regularidades que presentan. En cambio, con r-estructura se pretende llegar hasta el mundo tal cual es y ofrecer conocimiento acerca de lo que la estructura del mundo (las leyes que rigen esta estructura) establece como posible o necesario, así como de las características de esa estructura que, por supuesto, no es observable.

Podría pensarse que estas dos divergencias provienen de una diferencia más básica: una postura cree que las teorías son verdaderas y la otra no. Sin embargo, debido a lo que ya mencioné acerca del debate realismo-antirealismo, me parece poco productivo adoptar ese enfoque. En cambio, lo que considero se requiere para comprender la discusión de fondo es entender la manera en la que se concibe la representación en el contexto de una propuesta estructuralista.

Finalmente, hay última diferencia que aquí sólo mencionaré pero que resultara útil en la siguiente sección. La tesis de que la estructura representa al mundo es entendida de forma distinta por van Fraassen y French no sólo porque ambos adoptan distintas herramientas estructurales para representar (espacios de estados/ estructuras parciales) y porque tienen dos visiones diferentes del mundo natural que se quiere representar (fenómenos observables / mundo tal cual es), sino también porque incluso entienden de

manera diferente cómo representa la estructura. En la visión de van Fraassen las estructuras representan cuando son utilizadas para ello, cuando se usan para rescatar algunos aspectos que nos interesan de los fenómenos y ponerlos en términos matemáticos. En cambio, para French las estructuras representan cuando capturan las relaciones que hay en el mundo, cuando rastrean la configuración del mundo tal cual es.

3. II La representación estructural como cuestión central del debate⁵¹

Antes de dar paso a la representación como la cuestión central del debate (cuando éste se entiende en términos estructuralistas), expondré lo que se conoce como el problema de la representación. Éste es un problema que cualquier estructuralismo debe enfrentar. La representación para los estructuralistas se entiende en términos de una relación formal, en este caso o bien como una inmersión (*embedding*) de la estructura representada en la estructura que representa o bien como isomorfismos parciales entre las estructuras relevantes.

Ahora, van Fraassen (2006a) introduce lo que él llama el problema de la representación como una dificultad común a su estructuralismo y al del OSR, y lo establece mediante la siguiente pregunta: “how can an abstract entity, such as a mathematical space, represent something that is not abstract, something in nature?” (p. 537)⁵². Lo que encierra la pregunta es simple: de acuerdo a lo que entendemos por representación, ésta se da entre entidades abstractas que comparten su estructura, puesto que esto permite trazar isomorfismos entre ellas o inmergir una en la otra. Por lo que resulta sorprendente que las propuestas estructuralistas afirmen que los modelos representan los fenómenos físicos y

⁵¹ Esta sección proviene principalmente de la lectura de (van Fraassen, 2006a), (van Fraassen, 2007) y (Brading & Landry, 2006).

⁵² Ya había mencionado esta cuestión en los capítulos anteriores, específicamente en la nota 35 y en la sección de los modelos de datos del primer capítulo, pero ahí me detuve al nivel de los modelos de datos. Aquí ahondo más en el problema.

concretos o incluso la estructura concreta que es el mundo. La manera inmediata de abordar este problema es introducir los modelos de datos y afirmar que los modelos teóricos representan a esos modelos de datos; con esto se reestablece la liga entre la teoría y el mundo.

Desafortunadamente la introducción de los modelos de datos sólo posterga el problema, pues los modelos de datos son también una estructura abstracta. Como señala van Fraassen (2006a) en una línea argumentativa similar: “why is the relation between [phenomena and data models of the phenomena] any different from the one we asked the question about [...]? We cannot very well answer ‘*how can an abstract mathematical structure represent a concrete physical entity?*’ by saying this is possible if we assume the latter is represented by some other mathematical object” (p. 540). El problema se recorre y entonces la pregunta ahora es: “¿cómo pueden los modelos de datos (abstractos) representar a los fenómenos (al mundo físico y concreto)?”. Según lo que entendemos por representación, la única manera de seguir sosteniendo el estructuralismo es comprometerse con que los fenómenos (el mundo) tienen cierta estructura y ésta es compartida por los modelos de datos. La forma en la que se comprende esa respuesta distingue al estructuralismo empirista del realista.

Para el estructuralismo empirista, los fenómenos tienen cierta estructura compartida por los modelos de datos porque se estructuran teóricamente de esa manera⁵³. van Fraassen (2006a) insta a ubicar el problema de la representación dentro de un contexto determinado: la práctica científica. En la práctica, los científicos no se enfrentan a los fenómenos como tablas rasas o bebés que deben darle forma a lo desconocido, sino que se acercan a ellos

⁵³ Dice Brading & Landry (2006) "from an *empirical* stance we may say that what structures the phenomena into data models is the high level theory" (p. 757).

como profesionales entrenados con un bagaje teórico que les permite interpretar y estructurar los fenómenos de cierta forma aceptable para el contexto científico en el que se encuentran (p. 541).

Para él, la pregunta que inicia el problema sólo tiene sentido una vez que tenemos una descripción estructural y teórica del fenómeno. Una vez que estamos inmiscuidos en el contexto científico, podemos plantear mejor la pregunta: ¿cómo esta estructura abstracta, construida a partir de cierto fenómeno, acierta o falla en representar a tal fenómeno? Y la respuesta se busca en términos de cómo se construyó el modelo de datos, con qué experimentos, cuántas veces se repitieron, en qué condiciones (en general, en términos de los lineamientos establecidos por una teoría de la experimentación) y de acuerdo a si se puede inmergir la estructura de los fenómenos en la estructura de los modelos teóricos.

Si la pregunta es planteada fuera de contexto, surge el problema de la representación y nos vemos arrastrados a una problemática metafísica y escolástica (van Fraassen 2007, p. 51). No hay necesidad de traspasar los límites de los fenómenos, diría van Fraassen, si podemos dar cuenta de la situación desde la práctica científica misma.

Desde el estructuralismo del OSR en cambio, los fenómenos tienen cierta estructura compartida por los modelos de datos porque el mundo del que son parte tiene esa misma estructura. La idea general es que hay una única estructura física cuyos aspectos son capturados por los modelos teóricos (mediante principios fundamentales de simetrías e invariación) (French, 2000, p. 116). En palabras de van Fraassen (2006a) la respuesta del OSR consiste en insistir “that there is an essentially unique way of ‘carving nature at the joints’” (p. 541). Yo agregaría además que ese único modo de dar con el ensamble de la

estructura del mundo está blindado por las simetrías fundamentales que subyacen a las distintas presentaciones de los modelos.

Recapitulemos: el problema de la representación genera un problema para los estructuralismos en la filosofía de la ciencia, específicamente, plantea un problema tanto para French como para van Fraassen. La forma en la que cada uno responde a ese problema nos informa acerca del proyecto que tienen: a) van Fraassen se detiene al nivel de los fenómenos y se aleja de cuestiones metafísicas pues su estructuralismo se limita a la ciencia y su quehacer. En este sentido, lo que es representado es el aspecto observable del mundo natural, aquello que está limitado a las capacidades físicas de los seres que estructuran. Por esto, los aspectos pragmáticos (acerca de las prácticas científicas y el contexto en el que se crean las teorías) adquieren importancia en su propuesta; y b) French expande su estructuralismo tanto a la ciencia como al mundo tal cual es, en virtud de esto su estructuralismo tiene un alcance epistémico y metafísico. Para él, el mundo natural ya tiene una única estructura objetiva que es compartida por la estructura de los modelos de las teorías exitosas. De este modo, lo que es representado es el ensamble del mundo tal cual es, aquello independiente de nuestra mente y capacidades.

De acuerdo a las respuestas que ofrecen al problema de la representación y a la última diferencia mencionada al final de la sección anterior, el debate puede entenderse a partir de la representación estructural. La propuesta es que para entenderlo se tomen tres ejes: qué herramienta estructural es utilizada para representar, qué estructura es representada y cómo es representada mediante la herramienta. Al momento de dar respuesta a esas tres preguntas se establecen los detalles de cada postura, como intento resumir en el siguiente cuadro:

	Herramienta estructural para representar	Qué estructura se representa	Cómo la estructura es representada
EC	Espacios de estados	Fenómenos observables y actuales estructurados (e-estructura)	En el uso. Estableciendo parámetros para destacar algunos aspectos de los fenómenos observables y colocarlos como variables y magnitudes físicas.
OSR	Estructuras parciales	Estructura objetiva, causal, modal y física que es el mundo.	Capturando las relaciones de la estructura mediante las relaciones parciales (r-estructura)

Este cuadro retoma lo establecido en el cuadro anterior con un enfoque en la representación y permite ahondar en otros aspectos de las posturas relacionados con la representación. De lado del empirismo constructivo, en la sección de “herramienta estructural que representa” se establece la postura dentro de la concepción semántica de van Fraassen; en la sección de “qué estructura se representa” se encuentran enfrascadas la noción de e-estructura y con ella la propuesta de lo que se conoce del mundo mediante la ciencia (i.e la imagen del mundo que ofrece la ciencia), es decir, el contenido epistémico de las teorías, según van Fraassen. En la sección de “cómo la estructura es representada” se encuentra el acercamiento pragmático de van Fraassen a la representación, así como la

relación entre la estructura que utilizamos para representar al “mundo” y el “mundo” que es representado, entendido en términos estructurales (en este caso los fenómenos estructurados). Esta relación puede verse como la mezcla de la postura de van Fraassen dentro de la concepción semántica con su postura empirista y pragmatista.

Similarmente, del lado del OSR tenemos en la primera sección la propuesta de French (y da Costa) dentro de la concepción semántica. En la segunda sección se encuentra la propuesta de French acerca de lo que conocemos del mundo mediante la ciencia, o sea, el contenido epistémico de las teorías. La tercera sección encapsula la propuesta de French acerca de la representación en la que la herramienta estructural representa al mundo porque comparte estructura con él, también muestra la mezcla de la propuesta de French en la concepción semántica con su postura metafísica. En contraste con la parte del EC, aquí la noción r-estructura se encuentra en la tercera sección.

Lo que intenté hacer en esta sección, para concluir⁵⁴, fue presentar las dos posturas del debate a partir de la representación estructural para rescatar no sólo las diferentes nociones de estructura sino también las diferentes maneras de entender la representación porque, como veremos a continuación, forman parte importante de sus discusiones.

⁵⁴ Quisiera hacer un comentario más respecto a la representación. En lo que va de este capítulo, cambié el foco de la discusión de la estructura hacia la representación. Esto no es fortuito. Como se vio en los capítulos anteriores, tanto French como van Fraassen conceden que un papel central de la noción de estructura es el de dar cuenta de la representación, la idea detrás es que la estructura tiene la capacidad de representar. Considero que en esta capacidad recae toda la importancia epistémica de la estructura. Si esto es el caso, centrarse en la estructura pone de relieve la importancia de la representación y nos obliga a ofrecer un panorama epistémico de la ciencia en el que el protagonista no es ni la distinción teórico-observacional ni la estructura por sí misma, sino la representación y cómo es llevada a cabo gracias a la estructura. Esta idea necesita posterior desarrollo que desafortunadamente no puedo llevar a cabo aquí.

3. III El debate desde el estructuralismo

De acuerdo a lo dicho hasta ahora, el debate entre French y van Fraassen desde el concepto de estructura consiste en sus diferencias a la hora de dar cuenta de la representación (estructural) de la naturaleza. Esto implica discrepancias tanto en qué estructura se usa para representar, qué estructura es representada y cómo es representada. La disputa, entonces, puede entenderse como una acerca de cómo las estructuras que conforman a esas teorías pueden representar estructuralmente el mundo natural que le interesa a la ciencia.

La cuestión de la herramienta que se utiliza para representar no tiene un papel importante para el debate: tanto French como van Fraassen⁵⁵ establecen sus razones para elegir esa y no otra estructura, pero no hay discusión acerca de la incapacidad de la herramienta rival para hacer el trabajo. Los puntos nodales del debate se encuentran, en cambio, en la estructura que es representada y en cómo es representada.⁵⁶ van Fraassen, por ejemplo, defiende que su manera de entender la estructura que es representada es epistémicamente más segura⁵⁷ y que su forma de entender la representación estructural resuelve problemas clásicos de ésta que OSR no puede resolver (2006b). El OSR, por su parte, cuestiona la distinción empirista entre observable e inobservable y el subsecuente afán de liberarse de la metafísica (Ladyman 2000).

El debate también se extiende a cuestiones como: la modalidad (van Fraassen considera que hay que colocar la modalidad -la posibilidad y necesidad de eventos y objetos- como un rasgo de nuestros modelos y herramientas matemáticas en lugar de una característica del mundo, mientras que para French las posibilidades están codificadas en la

⁵⁵ French establece sus razones para preferir las estructuras parciales en (1997), (2014, específicamente el capítulo 5), da Costa & French (2003); van Fraassen en (1970), (1972).

⁵⁶ No ahondo en estos puntos porque han estado presentes a lo largo de la tesis. Principalmente en las secciones anteriores de este capítulo.

⁵⁷ Véase la sección 1. III.

estructura del mundo que constriñe y determina el comportamiento de lo que se encuentra en ella⁵⁸); la identidad e individuación de los objetos (esta discusión proviene de la forma en la que los dos estructuralismos abordan el problema de la identidad de los indiscernibles⁵⁹); y la relación entre representación y la interpretación. Ahondaré brevemente en la última para ampliar el panorama del debate e insistir que el *quid* del mismo está en la manera de entender la representación y sus límites.

La discusión acerca de la representación-interpretación está en que para French la representación científica debe eliminar en la medida de lo posible la interpretación, con el fin de mantener la objetividad; mientras que para van Fraassen la interpretación está arraigada a la representación. Para el último representar siempre es representar algo de cierta manera y la interpretación se cuele en el último matiz. Lo anterior sucede especialmente en el caso de la representación científica, pues al tener que medir y estructurar los fenómenos para poder representarlos, forzosamente se les representa como siendo de una forma u otra, según cómo se miden y estructuren y según los instrumentos y artefactos que se utilicen. Así, de acuerdo a van Fraassen (2008), cuando en el contexto científico representamos a los fenómenos nunca los representamos tal cuales son.⁶⁰

Por otra parte, para French los fenómenos (y en particular el mundo) son representados tal cuales son, por lo que el papel de la interpretación en la representación debe ser mínimo. Idealmente el papel de la interpretación se limita si detrás de las distintas

⁵⁸ En realidad, la discusión acerca de la modalidad surge primariamente entre Ladyman y van Fraassen. El primero argumenta que para que el empirismo constructivo tenga una noción coherente de observable necesita ponderar a la modalidad como un aspecto del mundo y no de las teorías. Pero esa idea pone en jaque el aspecto empirista ajeno a la metafísica que van Fraassen quisiera mantener. De modo que, para Ladyman, el empirismo constructivo no es una alternativa viable al OSR. Los argumentos de Ladyman se encuentran en (Ladyman, 2000), (Ladyman, 2004).

⁵⁹ Acerca de esta discusión véase (van Fraassen, 2007) y (Ladyman, 2007).

⁶⁰ La propuesta completa de van Fraassen acerca la representación como una relación de tres elementos entre lo que se representa, quien representa y cómo lo representa se encuentra en (2008). Pero extraigo la presentación principalmente de la segunda parte: Windows, Engines, and Measurement.

interpretaciones subyace una única manera de representarlas. Considero que este movimiento es análogo al uso de simetrías para conciliar la idea de que hay una estructura única del mundo con el hecho de que pueden utilizarse distintas estructuras para capturar esa única estructura; la estrategia en ambos casos es recurrir a alguna herramienta formal (matemática) que pueda representar las estructuras distintas como instancias de una sola estructura compartida.

Una última consideración al respecto de la representación-interpretación: si entendemos que las representaciones son objetivas cuando el contenido de la representación no es alterado por el acto de representar (i.e cuando los resultados de la representación son independientes de nuestras mediciones y observaciones), la representación científica como la entiende van Fraassen no es objetiva. Sin embargo, esto no representa un problema porque no implica que la representación científica sea subjetiva o personal en algún sentido. Hay que reconocer que incluir la interpretación en la representación no implica que ésta sea subjetiva o privada, puesto que la forma en la que se estructuran y se miden los fenómenos es pública e intersubjetiva (van Fraassen 2008, p. 182). El contexto científico en el que los fenómenos se representan está plagado de estándares para garantizar en lo posible la publicidad e intersubjetividad de los métodos de medición (y los métodos de experimentación en general). Así, si entendemos objetividad como no alteración de lo representado, la representación científica según van Fraassen no es objetiva. Pero esto no significa que sea dependiente de nuestras percepciones personales. van Fraassen está apuntando entonces a un sentido de objetividad más débil, en el que lo más que podemos conseguir es intersubjetividad, consenso acerca de la presentación de lo representado.

Considero que en esta discusión y en la discusión general de la representación la postura del estructuralismo empirista queda mejor parada. Ya que los aspectos que van Fraassen introduce para dar cuenta de la representación, *prima facie*, no son problemáticos. Es generalmente aceptado que las consideraciones acerca de las prácticas científicas y el contexto en el que se construyen las teorías son relevantes para el análisis de la ciencia, por lo que de inicio no resulta descabellado remitirse en algún sentido a la manera en la que los científicos usan la representación para dar cuenta de ella.

En cambio, los aspectos a los que recurre French parecen, en primera instancia, involucrar compromisos metafísicos demasiado fuertes (el compromiso con una única estructura objetiva ontológicamente primaria) y límites epistémicos demasiado ambiciosos (la estructura de las teorías capaz de brindar información sobre esa estructura única). Sin embargo, hay una distinción resaltada por French que considero ayudaría a equilibrar la balanza. Chakravartty distingue entre las explicaciones informacionales y funcionales de la representación: las primeras se centran en explicar qué es la representación y las segundas en cómo la usamos (Bueno & French 2011, p. 883). En este sentido podría argumentarse que el reto del estructuralista ante el problema de la representación es dar cuenta de ésta en términos de las explicaciones informacionales. De modo que cuando van Fraassen recurre a cuestiones pragmáticas para resolver el problema de la representación, está cambiando la discusión⁶¹.

No creo que esta objeción sea un problema para van Fraassen. Él aceptaría gustosamente que está cambiando la discusión, precisamente porque considera que la discusión en términos informacionales no tiene sentido fuera del contexto y del uso. Por su

⁶¹ Reconstruyo el argumento del cambio de la discusión a partir de unos comentarios tanto de French como de van Fraassen, pero en realidad ellos no discuten directamente la cuestión.

parte French considera que la estrategia de van Fraassen (“define what representations are in terms of what we do with them” (Bueno & French 2011, p. 883)) no captura adecuadamente la representación, pues ésta parece caracterizarse tanto por el aspecto informacional como por el funcional y si se deja de lado todo aspecto informacional (como lo hace van Fraassen) a lo más se obtiene una explicación incompleta⁶².

De nuevo, la objeción de French no aplica a van Fraassen pues éste explícitamente reconoce que la respuesta a “the general question of how an item [...] can correctly represent [...] its subject [...] will not be also an answer to the question of what representation is” (2008, p. 15). En este sentido parece que la opción que le queda al estructuralismo realista es señalar que la discusión ha sido cambiada. Y si así fuera, a mi parecer ha sido un cambio de discusión provechoso.

Por otra parte, una cuestión criticable del estructuralismo de French proviene de lo dicho en el tercer capítulo (específicamente en la nota 46) acerca de una diferencia entre French y van Fraassen. Mencioné que r-estructura acarrea la distinción entre la estructura del mundo y la estructura de las teorías, pues de otro modo el estructuralismo del OSR desemboca en la postura de van Fraassen. Hablé también de que van Fraassen colapsa la distinción entre la estructura del mundo y la estructura de las teorías⁶³ y con ello evita comprometerse con posturas metafísicas. Me refería justamente a que para él lo que estructura a los fenómenos es la teoría. Es decir, si partimos de que van Fraassen intenta evitar las cuestiones metafísicas y considera que no tiene sentido hablar de la estructura del

⁶² Este punto se encuentra en la nota al pie 19 de (Bueno & French 2011, p. 883).

⁶³ Aquí puede surgir una confusión que quisiera aclarar. Podría creerse que van Fraassen sí distingue la estructura de las teorías de la estructura del mundo porque en el primer capítulo separé la estructura de los espacios de estado y los modelos teóricos de la estructura de los fenómenos (i.e. la estructura de los modelos de datos). Sin embargo, esta última distinción no es la misma que aquella entre la estructura de las teorías y la estructura del mundo porque tanto los modelos teóricos como los de datos son parte de la estructura de la teoría. Insisto: la postura de van Fraassen no pretende involucrarse con el mundo.

mundo, a menos que se entienda que ésta es los fenómenos estructurados teóricamente en cierto contexto científico, entonces en estricto sentido en su visión no hay una estructura del mundo y otra de las teorías que deban ligarse. La “estructura del mundo” es a lo más una estructura teórica empíricamente informada que, junto con criterios pragmáticos, permite representar los fenómenos del mundo, sean lo que sean estos y el mundo mismo.

En contraste, French mantiene abierta la brecha entre la estructura del mundo y la estructura de las teorías lo suficiente para que sea significativo hablar de que la estructura de las teorías captura a la estructura del mundo tal cual es. De otra forma, si la estructura del mundo dependiera en algún sentido de la estructura de las teorías, no sería una postura realista. Así, r-estructura sobrepasa a los fenómenos y pretende llegar hasta el mundo objetivo.

Lo criticable se encuentra en que en este aspecto el estructuralismo realista está sujeto a la siguiente objeción: abrir la brecha entre la estructura del mundo y la estructura de las teorías obliga a buscar una noción de representación adecuada o verdad aproximada (un tipo de relación que dé cuenta de que las teorías describen al mundo tal cual es) que pueda restablecer la liga entre el mundo y la teoría que se perdió con la brecha. Desafortunadamente dar con una noción que capture en algún sentido la intuición de que describimos al mundo pero que sea más débil que la verdad ha probado ser una tarea difícil⁶⁴. Aún más, las razones para sostener que hay tal relación entre las teorías y el mundo parecen provenir exclusivamente del argumento de no milagros. Y este argumento ha sido ampliamente criticado. Me parece, entonces, que el estructuralismo realista no puede sostenerse solo, en el sentido de que r-estructura necesita una noción de verdad

⁶⁴ French, por ejemplo, reconoce que “How exactly such a notion [la de verdad aproximada] is to be developed is still an open question” (French & Saatsi, 2006, p. 558).

debilitada (que a su vez proviene de un argumento controversial). O, por lo menos, que sólo se sostiene si se acepta una premisa muy criticada (a saber: las teorías son verdaderas porque de otro modo no podríamos explicar el éxito de la ciencia).

La objeción no es que el estructuralismo realista recurra a aspectos no estructurales para dar cuenta de su postura. Pues van Fraassen también lo hace (recurre a consideraciones pragmáticas) y como bien remarca French, ninguno de los dos busca establecer un estructuralismo puro⁶⁵. La objeción es que los aspectos a los que recurre son problemáticos por sí mismos. En este sentido, r-estructura acarrea los problemas de esos aspectos y el estructuralismo realista se pone en desventaja ante su contraparte empirista, pues si de inicio uno no es realista, su estructuralismo se vuelve menos atractivo. Mientras que los aspectos a los que recurre el estructuralismo empirista *prima facie* no son problemáticos y pueden resultar atractivos para una variedad de posturas.

Más allá de las ventajas o desventajas de las dos posturas, lo que quiero destacar es que el planteamiento del debate alrededor del concepto de estructura resalta las propuestas epistémicas involucradas, así como las diferencias acerca de los límites que la estructura tiene a la hora de representar a la naturaleza. Lo anterior posibilita establecer una introducción amable del debate: el debate entre van Fraassen y French ofrece dos versiones claras y contrapuestas de la imagen del mundo que nos otorga el quehacer científico. En una, la imagen representa los fenómenos observables estructurados por los científicos; en otra, la imagen representa la única estructura objetiva y concreta descubierta por los científicos. Ambas imágenes son compatibles con el quehacer científico y provienen de su análisis. El favorecimiento de una u otra dependerá de argumentación posterior.

⁶⁵ Para French es la idea de que el realismo estructural no puede recurrir a cuestiones no estructurales (como el contexto o el lenguaje) es errónea y definitivamente no es lo que él ni van Fraassen postulan. (French & Saatsi, 2006, p. 556).

CONCLUSIONES

En este trabajo presenté el debate entre French y van Fraassen a partir de la noción de estructura. Hablé de sus respectivas nociones, e-estructura y r-estructura, en donde la primera se refiere a los fenómenos observables estructurados teóricamente bajo un programa de investigación determinado, y la segunda se refiere a la estructura objetiva, causal, modal y concreta que es el mundo presentada mediante las estructuras parciales. Y a partir de ellas establecí que un punto de partida del debate es el intento por solucionar el problema de la representación. La solución que tanto van Fraassen como French ofrecen a ese problema define su respectiva postura dentro del debate y nos habla de su propuesta epistémica y de los límites que consideran tiene la estructura. Al final obtuvimos una formulación sencilla para entender a grandes rasgos en qué discrepan los autores, esta formulación puede funcionar como guía para enfrentarse a los textos de ambos autores sin perder de vista el proyecto detrás.

Si bien falta argumentación posterior para posicionarse dentro del debate, parece, como ya mencioné, que la postura de van Fraassen queda mejor parada. Principalmente porque el empirismo constructivo parte de aspectos *prima facie* ampliamente aceptados, especialmente respecto a la representación, mientras que los compromisos que requiere la postura de French pueden parecer muy controvertibles si uno no está inclinado hacia el realismo desde el principio. Esto no quiere decir que la propuesta de van Fraassen no tenga tesis debatibles y problemáticas, podemos pensar por ejemplo en su tesis de que la modalidad se encuentra en las representaciones matemáticas y no en el mundo o en la problemática división entre lo observable y lo no observable; sin embargo creo que, por lo menos a primera vista, resulta más atractiva.

En cualquier caso, lo más notable es que si originalmente la preocupación era la estructura, hacia el final del trabajo la representación se volvió el centro de la cuestión. Considero que esto indica que la centralidad de la estructura proviene de su capacidad adecuada para representar. En este sentido, en aras de cavar profundo en las virtudes epistémicas de la ciencia, queda, principalmente, un trabajo pendiente: investigar qué es la representación científica (tanto en su aspecto funcional como en su aspecto informacional) y cuál es su relación con el concepto de estructura.

BIBLIOGRAFÍA

Berenstain, N., & Ladyman, J. (2012). Ontic Structural Realism and Modality. En E. Landry & D. Rickles (Eds.), *Structural Realism: Structure, Object, and Causality*. Dordrecht: Springer.

Brading, K., & Landry, E. (2006). Scientific Structuralism: Presentation and Representation. *Philosophy of Science*, 73(5), 571–581.

Bueno, O. (1997). Empirical adequacy: a partial structures approach. *Studies in History and Philosophy of Science*, 28, 585-610.

Bueno, O., & French, S. (2011). How Theories Represent. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 62(4), 857–894.

Bueno, O., French, S., & Ladyman, J. (2012). Empirical factors and structure transference: Returning to the London account. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 43(2), 95-104.

Chakravartty, A. (2001). The semantic or model-theoretic view of theories and scientific realism. *Synthese*, 127(3), 325-345.

Chakravartty, A. (2017). Scientific Realism. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer). Recuperado a partir de [URL ≡ <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism/>](https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism/)

Choi, S., & Fara, M. (2016). Dispositions. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring Edition). Recuperado a partir de <https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/dispositions/>

da Costa, N. C. A., & French, S. (1990). The Model-Theoretic Approach in the Philosophy of Science. *Philosophy of Science*, 57(2), 248-265.

da Costa, N. C. A., & French, S. (2003). *Science and Partial Truth. A Unitary Approach to Models and Scientific Reasoning*. New York: Oxford University Press.

French, S. (2000). The Reasonable Effectiveness of Mathematics: Partial Structures and the Application of Group Theory to Physics. *Synthese*, 125(1), 103–120.

French, S. (2008). The Structure of Theories. En S. Psillos & M. Curd (Eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science* (pp. 269-280). New York: Routledge.

French, S. (2010a). Keeping quiet on the ontology of models. *Synthese*, 172(2), 231.

French, S. (2010b). The interdependence of structure, objects and dependence. *Synthese*, 175(Suppl 1), 89-109.

French, S. (2012). The Presentation of Objects and the Representation of Structures. En E. Landry & D. Rickles (Eds.), *Structural Realism. Structure, Object and Causality* (pp. 3-28). Dordrecht: Springer.

French, S. (2014). *The Structure of the World. Metaphysics and Representation*. New York: Oxford University Press.

French, S. (2017). Realism and its Representational Vehicles. *Synthese*, 194(9), 3311–3326.

French, S., & Ladyman, J. (1997). Superconductivity and structures: revisiting the London account. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 28(3), 363-393.

French, S., & Ladyman, J. (1999). Reinflating the semantic approach. *International Studies in the Philosophy of Science*, 13(2), 103-121.

French, S., & Ladyman, J. (2003a). Remodelling Structural Realism: Quantum Physics and The Metaphysics of Structure. *Synthese*, 136(31), 31-56.

French, S., & Ladyman, J. (2003b). The Dissolution of Objects: Between Platonism and Phenomenalism. *Synthese*, 136(1), 73-77.

French, S., & Saatsi, J. (2006). Realism about Structure: The Semantic View and Nonlinguistic Representations. *Philosophy of Science*, 73(5), 548-559.

French, S., & Saatsi, J. (Eds.). (2011). *The Continuum Companion to the Philosophy of Science*. London: Continuum International Publishing Group.

Gower, B. (2000). Cassirer, Schlick and «structural» realism: The philosophy of the exact sciences in the background to early logical empiricism. *British Journal for the History of Philosophy*, 8(1), 71 – 106.

Ladyman, J. (1998). What is structural realism? *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 29(3), 409-424.

Ladyman, J. (2000). What's Really Wrong with Constructive Empiricism? Van Fraassen and the Metaphysics of Modality. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 51(4), 837–856.

Ladyman, J. (2004). Constructive Empiricism and Modal Metaphysics: A Reply to Monton and van Fraassen. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 55(4), 755–765.

Ladyman, J. (2016). Structural Realism. En E. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter). Recuperado a partir de <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/structural-realism/>

Ladyman, J., & Ross, D. (2007). *Every Thing Must Go. Metaphysics Naturalized*. New York: Oxford University Press.

Lorenzano, P. (2013). The semantic conception and the structuralist view of theories: A critique of Suppe's criticisms. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 44(4), 600-607.

Monton, B., & Mohler, C. (2017). Constructive Empiricism. En E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017). Metaphysics Research Lab, Stanford University. Recuperado a partir de <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/constructive-empiricism/>

Psillos, S. (2006). The Structure, the Whole Structure, and Nothing but the Structure? *Philosophy of Science*, 73(5), 560-570.

Quine, W. V. (1951). Main Trends in Recent Philosophy: Two Dogmas of Empiricism. *The Philosophical Review*, 60(1), 20-43.

Suppe, F. (1972). What's Wrong with the Received View on the Structure of Scientific Theories? *Philosophy of Science*, 39(1), 1-19.

Suppes, P. (1966). Models of Data. En E. Nagel, P. Suppes, & A. Tarski (Eds.), *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics* (Vol. 44, pp. 252–261). Elsevier.

Suppes, P. (2002). *Representation and Invariance of Scientific Structures*. US: CSLI Publications.

Thompson, P. (1989). The Semantic Conception of Theory Structure. En *The structure of biological theories* (pp. 69-83). New York: State University of New York Press.

van Fraassen, B. (1970). On the extension of Beth's semantics of physical theories. *Philosophy of Science*, 37(3), 325-339.

van Fraassen, B. (1972). A Formal Approach to the Philosophy of Science. En R. Colodny, *Paradigms and Paradoxes: The Philosophical Challenge of the Quantum Domain* (pp. 303-366). Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

van Fraassen, B. (1997). Structure and perspective: Philosophical perspective and paradox. En *Logic and scientific methods*. Dordrecht: Springer.

van Fraassen, B. (1980). *The Scientific Image*. New York: Oxford University Press.

van Fraassen, B. (1989). *Laws and Symmetry*. New York: Oxford University Press.

van Fraassen, B. (1991). *Quantum Mechanics: An Empiricist View*. New York: Oxford University Press.

van Fraassen, B. (1997). Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox. En D. Chiara, K. Doets, D. Mundici, & J. van Benthem, *Logic and Scientific Methods* (pp. 511-530). Dordrecht: Kluwer.

van Fraassen, B. (2006a). Representation: The problem for structuralism. *Philosophy of Science*, 73(5), 536-547.

van Fraassen, B. (2006b). Structure: Its Shadow and Perspective. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 57(2), 275-307.

van Fraassen, B. (2007). Scientific structuralism: Structuralism(s) about science: Some common problems. *Aristotelian Society Supplementary*, 81(1), 45-61.

van Fraassen, B. (2008). *Scientific Representation: Paradoxes of perspective*. Oxford UP.

van Fraassen, B. (2014). One or Two Gentle Remarks about Hans Halvorson's Critique of the Semantic View. *Philosophy of Science*, 81(2), 276-283.

Votsis, I. (2004). *The epistemological status of scientific theories: An investigation of the structural realist account* (Tesis doctoral). London School of Economics.

Recuperado a partir de <http://etheses.lse.ac.uk/1731/1/U185100.pdf>