

01048
2

**EXPLICACIONES CAUSALES, EXPERIMENTACIÓN E
INFERENCIA MATERIAL**

Tesis de Maestría
de
FERNANDO MORETT OROZCO

Maestría en Filosofía de la Ciencia
Instituto de Investigaciones Filosóficas
Facultad de Filosofía y Letras

Ciudad Universitaria, Julio 2003

Contacto: morett@filsoficas.unam.mx
morett@servidor.unam.mx

1

TESIS CON
FALLA DE CUBRIM



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.

PAGINACION DISCONTINUA

A mi hermano Jesús, y a la memoria de mi hermano Ángel

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar una vez más mi gratitud al Dr. Sergio F. Martínez, cuyo apoyo y dirección hicieron posible esta tesis.

Esta tesis fue elaborada gracias al apoyo económico que recibí como becario de los proyectos del CONACYT 30966H 'Epistemología y Ciencia', y 36305H 'Ciencia y Representación'. Agradezco a la Dra. Edna Suárez el haberme otorgado la beca de este último proyecto con la cual finalicé mi tesis.

Al Dr. León Olivé, a la Dra. Atocha Aliseda, a la Dra. Salma Saab y al Dr. Silvio Pinto les agradezco que hayan aceptado amablemente calificar esta tesis. Agradezco también el apoyo que me brindó la Coordinación del Posgrado en Filosofía de la Ciencia, a través del Dr. Carlos López Beltrán.

Quiero expresar también una vez más mi agradecimiento a la comunidad que conforma el Instituto de Investigaciones Filosóficas, en cuyo ambiente estimulante fue elaborada esta tesis, y también por el valioso apoyo que recibí como estudiante asociado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN, pp. i - v

Sección 1

EXPLICACIÓN, CAUSALIDAD, SINGULARES Y EXPERIMENTACIÓN, p. 1

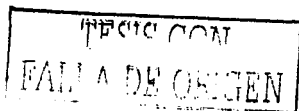
- 1.1. El modelo hempeliano de la explicación, p. 3
- 1.2. Las leyes como enunciados, p. 14
- 1.3. Las leyes como reglas de inferencia, p. 19
- 1.4. El problema de las explicaciones causales singulares, p. 24
- 1.5. El problema de la causalidad, p. 30
- 1.6. Realismos experimentales, p. 35

Sección 2

CAUSALIDAD E INVARIANCIA EN LA EXPLICACIÓN: LA TEORÍA DE JAMES WOODWARD, p. 53

- 2.1. Generalizaciones explicativas, p. 55
 - 2.1.1. Invariancia, p. 57
 - 2.1.2. Intervención, p. 63
- 2.2. Contrafácticos, generalizaciones accidentales y variabilidad en causas y correlaciones, p. 69
- 2.3. Cláusulas *ceteris paribus* y rangos de intervención, p. 79
- 2.4. Explicaciones causales singulares por *foco de contraste*, p. 85
- 2.5. El rol de las generalizaciones rudimentarias y las comunidades de usuarios, p. 96

4



Sección 3

CAPACIDADES EN NANCY CARTWRIGHT Y EXPLICACIONES CAUSALES SINGULARES, p. 101

- 3.1. Midiendo la causalidad: probabilidades, contextos no pasivos e inferencias no monotónas, p.104
- 3.2. Causalidad por singulares: el experimento de Einstein y de Haas, p. 119
- 3.3. Causalidad por singulares: incompletud y estabilización, p. 123
- 3.4. Realismo de capacidades, p. 143

Sección 4

EXPERIMENTACIÓN E INFERENCIA MATERIAL EN LAS EXPLICACIONES CAUSALES, p. 155

- 4.1. Las leyes y las generalizaciones como reglas de inferencia, p. 157
- 4.2. Entimemas, inferencia material y contextos cognitivos, p. 178
- 4.3. Inferencia material y modalidades causales, p. 185
- 4.4. Explicaciones causales singulares, experimentación e inferencia material, p. 195

CONCLUSIONES, p. 211

BIBLIOGRAFÍA, pp. 217 - 221

Del darse efectivo un estado de cosas cualquiera no se puede, en modo alguno, deducir el darse efectivo de otro enteramente distinto.

No hay un nexo causal que justifique tal deducción.

No *podemos* inferir acaecimientos del futuro a partir de los actuales.

La creencia en el nexo causal es la *superstición*.

Wittgenstein

Tractatus lógico-philosophicus

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EXPLICACIONES CAUSALES, EXPERIMENTACIÓN E INFERENCIA MATERIAL

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la filosofía de la ciencia desarrollada por los positivistas hablar de poderes causales resulta un sin sentido, lo mismo que creer que pueden obtenerse explicaciones causales de los sucesos. Sostuvieron que la ciencia no puede explicar causalmente, sino sólo explicar haciendo derivaciones lógicas entre un suceso y otro a través de leyes, e insistieron en que estas derivaciones son lo que conocemos como explicaciones científicas.

En principio esta tesis puede resultar escandalosa, e incluso incomprendible dado que colapsa con el sentido común, donde usualmente se habla sin mayor problema de causas y efectos, y donde explicar es claramente señalar la causa de un suceso. Incluso en ámbitos científicos como la medicina, la economía o las ingenierías, las explicaciones causales son muy comunes y parecen bastante obvias. Los positivistas aceptaban este hecho, pero consideraban que un mayor desarrollo científico en estas áreas traería como consecuencia el abandono de la noción de causa como ocurre en la física avanzada.

No sólo los positivistas han rechazado el uso de poderes causales, en general la tradición empirista que se remonta a Hume ha mantenido este rechazo. Como parte de esta tradición se encuentran filósofos como Russell y Wittgenstein, además de Bas van Fraassen, quien ha desarrollado en años recientes uno de los traba-

jos más importantes en filosofía de la ciencia bajo esta tradición. El rechazo de los empiristas al uso de poderes causales se basa en el hecho de que éstos no pueden ser observados, lo cual los convierte en un recurso metafísico mediante el cual se introducen poderes ocultos para explicar la ocurrencia de los distintos sucesos.

Hume buscó la salida a este problema en el nivel genérico de las asociaciones regulares entre la ocurrencia de un suceso y otro, sin embargo, esta estrategia seguida también por otros filósofos se ha enfrentado al hecho de que en este nivel, terminan disolviéndose las *conexiones causales* que pretendían capturarse, quedando solamente *asociaciones regulares* entre sucesos.

Es en este nivel genérico en el cual se han desarrollado los modelos de explicación por cobertura de Carl Hempel y Ernest Nagel, los cuales han adoptado la interpretación humeana tratando de reducir las leyes causales a asociaciones regulares entre sucesos, y rechazando además la posibilidad de obtener explicaciones sin el empleo de leyes, es decir, rechazando que puedan lograrse explicaciones sin contar con una base inductiva de repeticiones que permita asociar regularmente un suceso con otro. Este tipo de explicaciones que tratan de dar cuenta de la ocurrencia de un suceso conectándolo causalmente con otro sin el uso de leyes, es conocido bajo el nombre de explicaciones causales por singulares.

El trabajo positivista más influyente sobre la explicación fue desarrollado por Hempel, quien dirigió su trabajo al análisis de la estructura lógica de las explicaciones buscando la creación de modelos formales, que dejaban de lado la descripción y el análisis de cómo los científicos realmente elaboran sus explicaciones. Hempel como el resto de los positivistas dirigió su trabajo a la tradición teórica de la ciencia, donde encontraba los mejores ejemplos de leyes y de explicaciones que no apelaban a poderes causales.

No sólo positivistas como Hempel, sino también una buena parte de filósofos de la ciencia posteriores han estado ocupados sólo de la tradición teórica de la ciencia. Esta tradición ha sido un terreno fértil para deshacerse de la noción de causa, y para privile-

giar el análisis lingüístico de la explicación a través de recursos lógicos.

Este tipo de análisis lógico basado en las teorías ha mostrado sin embargo serias limitaciones para lograr una caracterización de las leyes que sea consistente con el uso que de éstas hacen los científicos, y con la distinción de factores conocidos como correlaciones que se encuentran asociados regularmente a los sucesos antes de que éstos ocurran, pero que no logran explicarlos pese a que puedan ser derivados lógicamente de ellos. Adicionalmente la distinción de estas correlaciones se enfrenta al hecho de que en la tradición experimental de la ciencia el uso de las correlaciones está estrechamente vinculado al empleo de la noción de causa, particularmente para propósitos de intervención y control en la ocurrencia de los sucesos. De acuerdo con el proyecto empirista, el uso de causas basado en el contraste con las correlaciones podría disolverse empleando recursos de la tradición teórica, sin embargo esto no ha sido posible. van Fraassen, uno de los empiristas más destacados, ha reconocido que no cuenta con una salida al problema del uso práctico de la distinción causas/correlaciones, ni tampoco con una para el uso de las leyes en contextos experimentales.

Tratando de encontrar una respuesta a estos problemas, filósofos de la ciencia como Ian Hacking, han desarrollado en años recientes análisis basados en la tradición experimental de la ciencia, que buscan en cambio mantener dicha distinción mostrando la relevancia que tiene para las prácticas experimentales.

Siguiendo esta misma línea, en este trabajo desarrollo el tema de la explicación buscando una defensa del uso de poderes causales, particularmente para casos de explicaciones causales singulares. Y sugiero una caracterización de las leyes que sea consistente con las prácticas científicas, la cual muestre el rol que juegan las prácticas experimentales en la fabricación de las explicaciones causales.

Apoiado en los trabajos de filósofos como Hacking, Andrew Pickering y Peter Galison que siguen esta tradición experimental, trato de destacar el rol que tienen las prácticas experimentales diri-

gidas a la estabilización de causas y efectos que llevan a su vez a explicaciones, así como el rol que juegan los aparatos y materiales en esta estabilización. Bajo la tradición experimental es posible mostrar que las explicaciones causales carecen de una clausura lógica que proveería las bases para una deducción y la certeza respectiva, o bien que serviría para preservar la probabilidad, objetivos éstos que han sido perseguidos por los defensores de los modelos formales de la explicación por leyes de cobertura.

La carencia de esta clausura lógica tiene su contraparte en el hecho de que las estabilizaciones logradas no forman una base empírica consolidada que dé seguridad a los cálculos inferenciales respectivos, sino que dichas estabilizaciones se encuentran abiertas a la aparición de nuevas causas que provocan la desestabilización de los efectos alcanzados. En estas desestabilizaciones, aquellas que resultan inesperadas son las que pueden apuntar a poderes causales desconocidos que pueden servir a la articulación de explicaciones que no requieren de leyes, es decir, de explicaciones causales singulares, las cuales representan un reto importante para el empirismo clásico en filosofía de la ciencia dirigido a las regularidades, y desentendido de las prácticas experimentales.

En la primera sección expongo de manera general el modelo hempeliano de explicación concentrándome en su caracterización de las leyes, de la causalidad, y en su rechazo a las explicaciones causales singulares. Posteriormente presento un esbozo general de los trabajos de Hacking, Picketing y Galison, que han destacado el papel de la experimentación en la ciencia. De estos dos últimos adopto las nociones de estabilización y de no clausura lógica como rasgos de las explicaciones causales.

Posteriormente en las secciones dos y tres expongo dos propuestas acerca de las explicaciones causales singulares. La primera de James Woodward, la segunda de Nancy Cartwright. Woodward basa su teoría en el contraste con una situación contrafáctica para identificar una causa sin el empleo de leyes, Cartwright en cambio basa su propuesta en el apoyo que provee un conjunto completo

INTRODUCCIÓN

de conocimientos alrededor del suceso por explicar, que permiten a los científicos hacer una conexión casual en un primer experimento. Algunas fallas que trato de mostrar con el modelo de Woodward me permitirán mostrar que la propuesta de Cartwright representa una mejor opción para estas explicaciones. Siguiendo el trabajo de Cartwright sobre causalidad por singulares, sugiero tres casos adicionales de estas conexiones basados en conjuntos incompletos. Y para casos en los que estos conjuntos son muy pobres, o inexistentes, sugiero que la noción de variabilidad, apoyada en prácticas experimentales, puede servir para mostrar cómo comienza la búsqueda de causas en estos casos. Como ejemplo de esto presento el caso de una investigación genética actualmente en curso, dirigida a encontrar el gen causal de uno de los tipos de diabetes.

En la sección final articulo la noción de inferencia material, y de reglas de inferencia sugeridas por Wilfrid Sellars para tratar de caracterizar el uso de las leyes en la tradición experimental. Además trato de hacer ver cómo estas nociones permiten una conexión más natural entre los aspectos regulares de las explicaciones causales basadas en inducciones, y el carácter no monótono que presentan las explicaciones causales singulares. En la exposición de estos aspectos inferenciales de la explicación, trato de destacar el rol primitivo que parecen tener las prácticas experimentales, en la fabricación de la información que alimenta los procesos inferenciales en las explicaciones causales. Finalmente en esta última sección presento también el caso de una investigación reciente de física experimental acerca del poder fotodegradante de dióxido de titanio, con el cual pretendo mostrar el proceso que lleva a la estabilización de una capacidad, y cómo esta estabilización no termina en el laboratorio, sino que continúa en ámbitos sociales más amplios asociados a la industria, y al consumo social de capacidades adaptadas en mercancías.

Sección 1

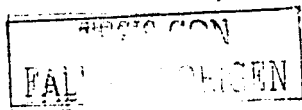
Explicación, causalidad, singulares y experimentalismo

Índice

- 1.1. El modelo hempeliano de la explicación, 3
 - 1.2. Las leyes como enunciados, 14
 - 1.3. Las leyes como reglas de inferencia, 19
 - 1.4. El problema de las explicaciones causales singulares, 24
 - 1.5. El problema de la causalidad, 30
 - 1.6. Realismos experimentales, 35
-

En su trabajo clásico *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science* (1965) Carl Hempel defiende la tesis de que la única manera genuina de explicar un suceso consiste en deducirlo a partir de leyes científicas, y de los enunciados singulares pertinentes al caso. Según Hempel las explicaciones de la historia y de la sociología, lo mismo que las explicaciones de la física, dan cuenta de la ocurrencia de ciertos sucesos a través de leyes, es decir, a través de argumentos deductivos que contienen al menos un enunciado universal y verdadero como premisa mayor. En su análisis Hempel rechaza diversas propuestas que defienden otros tipos de explicación como las explicaciones por descripciones narrativas, las explicaciones por leyes de un solo caso, las explicaciones que plantean conceptos metafísicos, etc.

Dentro de este rechazo se encuentran también las explicaciones causales singulares basadas solamente en dos enunciados singulares que conectan, sin la intermediación de una ley científica, un suceso-causa con un suceso-efecto. Su idea es que explicar consiste en deducir un suceso a partir de leyes científicas, lo mismo en las ciencias sociales y naturales, que en contextos cotidianos cuyas



explicaciones basadas en generalizaciones rudimentarias pueden ser reformuladas a través de leyes científicas.

Diversos autores a partir del trabajo de Hempel han defendido de distintas maneras la posibilidad de articular explicaciones que no empleen leyes. En este trabajo haré un examen en las secciones dos y tres de dos de estas propuestas acerca de las explicaciones causales por singulares. En esta sección expongo el modelo nomológico-deductivo hempeliano destacando ejemplos y aspectos que servirán de antecedente para la revisión, y tratamiento que hago de las propuestas que reviso en las secciones posteriores. Asimismo durante la exposición del modelo hempeliano de explicación muestro algunos de los problemas que presenta.

Uno de estos problemas consiste en que el modelo que describe Hempel permite que factores que son causalmente irrelevantes puedan pasar equivocadamente como causas que explican la ocurrencia del suceso en cuestión. Por otro lado Hempel partía del hecho de que en ciencias avanzadas como la física la noción de causa era cada vez menos utilizada, y en su lugar se empleaba la noción de 'estado antecedente'; sin embargo el análisis formal de la explicación que Hempel desarrolló basado en las teorías imposibilitaba precisamente el encuentro de criterios para distinguir entre factores causales y factores no causales que simplemente ocurren como parte de dichas condiciones antecedentes.

Buscando articular un análisis alternativo que ayude al establecimiento de estos criterios de distinción expongo grosso modo tres propuestas recientes acerca del realismo experimental en filosofía de la ciencia. Con la publicación en 1983 de *Representing and Intervening*, Ian Hacking estimuló el interés por el argumento realista en la filosofía de la ciencia basado en las intervenciones experimentales; desarrollos posteriores como los de Peter Galison y Andrew Pickering han seguido también la línea experimental. Mi interés por el análisis filosófico desarrollado en estos trabajos se encuentra motivado por la idea de que con él es posible explorar algunas respuestas a ciertos problemas de la explicación que surgieron con

el modelo hempeliano, así como con los desarrollos posteriores que han seguido el modelo por leyes de cobertura, y que colocan a la deducción operada por leyes científicas como el modelo inferencial para lograr explicaciones causales correctas.

Mi argumento está dirigido a mostrar que el experimentalismo puede ayudar a mostrar, entre otras cosas, que la *completud*¹ de premisas y la *deducción* que exige el análisis formal en la explicación pueden ser reemplazadas por las nociones de *estabilización* y de *inferencia material*. Además, las prácticas científicas en la tradición experimental resultan una unidad fértil de análisis filosófico para la defensa de los poderes causales y el uso de lenguaje modal, rechazados ambos por el enfoque semántico y por la tradición empírica humeana en filosofía de la ciencia como trataré de hacer ver más adelante.

1.1. El modelo hempeliano de explicación

Hempel considera dos tipos de leyes que dan lugar a dos modelos diferentes de explicación: las leyes deterministas y las leyes estadísticas. Para ambos casos Hempel sostiene la idea de que aquellas explicaciones que emplean sólo enunciados causales singulares, contienen de modo implícito, leyes científicas estadísticas o deterministas, que una vez que se hacen explícitas pueden servir a la reformulación de estas explicaciones de formato corto hechas a través de enunciados singulares transformándolas en inferencias completas en las cuales las leyes sirven de premisas mayores. Hempel consideró que las explicaciones por leyes deterministas representaban el mejor modelo de explicaciones, por esta razón, y por razones de espacio y de simplicidad me concentro sólo en las

¹ Uso la noción de *completud* para casos de explicaciones que desde un punto de vista lógico cuentan con las premisas que aseguran un paso deductivo entre *explanans* y *explanandum*. En este sentido la nociones de clausura o de cierre lógico que se verán más adelante en esta sección son equivalentes a la de *completud*.

explicaciones por leyes deterministas esquematizadas en el modelo nomológico-deductivo de explicación que en adelante referiré como explicaciones o modelo *ND*.

Las explicaciones *ND* son inferencias deductivas cuyo esquema es el siguiente:

$$\frac{L_1, L_2, \dots, L_r \\ C_1, C_2, \dots, C_k}{E}$$

Donde *L* son enunciados de leyes, *C* son enunciados de condiciones iniciales que describen sucesos particulares, y *E* es el enunciado o enunciados que describen el suceso empírico por explicar. Como es sabido *L* y *C* en conjunto son llamados *explanans*, y *E* *explanandum*. La forma lógica más simple del modelo *ND* puede apreciarse en explicaciones que emplean una sola ley, veamos:

$$\frac{\forall x [Fx \supset Gx] \\ F_i}{G_i}$$

Donde la primera premisa es un enunciado universal verdadero, la segunda premisa es un enunciado singular que instancia el antecedente de la premisa anterior, y *G_i* el suceso o aspecto del suceso por explicar. La premisa mayor debe tener al menos un cuantificador universal y puede o no contener además uno existencial como ocurre en el enunciado: 'Para todo compuesto químico existe una gama de temperaturas y presiones a las cuales el compuesto es líquido'.

En su versión más simple una explicación *ND* es aquella que contiene al menos dos enunciados: un enunciado universal condicional y un enunciado singular. Para el caso de explicaciones más

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

complejas que requieran de más enunciados de leyes, y en consecuencia de más de un enunciado de condiciones iniciales, éstos son incorporados simplemente a través de una conjunción sin perder por esto su carácter deductivo².

Hempel prescribe además cuatro requisitos que deben cumplir las explicaciones *ND*, a los tres primeros los llama requisitos lógicos, y al cuarto, requisito de adecuación empírica.

El primero de estos requisitos (*R1*) se refiere a la relación de *consecuencia lógica* que debe existir entre los enunciados explanans, y el o los enunciados explanandum. Este requisito prescribe que el enunciado explanandum debe ser resultado de una inferencia deductiva, es decir, el explanans debe proveer información necesaria y suficiente para inferir concluyentemente el explanandum a través de las reglas de la lógica clásica. Este tipo de consecuencia lógica permite expresar formalmente no sólo relaciones causales, sino también relaciones asociativas a través de leyes de sucesión o de leyes de coexistencia³. Dado que el tema que me ocupa en esta tesis son las explicaciones causales singulares dejaré de lado otros tipos de leyes concentrándome sólo en las leyes causales.

El segundo requisito (*R2*) exige —como lo muestran los dos esquemas anteriores— que exista al menos un enunciado universal que sirva de base para la derivación del enunciado explanandum, es decir, son excluidas deducciones que operan sin estos enunciados

² Cabe referir el hecho de que el modelo hempeliano coincide a su vez con la concepción deductiva de la explicación y de la predicción planteada por Carnap en 1937 de la siguiente manera: "The *explanation* of a single known physical process, the *dabitation* of a unknown process in the past or in the present, from one that is known, and the *prediction* of a future event, are all operations of the same logical character. In all three cases it is, namely, a matter of deducing the concrete sentence which describes the process from valid laws and other concrete sentences. To explain a law (in the material mode of speech: a universal fact) means to deduce it from more general laws." (pp.319-20)

³ Ver Hempel 1965, p. 352.

de cobertura, por ejemplo aquellas que tengan sólo conjunciones de enunciados singulares de la siguiente forma:

$$p \wedge q$$

$$p$$

Ejemplo:

Las pompas de jabón primero crecieron y luego disminuyeron

Las pompas de jabón primero crecieron

Este requisito muestra que las explicaciones *ND* además de ser deducciones deben ser nomológicas, es decir, incorporar enunciados de leyes.

En *Philosophy of Natural Science* (1966)⁴ Hempel presenta una condición adicional relacionada con la cláusula de *R2*, a saber, que exista una relación de relevancia entre explanans y explanandum, es decir, no basta con que los enunciados de cobertura y de condiciones iniciales sean verdaderos, sino que es necesario además que halla una conexión relevante que haga de la relación *explanans-explanandum* una relación genuinamente explicativa. Hempel ejemplifica esto con la explicación que ofreció el astrónomo Francesco Sizi tratando de argumentar, contra Galileo, la imposibilidad de que existieran más de siete planetas, es decir, en contra de la existencia de Júpiter. En su argumento Sizi estableció algunas relaciones analógicas como el hecho de que nuestra cabeza tenga sieteorificios (nasales, bucal, etc.), las cuales no son

⁴ Ver p. 48. En esta misma obra describe de la siguiente manera el requisito de consecuencias lógicas: "Deductive-nomological explanations satisfy the requirement of explanatory relevance in the strongest possible sense: the explanatory information they provide implies the explanandum sentence deductively and thus offers logically conclusive grounds why the explanandum phenomenon is to be expected". (p. 52)

explicativamente relevantes para inferir la imposibilidad de la existencia de un octavo planeta. La subcláusula en cuestión prescribe por lo tanto que debe haber una conexión o relación relevante entre explanans y explanandum.

El tercer requisito (*R3*) prescribe que los enunciados explanans contengan por lo menos una consecuencia de índole empírica. Esta prescripción está dirigida por un lado a salvar las explicaciones teóricas en la ciencia que postulan inobservables: genes, electrones, fuerza gravitacional, etc. Pero por otro lado está dirigida a eliminar de las explicaciones, recursos metafísicos y pseudo-científicos para los cuales Hempel creía que no era posible lograr contrastaciones a partir de sus posibles consecuencias empíricas. Ejemplos de estos recursos son las entelequias, la razón absoluta y las vibraciones cósmicas, entre muchos otros.

El cuarto requisito (*R4*) señala que los enunciados que conforman el explanans han de ser verdaderos, es decir, los enunciados de leyes y los enunciados singulares de las condiciones iniciales. La noción hempeliana de verdad para las leyes excluye la confirmación completa de las mismas, y adopta en cambio como criterio un alto grado de confirmación basado en el empleo de toda la información relevante disponible. Como se verá más adelante el cumplimiento de este requisito en los enunciados de leyes enfrenta problemas que condujeron al desarrollo de caracterizaciones alternativas de las leyes.

Presento a continuación algunos ejemplos de explicaciones citadas por Hempel que en secciones posteriores me servirán para el análisis y desarrollo del tema de las explicaciones causales singulares. A partir de estos ejemplos mostraré el papel que Hempel asigna a las leyes tanto en explicaciones de ciencias naturales y sociales, como en explicaciones del contexto cotidiano.

El primero de estos ejemplos es citado por Hempel del artículo de Michael Scriven "Truisms as the Grounds for Historical Explanations" (1959). En este artículo Scriven defiende la idea de

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

que hay explicaciones cotidianas correctas que operan sin leyes científicas, es decir, sólo a través de relacionar dos enunciados singulares, uno de los cuales describe el suceso que se presenta como causa. Scriven describe el siguiente caso:

As you reach for the dictionary, your knee catches the edge of the table and thus turns over the ink-bottle, the contents of which proceed to run over the table's edge and ruin the carpet. If you are subsequently asked to explain how the carpet was damaged you have a complete explanation. You did it, by knocking over the ink. The certainty of this explanation is primeval. It has absolutely nothing to do with your knowledge of the relevant laws of physics; a caveman could supply the same account and be quite as certain of it... If you were asked to produce the role-justifying grounds for your explanations, what could you do? *You could not produce any true universal hypothesis.*
(Hempel, 1965, p. 360)

La explicación de este hecho puede ser resumida en la siguiente explicación por enunciados singulares:

- (1) La alfombra se manchó *porque* alguien tropezó con una mesa que tenía un tintero destapado causando su volcadura

Según Hempel esta explicación de la forma 'q *porque* p' por sí misma no puede tener realmente valor explicativo dada su falibilidad, ya que numerosas circunstancias pueden impedir que se volque el tintero pese a que alguien se tropiece con una mesa. En este caso pueden interferir simultáneamente condiciones ambientales que pueden ser en realidad la causa de la volcadura, como una fuerte brisa infiltrada por la ventana, o el movimiento simultáneo de un gato que estaba sobre la mesa. Es decir, la conexión causal entre tropiezos y volcaduras de tinteros es, sin más precisiones e información, bastante insegura.

Dada la vulnerabilidad a que está sujeta esta presunción causal, Hempel propone reformular la explicación a través de leyes científicas que eviten la vulnerabilidad suministrando una conexión se-

gura entre los sucesos, en este caso a través de leyes de mecánica de fluidos a partir de las cuales podría deducirse *invariablemente* la presencia de una mancha.

En el mejor de los casos —sostiene Hempel— Scriven podría presentar una vaga generalización en defensa de esta explicación; una generalización rudimentaria (*rough generalization*) como la siguiente:

- (2) Tropiezos con mesas que tengan sobre ellas tinteros destapados, causan la volcadura de los tinteros produciendo manchas en las alfombras

Hempel descarta esta generalización cotidiana o rudimentaria porque en ausencia de mayores especificaciones acerca de las condiciones ambientales no provee las bases para obtener con ella certeza explicativa o predictiva, según él:

Scriven's cave man, or perhaps a child, might well assume that when any opaque liquid is poured on any kind of textile it will soak in and produce a stain; which would lead him to expect [prediction] a stain when mercury dropped on a rug or when ink is poured on a specially treated nonstaining textile. And if explanation or understanding of the ink stain on the rug presupposes that assumption then it would plainly be far from primevally certain: it would be false. (cursivas agregadas; 1965, p.362)

Como se advierte en esta cita el rechazo hempeliano está motivado por la idea de que las generalizaciones rudimentarias son altamente vulnerables en comparación con las leyes, las cuales, según su concepción, tienen un carácter universal el cual parece no estar seriamente amenazado por cambios en las condiciones ambientales. En cambio una generalización como (2) requiere un conjunto extenso de supuestos auxiliares que *completan* las premisas para asegurar una inferencia deductiva en la explicación o la predicción respectivas. Por ejemplo, incorporar al explanans premisas que informen que el líquido en cuestión no sea mercurio, que la alfombra no tenga un

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tratamiento antimanchas, o que no existe un gato sobre la mesa cuyo movimiento halla sido en realidad el responsable de la volcadura del tintero.

En el mejor de los casos, sostiene Hempel, las conexiones causales que presumen las generalizaciones rudimentarias —en este caso la conexión entre tropiezos y volcaduras de tinteros— tendrían sólo un valor heurístico en la búsqueda y confirmación de las verdaderas causas. Esta tesis tiene entre sus consecuencias el que las explicaciones que ofrecemos cotidianamente sin emplear ni conocer leyes científicas no sean explicaciones genuinas, sino aproximaciones con valor heurístico, o hipótesis para futuras explicaciones por leyes, es decir, que sociedades precientíficas o usuarios que ignoran ciertas leyes científicas se encuentren inhabilitados para elaborar explicaciones eficaces⁵.

La misma acusación de vaguedad empírica y la vulnerabilidad respectiva es presentada por Hempel en contra de las explicaciones darwinistas sobre la extinción de especies. Hempel insiste en rechazar la pretendida eficacia explicativa de las explicaciones evolucionistas, y de ciertas explicaciones de la historia humana, por el hecho de que emplean generalizaciones rudimentarias las cuales requieren de numerosas hipótesis auxiliares acerca de condiciones ambientales, para garantizar que los pasos inferenciales entre explanans y explanandum sean pasos deductivos. Según Hempel,

⁵ Sergio Martínez (1997, p.156) presenta un ejemplo como el de Scriven para cuestionar la necesidad de reformular las explicaciones cotidianas en explicaciones por leyes de cobertura. En el ejemplo de Martínez se explica por qué se rajó un radiador aduciendo que este suceso se produjo porque bajó mucho la temperatura y porque además dicho radiador no tenía anticongelante. Martínez cuestiona la prescripción hempeliana acerca de la necesidad de reformular la explicación incorporando leyes sobre mecánica de fluidos para lograr una explicación eficaz de la rajadura, ya que considera que este requisito obedece a un 'vago prurito metafísico'. Siguiendo esta preocupación de Scriven y Martínez por salvar de la crítica hempeliana estas explicaciones cotidianas, presento en la subsección 4.3. una sugerencia que permite recuperarlas usando la noción de inferencia material. Esta noción permite tomar en cuenta las diferencias contextuales, a partir de la diversidad de acervos cognitivos que presentan distintas comunidades.

científicos y filósofos de la ciencia como Stephen Toulmin han sobrestimado la capacidad explicativa de la teoría de la evolución para dar cuenta de los detalles de la secuencia evolutiva, y asegurar la certeza sobre las presuntas causas citadas en sus explicaciones. Veamos como lo expone:

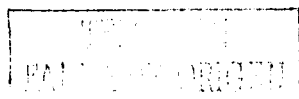
Indeed even the associated theory of mutation and natural selection does not answer the first [why that various kinds of dinosaurs with their characteristics came into existence] of these questions, though it might be held to shed some light on the latter [why they became extinct]. Yet, even to account for the extinction of the dinosaurs, *we need a vast array of additional hypothesis* about their physical and biological environment and about the species with which they had to compete for survival. (cursivas agregadas; 1965, p.370)

Tras esta crítica Hempel sugiere que en el mejor de los casos, y con ayuda de las hipótesis auxiliares respectivas, las explicaciones darwinistas pueden transformarse en explicaciones probables.

Según Hempel, tanto el ejemplo de Scriven como el de la extinción de los dinosaurios, muestran la falibilidad que produce el empleo de generalizaciones vagas que carecen de un alto poder explicativo y predictivo, tanto en ámbitos cotidianos como científicos. El objetivo hempeliano al respecto consiste en mostrar que el conocimiento explicativo en cualquier ámbito está sujeto a la posesión de regularidades expresadas en forma de leyes, es decir, a contar con enunciados universales condicionales verdaderos acerca de los sucesos a explicar.

Además de los ejemplos citados, Hempel presenta un ejemplo tomado de Dewey que me interesa exponer porque en este caso pese a que no son empleadas leyes científicas la explicación resulta adecuada bajo el análisis hempeliano.

El ejemplo está tomado de *How We Think*, y en él se explican la aparición y el vaivén de las pompas de jabón al interior y exterior

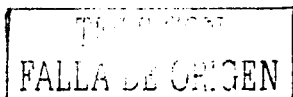


de los vasos y los platos justo cuando éstos están recién lavados. La explicación se presenta como sigue:

Transferring the tumblers to the plate, he had trapped cool air in them; that air was gradually warmed by the glass, which initially had the temperature of the hot suds. This led to an increase in the volume of the trapped air, and thus to an expansion of the soap film that had formed between the plate and the tumblers' rims. But gradually, the glass cooled off, and so did the air inside, and as a result, the soap bubbles receded [...] *While some of these laws are only hinted at by such phrasings as 'the warming of the trapped air led to increase in its pressure', and others are not referred to even in this oblique fashion, they are dandy presupposals* in the claim that certain stages in the process yielded others as their result. (cursivas agregadas; 1965, p.336)

El punto que me interesa desarrollar con este ejemplo consiste en comparar los distintos análisis de Hempel entre este caso y el de Scriven. Como se vio antes el ejemplo de Scriven es criticado fuertemente por su alta vulnerabilidad, teniendo como resultado explicaciones cuya eficacia es puesta en duda fuertemente. En cambio el ejemplo de Dewey queda salvado por el análisis hempeliano aduciendo que en él se logran insinuar leyes científicas. La base de la diferencia se halla en los recursos descriptivos, ya que, según Hempel, las conexiones causales que describe Dewey *insinúan* (*hint*) leyes científicas, mientras que la descripción de Scriven no.

Esta distinción entre explicaciones que insinúan leyes, y otras que no lo hacen, me parece problemática. Particularmente tomando en cuenta las distintas interpretaciones que puede tener una descripción para individuos o comunidades con diferentes acervos cognitivos. Las siguientes preguntas pueden ayudar a hacer ver estos problemas. ¿Por qué en la descripción de Scriven las leyes de la inercia, así como las de mecánica de fluidos y de sólidos no pueden estar sugeridas para un científico, por ejemplo particularmente en el momento en el que se describe el impacto de la rodilla con la mesa? ¿Puede la explicación de Dewey ser una buena explicación para un usuario que desconoce las leyes científicas pertinentes?



¿Cuáles son los criterios para considerar que las leyes estén suficientemente insinuadas?

Me parece que un proyecto de esta naturaleza enfrenta dificultades para ofrecer criterios suficientemente generales de distinción entre vocabularios insinuantes y otros que no lo son, es decir, entre *explicaciones que insinúan leyes* y *explicaciones no insinuantes*. El proyecto se complica seriamente, me parece, cuando tomamos en cuenta la amplia diversidad de acervos cognitivos que de facto presentan las comunidades de científicos y no científicos, y cómo, a través del intercambio social entre estas comunidades, se construyen normatividades para las explicaciones basadas en el rechazo y la aprobación de explicaciones, que en muchos casos carecen de empleo de leyes científicas. En la sección final se verá la manera en la cual pretendo mostrar la importancia que tiene para el análisis filosófico de las explicaciones tomar en cuenta estos aspectos.

Como ha podido apreciarse en los ejemplos que he citado, Hempel defiende una tesis de implicación de leyes. Esta tesis sostiene que *en todas las explicaciones que emplean sólo enunciados singulares, o en aquellas que emplean además generalizaciones rudimentarias, subyacen leyes científicas con las cuales estas explicaciones pueden ser reformuladas y legitimizadas* transformándolas en inferencias deductivas que aseguran el carácter genuino de dichas explicaciones.

Esta tesis permite advertir el importante papel que juegan las leyes en el modelo hempeliano de explicación. Dada esta importancia, en la subsección siguiente expongo la caracterización hempeliana de las mismas, tratando de mostrar algunos de los problemas que enfrenta dicha caracterización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2. Las leyes como enunciados

De acuerdo con Hempel una ley es un enunciado universal verdadero que debe cumplir con las siguientes características⁶:

- (a) Su forma lógica es la de un enunciado condicional universal puro $\forall x [Fx \supset Gx]$, o la de un enunciado universal esencial: $\forall i [Fi \supset Gi]$. Para estos enunciados condicionales queda excluido el caso de instanciación que puede obtenerse por equivalencia de los condicionales en el que algún individuo i sea F pero no G.
- (b) Los predicados empleados deben ser exclusivamente cualitativos puros. Estos predicados además constituirían los predicados primitivos dentro del lenguaje científico.
- (c) Los enunciados de leyes deben ser proyectables.
- (d) Los enunciados de leyes no son equivalentes a una conjunción finita de enunciados singulares.
- (e) Son enunciados verdaderos.

(a) La distinción entre universalidad pura y universalidad esencial permite a Hempel diferenciar por notación las *leyes fundamentales* de universalidad *pura* en las que serían empleadas variables individuales, de las *leyes derivadas* de universalidad *esencial* en las cuales serían empleadas constantes individuales. Por ejemplo, esta notación sirve para distinguir entre las leyes de Newton fungiendo como fundamentales, y las leyes de Kepler fungiendo como derivadas de aquéllas. Por otro lado, la cláusula que excluye la equivalencia del condicional donde algún individuo cumple la propiedad F y no cumple G, impide que se produzcan paradojas como la que ocurre con la expresión: "Todo individuo que habita Mercurio se alimenta

⁶ Hempel presenta esta caracterización en 1965, pp. 264-72 y 338-43.

de plancton'. En este caso dicha expresión carece de ejemplos que la confirmen, sin embargo su equivalente: 'Todo individuo que no se alimenta de plancton no es mercuríco', tendría numerosos ejemplos de confirmación.

La segunda característica (b) es una condición que se suma a la anterior para el cumplimiento de la universalidad pura, este rasgo requiere que se impida que las variables estén acompañadas de predicados con límites espacio-temporales, como *medieval, ártico o más democrático que el estado de Tabasco*. Para impedir esto Hempel propone la noción de *predicados cualitativos puros* ya sean predicados monádicos de propiedades o predicados diádicos de relaciones, por ejemplo: *soluble, sólido, más caliente que*.

El propósito al incluir estos predicados no es que no se requiera de un objeto particular con límites espacio-temporales que instancie una ley, sino que cualquier objeto perteneciente a un conjunto no finito pueda servir de instanciación. Estos predicados en conjunción con las variables individuales aseguran la base para construir las leyes fundamentales como enunciados universales puros. Sin embargo Hempel reconoce que esta definición de la universalidad pura no es del todo satisfactoria, particularmente en la caracterización de los predicados cualitativos puros, por ejemplo en casos como la ley de la de caída libre de Galileo que refiere un objeto limitado espacio-temporalmente como la Tierra. Cabe anotar que pese a reconocer problemas insolubles en la caracterización de los predicados cualitativos puros —y con la noción de enunciados tipo ley que se verá más adelante— Hempel mantuvo su caracterización de las leyes en términos de enunciados universales verdaderos.

Hempel distingue entre generalizaciones accidentales como 'Todas las arañas de la colección de Quique tienen ocho patas' versus el enunciado de ley 'Todos los arácnidos (escorpiones, arañas, garrapatas, etc.) tienen ocho patas'. Estas generalizaciones accidentales cumplen los incisos (a) y (e), es decir, lo mismo que las leyes son enunciados condicionales universales verdaderos pero no

cumplen con (c), es decir, no son proyectables, lo cual implica que tampoco cumplen (d), o sea, son equivalentes a conjunciones finitas de enunciados singulares. En otras palabras la proyectabilidad de las leyes da cuenta de compromisos adquiridos con casos o sucesos no observados, y en este sentido dichas leyes proveen el apoyo necesario para los condicionales contrafácticos que de ellas se deriven, mientras que las generalizaciones accidentales que contienen predicados limitados espacio-temporalmente, no pueden servir de base para adquirir compromisos con casos o sucesos no observados, y en consecuencia tampoco para condicionales contrafácticos. Para Hempel estas generalizaciones no son explicativas sino sólo descriptivas de situaciones con límites espacio-temporales bien definidos.

Casos como el anterior de la ley de caída libre muestran uno de los problemas que enfrenta la elaboración de una distinción clara entre leyes y generalizaciones accidentales basada no sólo en la proyectabilidad, sino además en los predicados cualitativos puros. Carecer de una caracterización clara de dichos predicados favorece que se desdibuje la frontera hempeliana entre las leyes y las *generalizaciones accidentales*.

En un sentido diferente Sergio Martínez (1997, pp. 153-8) cita un ejemplo semejante al de la ley de caída libre, se trata de la ley de Mayr, la cual tiene rasgos que la caracterizan como una generalización accidental, y que pese ello tiene poder explicativo para dar cuenta de cómo diferentes poblaciones de una misma especie en condiciones de aislamiento geográfico, varían hasta transformarse en nuevas especies. La idea de Martínez es que las generalizaciones de la teoría de la evolución son dependientes de condiciones ambientales limitadas espacio-temporalmente de una manera que no lo son las explicaciones galileanas de la caída libre, en las que puede hacerse abstracción de tales condiciones a través de situaciones ideales en las que sólo actúa la fuerza de gravitación, y no fuerzas electromagnéticas o de fricción de aire presentes en ambientes naturales.

Siguiendo esta propuesta de Martínez y algunos de los planteamientos de Wilfrid Sellars, en la sección final muestro que aun en las situaciones más idealizadas tomar en cuenta el rol de ciertas condiciones ambientales, y ponderar ciertos factores perturbadores es imprescindible, aunque muchas de las veces estos factores y condiciones se hallan implícitos, y por esta razón parece que no tienen ningún rol importante en las explicaciones científicas. Por el contrario hacer explícitos estos factores permitirá ver el carácter contextualmente dependiente de muchas explicaciones no sólo de la biología, sino también de la física, particularmente en la tradición experimental, y cómo esta dependencia hace poco útil la distinción lógica que elabora Hempel entre generalizaciones accidentales y leyes.

El segundo problema que reconoce Hempel en su caracterización de las leyes tiene que ver con que pueda cumplirse la promesa de que los conceptos de la ciencia, particularmente los involucrados en leyes derivadas, sean *reducibles* a los predicados cualitativos puros que deben fungir como predicados primitivos en el lenguaje científico.

Un tercer problema consiste en que los predicados cualitativos puros forman parte también de la caracterización hempeliana de los *enunciados tipo ley* (*lawlike statements*). La caracterización hempeliana de estos enunciados se halla en los primeros cuatro incisos [(a)-(d)], sólo que a diferencia de las leyes estos enunciados no necesitan ser verdaderos, ya que se trata de una noción exclusivamente formal, es decir, de una noción para analizar enunciados cuya forma lógica se ajusta a un enunciado condicional universal puro de la forma: $\forall x [Fx \supset Gx]$. Hempel adoptó la noción de enunciados tipo ley de Nelson Goodman (1947) haciéndola jugar un rol central en la definición de las leyes. Esta noción tendría una ventaja relacionada con el alcance del análisis lógico ya que permite caracterizar como enunciados tipo ley tanto a las leyes verdaderas, es decir, aquellas altamente confirmadas que son aceptadas en un tiempo determinado de la historia de la ciencia, como aquellas

leyes "falsas" o altamente desconfirmadas que han sido abandonadas ante nuevos hallazgos.

Al respecto es necesario advertir que la noción de verdad adoptada por Hempel (inciso e) es una noción relativizada a la evidencia disponible. La idea es que la atribución de verdad de una ley cumple la siguiente condición: 'El enunciado L es una ley con relación al conjunto de evidencia disponible E '. Este criterio tiene como consecuencia que la ley de Bode para las distancia entre el sol y los planetas fuera considerada como válida con la información disponible hasta 1770, fecha en la cual el descubrimiento de Neptuno condujo a su abandono. Este tipo de consecuencias llevaron a Hempel a reconocer que la noción de verdad o la de la alta confirmación no resolvían la tarea de caracterizar a las leyes, y en consecuencia fracturaban al modelo N-D. Ante estos problemas Hempel buscó una salida en las nociones formales de enunciados tipo ley y de explicación potencial.

Sin embargo, la dificultad de establecer una distinción entre predicados cualitativos puros y predicados que podemos llamar *circunstanciales*, y la dudosa promesa de que pueda llevarse a cabo un programa reduccionista entre ellos, así como el rol que juega la evidencia disponible para aprobar y endosar una generalización como ley, no fueron problemas que llevaran a Hempel a abandonar su caracterización de las leyes como enunciados universales verdaderos, ni por supuesto tampoco al abandono de su proyecto general de la explicación basado crucialmente en la inferencia deductiva

La definición de las leyes como enunciados universales verdaderos juega un rol central en el modelo *ND* de explicación, el objetivo hempeliano de esta definición consiste precisamente en que este carácter universal permite inferir *deductivamente* tanto la causa como el efecto según se trate de una explicación o de una predicción. Este movimiento inferencial deductivo, acompañado del hecho de que se trata de enunciados verdaderos, permite además tener una *completa certeza* en la explicación. Sin embargo esta con-

cepción de las leyes en términos de enunciados no es la única. Hempel tomó partido por dicha definición dentro de la controversia con quienes defendían la idea de las leyes como reglas de inferencia bajo diferentes versiones. Esta concepción de las leyes como reglas de inferencia asume más cautelosamente el compromiso y el riesgo acerca de casos o de sucesos no observados, y opta por evitar el valor de verdad que acompaña a las leyes si éstas son caracterizadas como enunciados.

1.3. Las leyes como reglas de inferencia

Como se ha visto antes Hempel elabora su caracterización de las leyes contrastándolas con las generalizaciones accidentales, y empleando la noción formal de los enunciados tipo ley. Además de estos dos recursos Hempel (1965, pp. 354-9) emplea otro más que consiste en contrastar su caracterización, con una caracterización rival que presenta las leyes como reglas de inferencia.

La controversia básica entre la caracterización de las leyes como enunciados universales verdaderos, y la caracterización como reglas de inferencia se encuentra en el conocido criterio positivista de verificación, particularmente porque las leyes refieren a clases no finitas de sucesos y objetos. Dicha referencia, como se vio antes, hace posible que las leyes sean proyectables, pero por otro lado, dificulta establecer si éstas se hallan o no verificadas para que puedan ser caracterizadas como enunciados genuinos.

Entre los defensores de la caracterización de las leyes como reglas de inferencia citados por Hempel se encuentran Wittgenstein⁷ y Schlick. Veamos cómo plantea este último su idea:

a natural law does not have the logical character of a 'proposition' but represents 'a direction for the formulation of propositions' [...] As is well known, only the individual propositions derived from a natural law are testable, and these always have the form: 'Under such and such circumstances this indicator will point to that mark o scale [...] The verifiable propositions are of this nature and of this nature is every verification.(1931, p. 190)

Según Hempel las conclusiones a las que llega Schlick, siguiendo la misma dirección que Wittgenstein, tienen su explicación en que ambos mantienen un criterio demasiado estricto de verificación para los enunciados, que los lleva a rechazar que las leyes sean enunciados susceptibles de tener una valor de verdad, y buscan en cambio una caracterización alternativa en las nociones de 'directivas para la formulación de proposiciones' y de 'hipótesis'.

En realidad la denominación 'reglas de inferencia' es un término general que Hempel adapta para agrupar propuestas con matices diversos. Wittgenstein por ejemplo describe de modo general a las leyes como hipótesis. No entraré en detalles para analizar estos matices ya que, por ahora y para mis propósitos en este trabajo, resulta suficiente que esta controversia sirva para identificar que el problema se halla en la clarificación del rol que juegan las leyes, en la ejecución de los movimientos inferenciales que llevamos a cabo entre enunciados singulares cuando elaboramos una explicación.

A diferencia de Schlick y Wittgenstein, Hempel busca una salida a los problemas de la verificación de las leyes flexibilizando el criterio de verificación aceptando que las leyes no se hallan completamente confirmadas, y defendiendo que esta insuficiencia

⁷ Ver *Tractatus*, 5.132 - 5.1361, y 6.363 - 6.372. También Waissman, *Wittgenstein y el Positivismo Lógico* (1973), pp. 85-89. Publicado originalmente en alemán en 1967.

no impide que puedan ser calificadas como enunciados. Basta con que se hallen verificadas por toda la evidencia disponible por la comunidad científica para poderles adjudicar un valor de verdad. Según Hempel "*the requirement for strict verifiability for sentences that are to qualify as empirically significant laws long since been abandoned as too restrictive, and it simply constitutes no good reason for construing laws as rules rather than as statements*". (1965, p. 354)

Hempel explica (1935, p.12) que él y Carnap creyeron que el criterio wittgensteiniano era demasiado estrecho, y que la noción de enunciado se adaptaba mejor al uso de los científicos a diferencia de la noción de 'directivas para la formulación de proposiciones' que había planteado Schlick, y que secundo Ramsey siguiendo los planteamientos de Wittgenstein. Para Hempel el hecho de que la aceptación y el rechazo de las leyes se haga sobre la base de pruebas empíricas, como ocurre usualmente con cualquier enunciado, es una prueba a favor de que su caracterización se adapta mejor al uso que los científicos hacen de las leyes. Carnap por su parte explica que siguiendo su principio de tolerancia las dos concepciones de las leyes — como reglas y como enunciados— son admisibles. Sin embargo opta finalmente por la caracterización como enunciados diciendo que "*the second form, in which the laws are treated as equally privileged proper sentences of the object language, is, as it appears, much simpler and better adapted to the ordinary use of language in the actual science than the first form*" (1937, p.321).

Una de las consecuencias que tiene mantener la caracterización de las leyes como enunciados consiste en que de este modo se *salva* el modelo ND, ya que la inferencia deductiva es uno de sus rasgos básicos. La atribución de un carácter universal a las leyes garantiza la posibilidad de hacer inferencias deductivas entre explanans y explanandum, en cambio una noción como la de 'directivas para la formulación de proposiciones' que sólo esboza la dirección en que debe completarse una explicación disolvería al modelo ND.

Por otro lado Hempel sostiene que hay casos de leyes que dificultan seriamente la posibilidad de que todas las leyes puedan

ser usadas como reglas de inferencia que relacionan sólo enunciados singulares, en particular aquellas leyes cuyo consecuente no es solamente un enunciado singular, sino un enunciado existencial y uno universal. Por ejemplo la ley: 'Todo metal tiene un *punto de fusión* específico (a la presión atmosférica)', que de manera más detallada puede leerse como: Para todo metal existe una temperatura específica T_i tal que a cualquier temperatura inferior a ésta, pero a ninguna superior a ella, el metal es sólido (a la presión atmosférica). Pese a que no hay una objeción de principio para que aun este tipo de leyes puedan usarse como reglas de inferencia, Hempel considera que el hecho de que sus consecuentes sean lógicamente más complejos que un enunciado singular, hace engorroso su manejo como reglas. Hempel muestra además que por sí solas estas leyes no sirven para inferir deductivamente puntos de fusión específicos para los distintos metales, ya que se requieren de premisas adicionales que precisen por ejemplo la temperatura que se le esté aplicando para inferir si sería o no sólido.

Concentrado en los problemas lógicos de simplicidad que enfrenta la noción de reglas, Hempel no se ocupa de analizar los efectos que tiene la incorporación de estas premisas adicionales que hacen ver la relevancia que tiene las condiciones ambientales. Precisamente el análisis de estas condiciones ambientales a través de condicionales contrafácticos fue lo condujo a Wilfrid Sellars a proponer que las leyes fueran caracterizadas con un sesgo instrumental como reglas o principios de inferencia.

Además de las propuestas de Wittgenstein y Schlick, Hempel agrupa también la de Sellars en el frente rival de reglas de inferencia. Sin embargo el espacio que dedica Hempel a la propuesta sellarsiana es muy pequeño ya que consta de apenas una nota marginal en la que iguala la noción de 'reglas materiales de inferencia' propuesta por Sellars en sus artículos de 1953 y 1958, con la de

'reglas extralógicas de transformación' propuesta previamente por Carnap en 1937. La idea planteada por Carnap es la siguiente:

We may, however, also construct a language with extralogical rules of transformation. The first thing which suggests itself is to include amongst the primitive sentences the so-called laws of nature, i. e. universal sentences of physics [...] For the sake of brevity, we shall call all the logical-mathematical transformation rules of *S* logical or *L*-rules; and all the remainder, physical or *P*-rules. Whether in the construction of a language *S* we formulate only *L*-rules or include *P*-rules, and, if so, to what extent, is not a logic-philosophical problem, but a matter of convention and hence, at most, a question of expedience. (1937, p.180)

Siguiendo su principio de tolerancia, Carnap acepta que no puede presentarse una objeción de principio para rechazar la concepción de las leyes como reglas extralógicas de transformación, o como enunciados. Su idea es que no sólo las reglas clásicas de inferencia (*L*-reglas) pueden ser las únicas reglas de transformación en un lenguaje, sino que también pueden serlo las leyes naturales, en particular las leyes de la física. La posibilidad de que estas leyes puedan ser adoptadas también como reglas de transformación, en este caso como reglas físicas (*P*-reglas), se halla basada en dos de los rasgos con que Hempel y Carnap las caracterizan: el ser universales y verdaderas. Estos dos rasgos proveen la simplicidad y la economía que tienen las reglas formales, ya que con ellos se asegura que toda inferencia de un enunciado singular a otro sea un paso deductivo sin requerir de más recursos. Si no poseyeran estos dos rasgos y fueran en cambio empíricamente vagas como las generalizaciones evolucionistas que necesitan ser *parabolas* con hipótesis auxiliares, entonces dichas leyes no podrían funcionar como reglas de transformación en el lenguaje científico.

Sin embargo el hecho de que Carnap acepte que las leyes pueden ser reglas lo enfrenta con la objeción de Hempel acerca de lo engorroso que resultaría este cambio en leyes que cuentan con consecuentes más complejos como la citada arriba. Hempel trata de salvar esta diferencia con Carnap aduciendo que éste no sostu-

vo que *todas* las leyes podrían ser caracterizadas como reglas, lo cual es compatible con su crítica, la cual rechaza esta opción sólo para algunas de ellas.

Por otro lado es importante precisar que hay diferencias importantes que me parece impiden igualar las propuestas de Carnap y Sellars como lo hace Hempel. Una de estas diferencias se halla en el rol que juegan los condicionales contrafácticos con respecto a las leyes. Bajo el análisis que Sellars presenta en su artículo de 1953 "Inference and Meaning", la concepción que favorece Carnap de las leyes como enunciados universales verdaderos, más la noción de 'consecuencia lógica' y el rol normativo que ésta juega impiden, o al menos dificultan, vincular el uso de contrafácticos con las leyes respectivas, en particular por el carácter modal de los condicionales contrafácticos versus el carácter antimodal de la propuesta Carnapiana. De fondo las diferencias se hallan en la antimetafísica del análisis empirista humeano que sigue Carnap, versus el realismo metafísico que Sellars trata de mantener a través del lenguaje modal.

Además de la diferencia anterior, Sellars sigue en parte la línea de Wittgenstein y Shlick en torno al problema de la verificación incompleta de las leyes vinculada a la inducción, así como los problemas de vaguedad de las generalizaciones tipo ley. Dado que la propuesta de Sellars forma parte de las sugerencias que articulo acerca de las explicaciones causales, me ocupo de ella de manera independiente y mucho más detallada en la última sección

1.4. El problema de las explicaciones causales singulares

Desde hace aproximadamente seis décadas la influencia del modelo hempeliano entre una buena parte científicos y filósofos ha servido para establecer los criterios de rechazo y aceptación para lo que debe ser una explicación correcta; como parte de estos rechazos se encuentra la negativa a que sea posible establecer explica-



ciones sin el empleo de leyes. Las razones básicas que Hempel expuso en esta negativa siguieron la crítica empirista de Hume basada en la noción de regularidades.

Gilbert Ryle planteó (1949 y 1950)⁸ otra versión de la noción de reglas de inferencia ligeramente diferente a las anteriores. Ryle defiende una idea combinada en la que las leyes son tanto enunciados que pueden ser verdaderos o falsos, como 'licencias' que autorizan pasos inferenciales entre enunciados singulares. Hempel no se ocupa de manera directa de esta idea de Ryle, sino que lo hace indirectamente a través de la propuesta de William Dray (1957)⁹ quien trata de elaborar la idea ryliana para las explicaciones históricas. En particular sugiere una manera en la cual se podrían obtener explicaciones causales singulares en la historia.

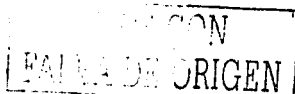
Dray trata de hacer ver que las explicaciones de cualquier hecho histórico particular emplean numerosas premisas sobre las condiciones contextuales de tal manera que la alta especificidad lograda con ellas hace pensar que la conexión causal presumida es aplicable *sólo a un* suceso, es decir, que no se cuenta con dos o más instanciaciones del suceso histórico en cuestión que conduzcan a una regularidad. El hecho de que en estas explicaciones parezca que no se incluyen compromisos con más de un caso es motivo para que Dray dude que la conexión que plantean pueda considerarse como una ley en el sentido tradicional. De modo genérico llama a estas conexiones causales entre enunciados singulares de la historia como 'condicionales hipotéticos' cuya forma es la siguiente:

E porque C₁, C₂,..., C_n

Contrariamente al análisis humeano, Dray acepta que en una explicación de esta forma puede hallarse implícito un enunciado general basado en un único suceso, cuya forma es la siguiente: 'Si C₁, C₂,...,

⁸ *The Concept of Mind*, y " 'If, So' and 'Because' " respectivamente. El artículo fue publicado en la compilación *Philosophical Analysis* por Max Black.

⁹ *Law and Explanation in History*



C_n entonces E' . Dray rechaza que esta admisión implique la existencia de una ley empírica estricta que abarque más sucesos, es decir, que pueda ser caracterizada como una ley de cobertura.

Hempel rechaza esta idea ejemplificándola con la explicación de la invasión de Hitler a Rusia. Según Hempel, una explicación bajo los cánones de Dray emplearía una *generalización* o *ley mínima* como la siguiente: 'Toda persona exactamente igual a Hitler en todos los aspectos y encontrándose exactamente en las mismas circunstancias decide invadir Rusia'. La razón que aduce Hempel es que este enunciado no es en absoluto una generalización ya que el ser exactamente igual a Hitler en todos los aspectos, y estar exactamente en las mismas circunstancias, es en realidad ser idéntico a Hitler, es decir, ser Hitler mismo y no otro sujeto diferente.

Hempel se limita a exponer su rechazo de esta propuesta sin mostrar cómo podría ser explicada dicha invasión bajo el modelo *ND*. Sin embargo siguiendo la tesis de la implicación de leyes dicha invasión podría ser explicada empleando leyes psicológicas, económicas o sociológicas, ya sea asumiendo que dichas leyes subyacen en una descripción previa que las *insinúa*, como en el caso de Dewey, o bien evitar esa descripción intermedia insinuante elaborando una descripción científica directa en la que son citadas dichas leyes.

Siguiendo a Hume, Hempel rechaza la idea de que el establecimiento de una conexión causal tanto en la física como en historia pueda hacerse a partir del análisis de una única ocurrencia del suceso en cuestión, según Hempel:

This is, in effect, a conception whose untenability has been pointed out already by Hume, namely, that a careful examination of two specific events alone, without any reference to similar cases and to general regularities, can reveal that one of the events produces or determines the other. This does not only run counter to the scientific meaning of the concept of determination which clearly rests on that of general law, but it even fails to provide any objective criteria which would be indicative of the intended relationship of determination or production. Thus, to speak of empirical determination independently of any reference to general laws is to use a metaphor without cognitive content. (1965, p. 241r)

Hempel incorpora esta idea humeana acerca de las regularidades a su modelo ND adaptándola de una manera peculiar con la flexibilización del criterio de verificación para lograr la deducción que demanda en las explicaciones.

Sin embargo el modelo ND no parece ser la única manera posible de incorporar este aspecto del análisis humeano. Como parte de los problemas que enfrenta la combinación del análisis humeano con el criterio positivista de verificación, Hempel rechaza por un lado que sea posible obtener leyes a partir sólo de un suceso, y por otro reconoce que no es posible establecer un criterio preciso acerca del número de casos o sucesos necesarios para establecer una ley; es en este sentido en el cual acepta que las leyes se hallan parcialmente confirmadas como expuse antes. Al respecto me parece que la controversia con los defensores de la concepción de las leyes como reglas de inferencia, muestra que esta tesis humeana acerca de la necesidad de observar ciertas regularidades en los sucesos para establecer asociaciones entre ellos, puede ser incorporada de diferente manera a una teoría de la explicación reconociendo — como se verá que lo hacen Sellars y Nancy Cartwright— el rol que juegan los aspectos contingentes, particularmente cuando éstos impiden la ocurrencia de sucesos proyectados complicando la confirmación y la atribución de valor de verdad a las leyes.

Además del caso de Dray, Hempel se ocupa de otro caso más de explicaciones que parecen en principio no incluir leyes y que llama *explicaciones elípticas*. Desde el punto de vista formal estos casos pueden ser caracterizados como inferencias entimemáticas que omiten, por razones muchas veces pragmáticas, la premisa mayor que en este caso es una generalización o una ley. La idea de Hempel es que las explicaciones elípticas que citan sólo enunciados singulares deben su poder explicativo a que *subyacen* en ellas leyes

CON
FALLA DE ORIGEN

con las cuales pueden ser completadas y transformadas en explicaciones *ND*. Según Hempel:

When we explain, for example, that a lump of butter melted because it was put into a hot frying pan, or that a small rainbow appeared in the spray of a lawn sprinkler because sun light was reflected and refracted in the water droplets, we may be said to be offering elliptic versions of D-N explanations. Accounts of this kind forego mention of certain laws or particular facts that are tacitly taken for granted, and whose explicit inclusion in the explanans would yield a complete D-N argument. An elliptically formulated explanation may be said to be *incomplete*, but in a rather harmless sense. (1965, p.415)

Como puede apreciarse en esta cita, Hempel insiste en que explicaciones causales singulares como 'El trozo de mantequilla se derritió porque fue colocado en un sartén caliente', pueden ser redescritas y completadas a través de leyes científicas sin tomar en consideración si el usuario que presenta explicaciones como las citadas *conoce* o *no* las leyes pertinentes. La omisión de dichas leyes en estas explicaciones es considerada por Hempel como inofensiva una vez que se han mostrado las leyes subyacentes que, en casos como el citado de Dewey, resultan insinuadas.

Basado en una sugerencia de James Woodward trataré de mostrar la importancia que tiene para una teoría de las explicaciones el que los recursos que se emplean en ellas sean epistémicamente accesibles a los individuos que intercambian socialmente explicaciones, es decir, que las leyes a que hace referencia Hempel sean conocidas por los usuarios respectivos. Me parece que la apelación permanente a redesccripciones *ND* que emplea Hempel supone inadecuadamente a individuos con recursos que de facto no podemos encontrar al interior de una sociedad, ni siquiera al interior de una comunidad científica en la que fácilmente podemos encontrar limitaciones en los acervos respectivos de leyes como resultado de la alta especialización, y la división del trabajo en que se halla inmersa la actividad científica. Consideraciones sociológicas de este tipo hacen pensar en la implausibilidad de este programa hempe-

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

liano para el cual en principio no parece haber una comunidad que lo satisfaga.

Por otro lado apelar permanentemente a transformaciones ND nos impide apreciar la importancia que tiene para el trabajo filosófico, apreciar las diferencias y distinguir entre las explicaciones de un hombre de las cavernas como el que supone Scriven, y las explicaciones de un físico experimental del siglo XVIII como Henry Cavendish. Desde un punto de vista histórico las leyes científicas no han sido un recurso que ha estado siempre disponible, y sin embargo las sociedades precientíficas civilizadas que las desconocían lograban formular explicaciones.

Estos ejemplos de explicaciones causales singulares como el de la mantequilla, o el del arco iris en la regadera, son el tipo de ejemplos que ocupan las propuestas alternativas al modelo hempeliano que reviso en esta tesis. Dichas propuestas coinciden en el rechazo de la tesis de implicación de leyes que Hempel resume del siguiente modo: "*I think that all adequate scientific explanations or their everyday counterparts claim or presuppose at least implicitly the deductive or inductive subsumability of whatever is to be explained under general laws or theoretical principles.*" (1965, pp.424-5)

Una vez más Hempel rechaza que pueda haber explicación alguna que prescindiera del empleo de enunciados de ley, su análisis de los ejemplos arriba citados de Scriven y Dewey muestran que esta tesis hempeliana tiene como contra parte el rechazo al rol explicativo que puedan tener las generalizaciones rudimentarias en ausencia de leyes. Como se vio antes la crítica a estas generalizaciones está dirigida hacia su vaguedad, es decir, al problema empírico que representa la verificación de numerosas condiciones ambientales que se introducen a través de hipótesis auxiliares para *parar* las explicaciones.

Sin embargo, advertir el rol que juegan estas condiciones ambientales en algunas leyes a través de lo que conocemos como cláusulas *ceteris paribus* permitirá revalorar el rol explicativo de las generalizaciones rudimentarias tanto en contextos cotidianos de

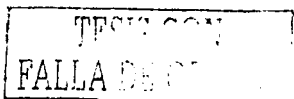
hoy, como en sociedades civilizadas precientíficas del pasado. En la sugerencia que articulo al final de este trabajo se verá cómo sugiero salvar el rol explicativo de las generalizaciones rudimentarias pese a su vaguedad pero ahora redefinidas como reglas materiales de inferencia.

1.5. El problema de la causalidad

En su trabajo clásico *Aspects*¹⁰ Hempel no realiza un análisis amplio y detallado de la causalidad, particularmente no lo hace siguiendo la clásica crítica empirista a la atribución de poderes casuales inobservables. Su interés está dirigido más bien a mostrar que en todo caso, sea cual sea la noción de causalidad que se adopte, las explicaciones causales se ajustan al modelo nomológico-deductivo, es decir, que operan a través de leyes casuales. La idea de Hempel es que explicaciones como la de Dewey acerca del movimiento de las pompas de jabón suponen una ley que da cuenta de que la *causa* de dicho movimiento es la elevación y la disminución subsecuente de la temperatura. En estos casos, aduce Hempel, subyace una ley causal de la forma 'Todo caso de A va acompañado *universal o invariablemente* por un caso de B'. Esta ley formulada en términos universales provee las bases para la inferencia deductiva acerca de la ocurrencia del evento en cuestión.

Hempel señala que muchas de las veces por razones pragmáticas las explicaciones causales son ofrecidas sin citar las leyes causales respectivas, ni tampoco todas las condiciones que completan el cuadro para hacer de la inferencia a las causas un paso deductivo. En este escenario hay que considerar también que muchas de las explicaciones que ofrecen otras ciencias son consideradas por Hempel como explicaciones defectuosas, no porque omitan por

¹⁰ 1965, ver en particular pp. 347-54.



razones pragmáticas las leyes respectivas, sino porque carecen de leyes genuinas como ocurre con el evolucionismo según el ejemplo citado más arriba. La carencia de un alto desarrollo en ciertas ciencias tiene efectos en sus explicaciones, particularmente porque no cuentan con las leyes necesarias para formular explicaciones ND, y en cambio presentan explicaciones con fuertes problemas de vaguedad debido al uso de generalizaciones que parecen leyes, pero no lo son.

Cuestiones como las anteriores llevaron a Hempel a considerar que el mejor ejemplo de explicaciones ND se encontraba en los sistemas deterministas de la física, como el caso de los cálculos de la mecánica clásica para un sistema aislado de masas puntuales que se mueven sólo por la influencia de la fuerza gravitacional recíproca. Es en sistemas de este tipo — señala Hempel— donde la noción de causa puede ser fácilmente reemplazada por la de 'estado antecedente'.

La noción de estado antecedente está a su vez compuesta por dos tipos de condiciones. Las *condiciones iniciales* que describen las variables internas que conforman el estado antecedente de un sistema físico. Para el ejemplo de las pompas de jabón estas condiciones iniciales incluyen por ejemplo la descripción detallada de las películas de jabón, su grosor y su composición química, así como el peso y el diámetro específicos de los platos. El segundo tipo de condiciones son las *condiciones límite* que describen lo que podemos llamar como variables externas, las cuales pueden intervenir entre el periodo que va del estado antecedente a la ocurrencia del estado consecuente. Para el caso citado de las pompas una de estas condiciones puede ser el rango de presión atmosférica en que las pompas pueden formarse y elevarse. En cualquier caso Hempel cree que tales condiciones son completables para ajustar la explicación de la formación de las pompas al modelo ND. La idea básica es

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

que *condiciones iniciales* más las *condiciones límite* pueden reemplazar lo que usualmente se distingue como causa. Según Hempel:

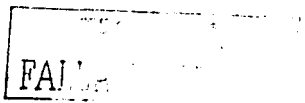
the causal explanation implicitly claims that there are general laws — let us say, L_1, L_2, \dots, L_r — in virtue of which the occurrence of the causal antecedents mentioned in C_1, C_2, \dots, C_k is a sufficient condition for the occurrence of the explanandum event. This relation between causal factors and effect is reflected in our schema (D-N): causal explanation is, at least implicitly, deductive-nomological. (1965, p.349)

it is these "boundary conditions" in conjunction with the "initial" conditions which replace the every day life notion of cause, and which are specified by statements C_1, C_2, \dots, C_k in the schematic representation (D-N) of deductive nomological explanation. (*Ibid.* p. 352)

Hempel considera que la noción de causa es usada cada vez menos en ciencias avanzadas como la física donde es reemplazada por la citada noción de *estado antecedente*. El empleo de esta noción resulta un apoyo claro al argumento humeano en contra de la adjudicación de poderes causales cuya acción no observamos, pero con la cual intentamos explicar por qué ocurren los sucesos que vemos, es decir, por qué ocurre un cambio de estado en un sistema físico. Resulta importante destacar al respecto que la tradición teórica de la física en que se apoya Hempel se ocupa centralmente del éxito en los cálculos que van de un estado antecedente a uno consecuente en un sistema físico, sin que importe distinguir al interior del estado antecedente aquellos factores que son causales de los que no lo son, pero que igualmente acompañan a la causa sólo que sin tener ningún rol en la ocurrencia del suceso en cuestión. La carencia de un criterio para distinguir entre estos dos factores sirvió de base para críticas posteriores como la de Wesley Salmon.

El análisis del modelo *ND* llevado a cabo por Salmon¹¹ mostró contraejemplos en los que el explanans cumple con los cuatro requisitos *R1-R4* citados más arriba, pero fallan en proveer explica-

¹¹ Ver *Four Dudes* (1990), y *Causality and Explanation* (1998). En particular el contraejemplo de las píldoras anticonceptivas usado frecuentemente por Salmon, fue presentado originalmente por Henry Kyburg bajo el título "Comment" en *Philosophy of Science* (1965) 32, pp. 147-51.



ciones de los sucesos en cuestión ya que citan factores causalmente irrelevantes, es decir, factores que no juegan ningún papel en la producción del suceso en cuestión. Un ejemplo bastante conocido de este tipo de falla es la 'explicación' de que John Jones no resulta embarazado porque consume pastillas anticonceptivas, en la cual el explanans cumple con los requisitos del modelo *ND*.

Contraejemplos de este tipo motivaron la búsqueda de criterios que sirvieran para distinguir causas genuinas de aquellas condiciones que, aunque forman parte de las condiciones iniciales y/o de las condiciones límite, no tienen ningún rol causal. A diferencia de trabajos como el de Salmon que buscaron articular una teoría de la explicación recuperando el lenguaje causal, otros trabajos filosóficos como el de Bas van Fraassen¹² han insistido en la eliminación de dicho lenguaje apoyándose en el análisis de las teorías científicas.

Desde un punto de vista general resulta útil distinguir al menos entre dos de las aproximaciones al problema de la causalidad en relación con las leyes y la explicación. Una de estas aproximaciones asociada a Hume, y en la que está ubicado van Fraassen, rechaza el uso de poderes causales en las explicaciones, y defiende la idea de que las leyes son resultado de los contenidos descriptivos de regularidades, de modo que no hay justificación, por ejemplo, para pasar de un uso del lenguaje que describe lo que es el caso, a un uso modal que trata de expresar lo que puede ser el caso tratando de hacer una conexión causal entre *estados actuales* y *estados posibles*. Bajo esta línea de análisis el paso de un estado actual a otro se debe a una adición extra que hace nuestra mente sin que esto exprese cómo es el mundo.

La otra aproximación de tradición realista defiende el uso de poderes causales en las explicaciones argumentando que las leyes describen en algún sentido cómo es el mundo, lo cual nos autoriza

¹² Ver *Laws and Symmetry* (1989), y "Précis on *Laws and Symmetry*", "Armstrong, Cartwright and Earman on Laws and Symmetry", *Philosophy and Phenomenological Research* (1993) 53, pp 411-12, 431-44.

más allá de nuestra mente a conectar causalmente un estado antecedente de cosas con otro estado posterior y distinto. Si a esto agregamos la idea de que con este argumento podemos además dar cuenta de nuestras manipulaciones, e intervenciones exitosas en cierto dominio de sucesos, particularmente de las prácticas en la tradición experimental de la ciencia, entonces tendremos una tercera aproximación al problema que combina realismo con experimentalismo, y que se concentra no sólo en las teorías sino en las prácticas experimentales en la ciencia. Este tercer tipo de aproximación es el que me interesa desarrollar en este trabajo.

Ubicados en la tradición realista puede decirse que, entre otros, los problemas acerca de la causalidad que han ocupado a los filósofos en esta tradición han sido los siguientes: 1. La búsqueda de criterios de distinción entre causas genuinas y factores que son meras correlaciones. 2. La búsqueda de una manera de defender la noción de causalidad frente al rechazo que la tradición humeana ha implementado con recursos como leyes funcionales, formulaciones algebraicas, factores estadísticamente relevantes, co-ocurrencias, entre otros 3. La búsqueda de normas metodológicas para incrementar la confiabilidad de las inferencias a causas.

En este trabajo exploro algunas ideas y argumentos que pretendo sirvan de puntos de partida en el análisis de las explicaciones causales, y en particular de las explicaciones causales singulares bajo la tradición experimental. En la elaboración de estos argumentos sigo la tradición realista que defiende el uso de poderes causales; en esta tradición además recientemente se han incorporado las prácticas experimentales como nueva unidad de análisis filosófico. A continuación presento la caracterización de algunos de los rasgos que han distinguido a este enfoque, con el cual creo que pueden ser exploradas algunas salidas a los problemas de la explicación que empirismos como el lógico de Hempel, o el semántico de van Fraassen, no han podido resolver, y que sugeriré a lo largo de este trabajo.

1.6. Realismos experimentales

Un análisis filosófico diferente al hempeliano, y en general diferente a los que siguen la tradición empirista, es el análisis de tipo realista experimental, el cual me parece puede servir para explorar soluciones a problemas pendientes en el tema de las explicaciones causales.

Uno de los enfoques filosóficos más ampliamente practicados en filosofía de la ciencia para abordar estos problemas pendientes se ha ocupado de las teorías y de la producción de las grandes ideas de los científicos tomándolas como unidades de análisis, el enfoque experimental, en cambio, trata de mostrar la importancia del rol de las prácticas en la ciencia. Este enfoque parece ofrecer un mejor rendimiento que el enfoque teórico para temas como las explicaciones causales, entre otros. Bajo este enfoque surgen nuevas unidades y subunidades de análisis para la filosofía de la ciencia, entre las cuales podemos ubicar las siguientes: laboratorios, materiales y máquinas, bitácoras de investigación, patrones y variaciones de operación de artefactos, patrones y variaciones de intervención en sucesos, y argumentos presentados en los reportes finales de proyectos.

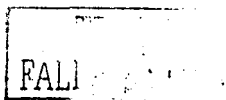
A diferencia de Hempel quien declara que con su análisis pretende sólo crear modelos que den cuenta de la estructura lógica de las explicaciones apartándose de la manera como los científicos realmente las formulan, un análisis filosófico dirigido a la tradición experimental como el que aquí desarrollo busca ser descriptivo y normativo acerca de las maneras en las cuales los científicos construyen explicaciones a través de ciertas prácticas y de la intervención de aparatos y materiales, y en cómo estas prácticas tienen un rol primitivo en la articulación de las inferencias a las causas.

Mi sugerencia es que la introducción de los criterios experimentalistas permite ofrecer posibles soluciones a problemas que ha enfrentado la tradición teórica y formalista de la filosofía de la ciencia, en particular los relacionados con el rol que juega la com-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

pletud de las premisas que conforman el explanans para obtener inferencias por consecuencia lógica en las explicaciones, así como enfrentar el rechazo al lenguaje de causas y de modalidades, y la imposibilidad de establecer explicaciones sin contar con leyes. La idea que tengo es que la noción de estabilización experimental, ligada a la construcción de escenarios experimentales diseñados para hacer entrar a escena capacidades hasta entonces desconocidas, suministra las bases para defender un argumento a favor de los poderes causales, y mostrar cómo la identificación de poderes causales inéditos pueden ser casos paradigmáticos de explicaciones causales singulares. En la sugerencia que articulo a lo largo de este trabajo para las explicaciones causales, la estabilización provee un criterio pragmático que puede desplazar a la completud, expresada comúnmente en la suma de las condiciones iniciales más las condiciones límite que prescribe el modelo Hempeliano. Dicha estabilización puede proveernos las bases que autoricen la ejecución de inferencias que en tanto atribuyen ciertos poderes causales pueden ser calificadas como inferencias materiales, y con las cuales explicamos por qué ocurrió cierto suceso.

La noción de estabilización experimental que desarrollo en este trabajo no es el resultado simple de una confirmación de consecuencias obtenidas de un modelo teórico, ni tampoco la adecuación que presentan ciertas oraciones con ciertos datos, sino una noción más elaborada en la que intervienen más elementos y que es resultado de la actuación, la mutua corrección y el ajuste de diversos factores que incluyen comunidades científicas, destrezas prácticas, constreñimientos, teorías, resultados experimentales imprevistos, e instrumentos y materiales. Bajo esta noción las inferencias a causas se encuentran condicionadas por destrezas prácticas y artefactos, y no sólo por teorías. Estas condiciones juegan un importante rol en la fabricación de sucesos, en particular a través de la construcción de escenarios experimentales diseñados específicamente para provocar que ciertos poderes causales hagan su aparición.

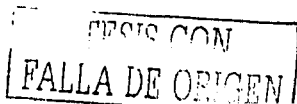


Una parte de la tradición realista acerca de las teorías se ha centrado en lo que podemos, o lo qué es permisible inferir a partir de los reportes de observación sin tomar en cuenta el rol que juegan sus prácticas en estas inferencias y en su normatividad, en cambio a través de la incorporación de la experimentación me parece que podemos contar con una herramienta de análisis más prometedora para dar cuenta del empleo de poderes causales en las explicaciones. Es importante por lo tanto distinguir en filosofía de la ciencia entre una línea realista representacional, y una línea realista experimental. Bajo la línea experimental me parece que el problema heredado desde Hume acerca del sinsentido que tiene hablar de poderes causales presenta una nueva agenda de investigación filosófica que puede tener resultados importantes.

A partir de los años 80's¹³ han sido presentados diversos trabajos en filosofía que destacan la importancia de la experimentación en la ciencia. Algunos de estos trabajos tratan también de mostrar cómo dicha experimentación puede ser útil para los propósitos de la tradición realista. Entre estos trabajos se encuentran los de Ian Hacking, Peter Galison y Andrew Pickering, los cuales me parece que pueden servir de apoyo para la elaboración de un tratamiento novedoso del tema que aquí me ocupa: las explicaciones causales. A continuación presentaré algunas de las ideas que estos autores han desarrollado, y que he elegido considerando que pueden apoyar la serie de sugerencias que sobre las explicaciones causales articulo a lo largo de esta tesis.

En 1983 Ian Hacking presentó diversas ideas a favor del realismo basado en la intervención y no en la representación, sus argumentos en este trabajo están dirigidos al realismo de entidades teóricas y al realismo causal, o 'causalismo' como él lo llama. Desde el punto de vista que Hacking defiende es crucial en la ciencia distinguir entre correlaciones, y causas. Siguiendo las ideas de J. L.

¹³ Más atrás en la década de los 30 el trabajo de Ludwick Fleck, *La constitución de un hecho científico*, ha sido considerado como pionero dentro de este enfoque, y más recientemente en la misma línea el trabajo de Kuhn.



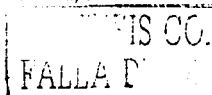
Austin¹⁴ acerca de la manera cómo distinguimos comparativamente objetos genuinos de objetos de imitación en el lenguaje ordinario, Hacking defiende que igualmente distinguimos comparativamente causas genuinas de aquellas que parecen pero no lo son, o sea, las correlaciones.

Para mostrar la importancia de esta distinción Hacking cita dos ejemplos de etiología médica. Uno en el cual el Colegio Norteamericano de Ginecólogos y Obstetras, por razones que tuvieron que ver con el rigor metodológico, se mostró cauteloso al inferir la causa del cuadro tóxico que presentaban mujeres que usaban tampones, cuidándose de no endosar correlaciones, o factores asociados como causas. Con el segundo caso muestra en cambio, cómo, por razones políticas, el ejército estadounidense trata de ocultar una causa haciéndola pasar por una correlación.

En 1980 un grupo de médicos presentó los resultados de un estudio con el cual se pretendía encontrar la causa de la intoxicación sanguínea que sufrían algunas mujeres durante la menstruación. Estas mujeres sufrían vómitos, diarreas, fiebre alta, y algunas que tenían erupciones cutáneas morían. Según sus conclusiones, el estudio que practicaron mostró que entre el síndrome del shock tóxico que sufrían las mujeres durante su menstruación, y el uso de tampones, existía una relación que no podría ser establecida como una relación causal genuina hasta no conocer los mecanismos específicos de su acción.

En el segundo caso, también de 1980, la fuerza aérea estadounidense negó, por razones políticas, la relación causal entre la explosión de una cabeza nuclear en una de sus instalaciones en la región de Guy, Kansas, y los síntomas que los habitantes de esa zona comenzaron a presentar tras la aparición de una niebla rojiza resultado de la explosión. Entre los síntomas estaban: labios quemados, dificultad para respirar, dolor de pecho y náuseas que los habitantes de Guy presentaron incluso durante varias semanas. En

¹⁴ En *Sense and Sensibilia*, 1962.



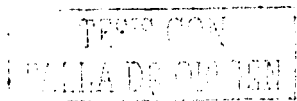
sus declaraciones la fuerza aérea se desresponsabilizó del asunto sosteniendo que no se había establecido una relación causal entre la explosión y los síntomas que la población presentaba.

El argumento de Hacking a favor del uso de poderes causales es un argumento de apoyo que emplea en su defensa realista de las entidades teóricas. El argumento central de Hacking puede resumirse en su conocida frase: 'Si los puedes rociar, existen', en referencia a los electrones que son rociados sobre una gota de niobio para probar la existencia de los quarks.

Para Hacking la justificación para creer en la realidad de los electrones no la provee el argumento de J.J.C. Smart¹⁵, quien defiende que éstos son los ladrillos de un muro de moléculas. Ni tampoco — dice Hacking— se logra una justificación exitosa con el hecho de que sean medibles, incluso de una manera robusta y estable a través de diferentes medios, o test de medición, como ocurre con las mediciones del coeficiente intelectual IQ. Y, aunque le parece importante el método de rociado empleado para los quarks, cree que este método debe complementarse con el argumento desarrollado en la obra de Nancy Cartwright a favor de los poderes causales. Desde el punto de vista de Hacking el método del rociado más la exhibición de poderes causales proveen una justificación exitosa del realismo de entidades teóricas.

Hacking trata de mostrar lo anterior con el experimento diseñado para probar la existencia de quarks "libres" que la teoría de partículas postulaba teniendo una carga de $1/3$ de electrón. Mediante experimentos llevados a cabo en los años 60's por William Fairbank y su equipo de estudiantes en la Universidad de Stanford, se buscó rociar con electrones o positrones una pequeña gota de niobio buscando determinar con ello si su carga cambiaba o no en un $1/3$. Si ocurría el cambio esto probaba que existía en esa gota un quark libre. El resultado fue el esperado, y con él Hacking trata de mostrar — siguiendo el argumento de Cartwright— que la evi-

¹⁵ *Philosophy and Scientific Realism*, 1963.



dencia del poder causal de los electrones de cambiar la carga de la gota de niobio provee las bases para creer en la existencia de los electrones.

A partir de los resultados experimentales que en 1908 Robert Millikan había obtenido estableciendo que la unidad mínima de carga era el electrón, durante mucho tiempo se creyó que no habría otra unidad mínima de carga más pequeña, en este caso, los quarks. Sin embargo para Hacking estas mediciones de carga resultaban insuficientes para justificar la creencia en la existencia de los electrones, faltaba probar además sus capacidades causales como lo hicieron Fairbank y equipo seis décadas después. En el mismo sentido Hacking refiere el caso del experimento de Faraday en el que la existencia de la fuerza magnética es probada por el poder causal que ésta presenta al atraer limaduras de fierro en un patrón de trazos de líneas curvas.

Defendiendo una tesis similar que presento en la última sección, Wilfrid Sellars (1948) sostuvo que las leyes causales son parte esencial de los significados de los conceptos. Para Sellars el concepto de un ácido incluye esencialmente su capacidad de cambiar el color del papel tornasol. En el mismo sentido, y siguiendo la idea de Hacking, el significado de electrón contiene esencialmente su capacidad de cambiar la carga de gotas de niobio.

En resumen el argumento de Hacking que usa el método de rociado y la exhibición de poderes causales puede sintetizarse parafraseando su frase citada antes de la siguiente forma: Si puedes rociarlos y mostrar además sus capacidades causales entonces existen.

Además del trabajo de Hacking, uno de los historiadores y filósofos de la ciencia que han sostenido también un realismo basado en la experimentación es Peter Galison. Galison (1987) ha cuestionado la distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación que ha guiado el enfoque teórico en filosofía de la ciencia, y motivado el descuido por la experimentación científica. Uno de los objetivos de su trabajo ha consistido en mostrar

que los experimentos no terminan con la clausura lógica de un argumento deductivo que rige los enfoques formales, sino en la estabilización de ciertos resultados experimentales. Galison presenta diversos experimentos importantes en la historia de la física que muestran este rasgo, y que me parece muestran también los problemas que enfrentan modelos de explicación como el *hempeliano* que siguen la tradición formal; en este caso muestran que no podemos tener explicaciones causales que puedan acompañarse de una cláusula lógica de cierre. Según Galison:

For philosophical reasons, as well as historical ones, the endings of experimental endeavors are significant. Experimentalists' demonstrations of the reality—or artificiality—of an effect or particle will never have the closed form of a deductive argument. (1987, p. 2)

Despite such efforts, the experimentalist can never, even in principle, exhaustively demonstrate that no disturbing effects are present. The world is too complex to be parceled into a finite list of all possible backgrounds. Consequently there is no strictly logical termination point inherent in the experimental process. Nor, given the heterogeneous contexts of experimentation, does it seem productive to search after a universal formula for discovery, or an after-the-fact reconstruction based on an inductive logic [...] These intermediate stages in the construction of a demonstration belie the radical dichotomy between a "psychologistic logic of discovery" —where arguments are no more than arbitrary, completely idiosyncratic prejudices of the discoverer—and the formal, fully persuasive "logic justification" that finds its way to print. (Ibid., p. 3)

Galison cita como ejemplo de estas ideas un experimento llevado a cabo por Henry Cavendish. En su experimento Cavendish trató de medir en su laboratorio la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen entre sí dos esferas de plomo en un laboratorio. Para hacerlo construyó su propio aparato conocido como barra de torsión que consiste en suspender al aire una barra muy ligera mediante un alambre muy delgado, colocando a cada extremo de ella dos esferas de plomo también muy pequeñas, y al lado de cada una de éstas dos esferas adicionales también de plomo, pero mucho más pesadas y fijas que ejercerían su fuerza gravitatoria sobre las más pequeñas. Su hipótesis consistía en que si las esferas

más pequeñas. Su hipótesis consistía en que si las esferas con mayor peso atraían cada una a su respectivo par de esferas más pequeñas entonces la barra rotaría, y quedaría probado de este modo la acción de fuerza gravitatoria en pequeña escala.

Dada la minúscula magnitud de la fuerza gravitatoria que debía ejercerse —una quintimillonésima del peso de las esferas pequeñas— ligeras variaciones en factores como la temperatura que pudieran provocar una corriente de aire distorsionarían la medición. Para evitar posibles distorsiones Cavendish ajustó las posiciones de esferas de mayor peso desde fuera de su laboratorio, y midió desde lejos con un telescopio el ángulo de la torsión. Adicionalmente Cavendish había establecido en diferentes etapas intermedias en su experimentación mediciones previas de factores cuya intervención no podía evitar. Entre otros, consideró la posibilidad de que la caja de caoba diseñada para proteger al experimento de la acción del viento pudiera ejercer una influencia gravitatoria que distorsionara los resultados. Después de las mediciones concluyó que su influencia era despreciable. Además de esta medición consideró si el alambre podría adquirir un giro permanente y tener de esta manera un efecto sistemático en las mediciones el cual habría que descontar.

Como puede apreciarse en este caso, la identificación de las diversas variables y su medición es un proceso gradual que tiene lugar a lo largo de la experimentación, para la cual —sostiene Galison— no puede ofrecerse una garantía de exhaustividad acerca de todos los factores que pueden intervenir y distorsionar las mediciones, y de este modo clausurar lógicamente el experimento para que eventualmente la inferencia a las causas fuera una inferencia de certeza completa entre los enunciados de las condiciones antecedentes y de leyes, y el enunciado que describe la fuerza gravitacional observada.

La investigación actualmente en curso del físico experimental Dwight Acosta en la que ha logrado estabilizar la capacidad fotodegradante del dióxido de titanio para ciertos escenarios construi-

dos en su laboratorio muestra, como el caso de Cavendish, la manera en la cual sin contar con la exhaustividad que demandan los modelos teóricos, es posible hacer estas inferencias causales de manera confiable. Dado que la investigación experimental de Acosta ocupa un lugar importante en la sugerencia que defiende en esta tesis, y que requiere además de ciertos desarrollos previos, se encuentra expuesta con mayor detalle en la última sección.

Galison destaca además la importancia de la robustez de los resultados experimentales acerca de entidades teóricas que en muchos casos resisten exitosamente cambios en las teorías. Su idea es que esta robustez se caracteriza por dos aspectos: la estabilidad y la direccionalidad. En referencia a un experimento histórico de 1914 en el que Einstein y W. J. de Haas mostraron la relación entre el momento angular de los electrones y el magnetismo, Galison describe estos dos rasgos de la siguiente manera:

Microphysical phenomena, like gyromagnetic effect, are not simply observed: they are mediated by layers of experience, theory, and causal stories that link background effects to their tests. But the mediated quality of effects and entities does not necessarily make them pliable: experimental conclusions have a stubbornness not easily canceled by theory change. And it is this solidity in the face of altering conditions that impresses the experimenters themselves—even when theorists dissent.

I want to characterize that solidity as occurring along two axes: the increasing directness of measurement and the growing stability of the results. By directness I mean all those laboratory moves that bring experimental reasoning another rung up the causal ladder: measurement of background previously calculated (such as the magnetization of the test bar [in Einstein-de Haas' experiment]) or the separate measurement of two sources of an effect previously only measured together (e.g., Stewart's separate procedures for eliminating the solenoid and earth fields) [...] By "stability" I have in mind all those procedures that vary some feature of the experimental conditions: changes in the test substance, in the apparatus, in the arrangement, or in the data analysis that leave the results basically unchanged [...] Each variation makes too harder to postulate an alternative causal story that will satisfy all the observations. (1987, pp. 259-60)

A diferencia de Nancy Cartwright quien también emplea este ejemplo para la defensa de poderes casuales, la preocupación de Galison al introducir la estabilización y la direccionalidad está diri-

gida hacia la defensa de las entidades teóricas y sus propiedades, en este caso a defender la existencia de electrones orbitando alrededor del núcleo mostrando que sólo la aceptación de su existencia, y del momento angular inducido en ellos, puede dar cuenta del magnetismo en una barra de hierro. Como en el caso de Cavendish, Einstein y de Haas se enfrentaron a la identificación de diversas variables que debían ser controladas como la alineación de la barra de hierro con el eje del selenoide, y el bloqueo eficaz de la influencia del campo gravitatorio de la Tierra sobre la barra de hierro, entre otras variables.

Cartwright emplea el experimento de Einstein y de Haas como ejemplo de una conexión casual por singulares lograda en el primer experimento, en este caso entre el momento angular como causa y el magnetismo de la barra de hierro como efecto. A diferencia de la propuesta de Cartwright que parece heredar la petición teórica de exhaustividad en los experimentos para conexiones causales entre singulares en un primer intento, mi sugerencia en este trabajo es que incorporando la estabilización como criterio pragmático, y no olvidando la carencia de una clausura lógica en los experimentos como lo propone Galison, podemos hacer inferencias causales confiables con conjuntos incompletos de variables en uno, dos o tres experimentos.

La caracterización de la estabilización de Galison citada arriba requiere de la repetición de los experimentos bajo condiciones alteradas donde el efecto persistentemente se presenta, lo cual nos lleva a regularidades. En cambio mi sugerencia está dirigida a sostener una noción de estabilización mínima para poderes causales en conexiones causales por singulares en la que prescindimos de regularidades. Sin embargo, no todas las adscripciones de capacidades son casos de conexiones por singulares. Para casos como las pruebas protocolares de medicamentos que requieren de una normatividad más dura, la adscripción de un poder causal requiere de repetidas pruebas alterando las variables; en este tipo de casos me parece que la caracterización de Galison de la estabilidad puede

resultar apropiada. Como se verá en la siguiente sección la alteración de variables es un requisito que también introduce James Woodward en su defensa de lo que describe como generalizaciones casuales explicativas.

En el tratamiento que voy a presentar para la estabilización de capacidades, la estabilización lograda en laboratorios es un punto intermedio en una secuencia más amplia, un punto de corte para ciertos fines de terminación de proyectos experimentales, pero no para fines de industrialización como ocurre en la industria farmacéutica, y como pasa también con la capacidad identificada por Acosta. Esta condición muestra, a mi modo de ver, que el carácter no exhaustivo de la estabilización ocurre no sólo en contextos de investigación básica, sino también en contextos de aplicación industrial.

La estabilización de fenómenos alcanzada en laboratorios de ciencia básica no es el final de la adscripción de poderes causales, sino un punto intermedio de corte que se halla abierto a nuevos escenarios experimentales con variables más turbulentas que se acercan a los escenarios reales con los cuales se busca obtener el endoso social que requiere la industrialización. Esta trayectoria continua de la estabilización comienza en la primera estabilización en laboratorio, y sigue a través de la estabilización en escenarios reales de uso masivo e industrial de capacidades. Siguiendo en parte las ideas de Galison, el incremento de estabilización que se logra a través de esta trayectoria me parece que puede calificarse no como permanente o completo, sino como contextualmente persistente.

Otra idea sugerente que presenta Galison es acerca del rol que juegan los aparatos en la obtención de la estabilidad. Siguiendo estas ideas podemos apreciar que una explicación causal se encuentra en una importante dependencia contextual que podemos describir como una dependencia material en el sentido en el que los tipos de aparatos, y el buen funcionamiento particular de cada uno de ellos, son cruciales para hacer una inferencia causal exitosa. Los

casos de Einstein-de Hass, y Cavendish muestran el papel crucial e indispensable que juegan los selenoides y la barra de torsión como parte del contexto material en el cual los experimentadores infieren causas. Es decir, no sólo supuestos teóricos están en juego en el éxito de una inferencia, sino también un contexto material que involucra aparatos. En este sentido los instrumentos tanto posibilitan como constriñen qué se puede saber, qué poderes causales pueden identificarse.

Adicionalmente, en el contexto del científico experimental una inferencia causal depende de una manera no trivial también de las habilidades prácticas de los experimentadores y operadores en el manejo de los aparatos involucrados, ya que en el mismo sentido en que es evaluado el funcionamiento de un aparato, es evaluado también el desempeño de un experimentador o de laboratorista, particularmente su habilidad en seguir patrones de operación técnica, o en generar variaciones que sirvan a nuevos hallazgos. Desde un punto de vista epistemológico el proceso de una inferencia causal en contextos experimentales depende no sólo de un *saber qué* vinculado teorías y a descripciones del funcionamiento de los artefactos como una buena parte de la filosofía de la ciencia ha considerado, sino también de un *saber cómo* ejemplificado en los patrones de operación técnica¹⁶.

Andrew Pickering (1995) ha desarrollado también argumentos a favor del realismo, de un realismo que llama *realismo pragmático* basado en la experimentación. Desde su punto de vista la ciencia debe ser considerada como un campo de poderes causales, de capacidades materiales usadas para la transformación del mundo. La aproximación experimentalista, según Pickering, debe proveer

¹⁶ Entre otros, Barry Smith —siguiendo las ideas de Gilbert Ryle— ha tratado de mostrar en su artículo "Knowing How and Knowing That" (1988) las limitaciones de lo que llama 'doctrina intelectualista del conocimiento', la cual ha omitido el rol del conocimiento práctico expresado en habilidades, las cuales considera que no son adquiridas a través de medios discursivos, sino a través de imitación de patrones. De manera análoga los tratamientos en filosofía de la ciencia de tradición teórica han soslayado el rol de las habilidades prácticas que resultan cruciales para la construcción de escenarios experimentales y el éxito de las conexiones causales.

TFCIO 001
FALLA DE

un nuevo lenguaje de prácticas versus el lenguaje representacional en el que venía desarrollándose la filosofía de la ciencia. El idioma representacional estaba dirigido a preocupaciones como la adecuación, el reflejo, la correspondencia, y no al rol que tienen las agencias material y humana.

En sus trabajos, Pickering pone de relieve la importancia de la agencia de las máquinas en las prácticas experimentales. Al ocuparse de los experimentos de William Fairbank en la búsqueda quarks libres. Pickering destaca el rol de los instrumentos al actuar como agentes materiales, que hacen posible el rociado y la identificación de la capacidad causal que tienen los electrones al cambiar la carga de una gota de niobio.

Extendiendo esta noción de agencia material al experimento de Einstein y de Haas podemos apreciar de un modo distinto al tradicional el rol activo que los selenoides, y los generadores eléctricos empleados, jugaron en el crecimiento del acervo de poderes causales disponible; en este caso para mostrar una capacidad causal desconocida en los electrones. Este rol activo es el que a juicio de Pickering debe ser tomado en cuenta de manera más seria en la filosofía y la historia de la ciencia.

La idea de Pickering consiste en colocar a los científicos como agentes al interior de escenarios donde también las máquinas son agentes, y mostrar cómo las agencias humana, y no humana, se adaptan y estabilizan para obtener capacidades causales que nos llevan a explicaciones y transformaciones del mundo con ellas. La estabilización en este sentido no es sólo de los fenómenos, sino también de científicos y de los agentes materiales que los acompañan en sus experimentaciones. Según Pickering:

Scientists are human agents in a field of material agency which they struggle to capture in machines. Further, human and material agency are reciprocally and emergently intertwined in this struggle [...] The upshot of this process is, on occasion, the reconfiguration and extension of scientific culture —the construction and interactive stabilization of new machines and the disciplined human performances and relations that accompany them. (1995, p. 21)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Desde el punto de vista de Pickering (1992, p. 14) no sólo las prácticas internas de la ciencia se adaptan, sino también sus facetas institucional, social, conceptual y material evolucionan conjuntamente con estas prácticas. Estas últimas, a su vez, permiten una reducción explicativa que no lo logran por sí mismas nociones como intereses y estándares en la sociología de la ciencia.

Basado en el rol central que juegan las prácticas, Pickering (1989) rechaza la versión del realismo como correspondencia, y se inclina en cambio por un realismo basado en prácticas experimentales. La noción de estabilidad juega un papel básico en su posición ante la controversia realismo-empirismo, desde su punto de vista la estabilidad lograda entre habilidades, instrumentos y teorías no nos muestra el mundo tal cual es en el sentido realista-correspondentista.

Por otro lado, el carácter emergente que atribuye a las estabilizaciones experimentales impide que las explicaciones causales sirvan de apoyo a creencias deterministas, ya que el dominio experimental carece de modelos deductivos de explicación como el hempeliano. La idea de Pickering es que en la práctica experimental se hayan imbricados aspectos contingentes y aspectos regulares, que muestran una mezcla de causalidad con aspectos contingentes. Según él:

explanations —and the closer to the causal, mechanical explanations of classical physics the better— while it seems to me that of real-time practice, in certain respects at least, none can be given [...] The world of the mangle lacks of the comforting causality of traditional physics or engineering, or of sociology for that matter, with its traditional repertoire of enduring causes (interests) and constraints. I must add, though, that in my analysis brute contingency is constitutively interwoven into a pattern that we can grasp and understand, and which, as far as I am concerned, does explain what is going on. That explanation is what my analysis of goal formation as modelling, the dance of agency, and the dialectic of resistance and accommodation is intended to accomplish. The pattern repeats itself endlessly, but the substance of resistance and accommodation continually emerges unpredictably within it. (1995, p. 24)

Expuesto de esta manera el conocimiento causal no es resultado de una *adecuación* entre representaciones y datos, sino una *estabilización* entre las intervenciones de máquinas, los planes y acciones humanas, y las representaciones. Siguiendo estas ideas de Pickering pretendo mostrar que las conexiones causales entre singulares son resultados de estabilizaciones experimentales que funcionan como eslabones en el crecimiento en nuestra cadena de conocimiento causal, es decir, son el enlace entre sucesos regulares y sucesos emergentes para los que inicialmente no contamos con regularidades. En otras palabras, las explicaciones casuales singulares son las terminales emergentes en nuestra creciente red de conocimientos casuales.

Mi sugerencia al respecto es que los catálogos de capacidades causales con los que contamos crecen como resultado de las nuevas conexiones causales singulares que se logran en uno, dos o tres intentos experimentales, y que contribuyen a reducir el inventario de sucesos no explicados para los que sólo contamos con descripciones. El crecimiento en los catálogos de capacidades causales provoca bajas en los inventarios de sucesos no explicados. Las conexiones causales por singulares no son sin embargo del todo acomodados, sino que son además —por decirlo de alguna manera— *apariciones forzadas* de capacidades logradas a través de la construcción de escenarios experimentales en los que la agencia material de los aparatos resulta crucial.

El rol de la agencia material en el crecimiento de nuestro conocimiento causal, y en los éxitos en la construcción de nuevos fenómenos que se traducen muchas veces en productos industriales de consumo social, provee apoyo a favor del argumento realista experimental de las capacidades causales. La agencia material en este sentido forma parte de las condiciones que hacen posible la emergencia de nuevas capacidades y la construcción de escenarios en la ciencia experimental. Todo esto muestra, contra la crítica de Hume, la importancia del uso de poderes causales en estos dominios. En uno de los casos que presento más adelante acerca de la



estabilización del poder fotodegradante del dióxido de titanio para uso industrial, muestro la manera en la cual ocurre la estabilización entre agencia material, agencia humana y poderes causales para fines de consumo social.

A diferencia de Hacking, Pickering rechaza el realismo correspondentista que éste parece extraer del experimento de Fairbank sobre los quarks. Según Pickering este tipo de realismo trata de trazar una línea de correspondencia sin tiempo entre el mundo y nuestras creencias. Desde su punto de vista, en cambio, el realismo pragmático que defiende puede evitar esta línea asumiendo la historicidad y la contingencia de las prácticas científicas. A diferencia del realismo correspondentista, el realismo pragmático tiene que ver con la agencia de máquinas y con cadenas representacionales, y con cómo éstas se alinean unas con otras para estabilizar fenómenos; tiene que ver también con las capacidades causales de las máquinas que ayudan a la construcción de nuevos escenarios. De acuerdo con Pickering *the goals of scientific practice are imaginatively transformed versions of the present*.

Por otro lado, el reconocimiento de los aspectos contingentes conducen a Pickering a defender el carácter inconcluso de controversias científicas como la de Giacomo Morpurgo y William Fairbank acerca de la existencia o inexistencia de los quarks. Mientras que Hacking como vimos antes toma sólo los resultados de Fairbank, Pickering muestra cómo ambos científicos basados en escenarios experimentales bastante semejantes llegan a conclusiones opuestas, el primero niega su existencia mientras que el segundo la defiende. La postura de Pickering al respecto es que ni la sociología del conocimiento, ni la legislación epistemológica pueden prescribir qué resultados aceptar, ni tampoco completar la explicación de las divergencias aduciendo intereses divergentes, o consideraciones micropolíticas como sugieren Barry Barnes y David Bloor¹⁷,

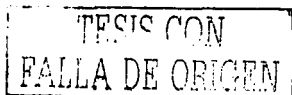
¹⁷ "Relativism, Rationalism and the Sociology of Knowledge", *Rationality and Relativism*, 1982, Hollis, and Lukes (eds).

y Stephen Shapin¹⁸; su idea en cambio es que la controversia sólo puede describirse en el punto abierto en que se encuentra.

El tipo de realismo que le interesa defender a Pickering para este caso es uno de tipo neutral respecto de la existencia de los quarks; y cree más bien que debiéramos de revisar nuestra confianza en este tipo de realismo. Según él: "[Hacking's] idea is that we should be realist about entities like electrons, which scientists routinely use to intervene in the material world, though we should be less confident about theories. Electrons, as manipulated entities, can persist through many and drastic changes in the theories in which they are understood." (1995, p. 192n). Pickering no es lo suficientemente preciso acerca del rol del causalismo en el realismo de Hacking, pero me parece que su crítica puede interpretarse como un rechazo de conclusiones correspondentistas a partir de la evidencia de poderes causales.

Al respecto Galison considera que el *criterio de intervención* realista de Hacking es demasiado rígido para aceptar la existencia de entidades, ya que lo conduce por ejemplo al escepticismo acerca de la existencia de los Hoyos Negros en los cuales no podemos intervenir. Galison trata de mostrar en cambio que la aceptación del positrón basada en un experimento de Carl Anderson ocurrió décadas antes de que pudieran ser manipulables y rociables sobre una gota de niobio. La idea de Galison es que es posible la aceptación de la existencia de entidades teóricas en sólo un experimento cuando se halla basada en las nociones de direccionalidad y estabilidad, así como en la descalificación apropiada del electrón como entidad rival. Al igual que Hacking, Galison defiende un realismo de entidades sólo que bajo un argumento diferente que incluye las mencionadas nociones de estabilidad y direccionalidad, así como constreñimientos materiales, y sucesos *de oro* (*golden event*) que prueban en un solo experimento la existencia de ciertas entidades teóri-

¹⁸ "History of Science and Its Sociological Reconstructions", *History of Science*, 1982, 20, pp. 157-211.



cas. Por otro lado Pickering, basado en su defensa de la historicidad, crítica el rol que Galison atribuye a los constreñimientos, y rechaza en cambio los sucesos de oro.

Como puede apreciarse en la breve descripción anterior hay divergencias entre los realismos que defienden Hacking, Galison y Pickering, de las cuales no es necesario que me ocupe para los fines de mi argumento. Pese a estas divergencias me parece que los tres pueden ser caracterizados de manera básica como realismos experimentales. Dejando de lado por ahora las divergencias lo que me ha interesado mostrar en esta subsección son sólo algunas de las ideas que estos realismos sostienen, y que pueden servir de apoyo a los siguientes puntos: 1. La coincidencia de los tres acerca de la importancia que tiene la estabilización de fenómenos en la tradición experimental de la ciencia, la cual me interesa dirigir hacia la estabilización de capacidades casuales. 2. La defensa del lenguaje de poderes causales en las prácticas experimentales, y 3. La reinterpretación del rol que juegan las prácticas y los artefactos en la construcción de los escenarios experimentales que logran la aparición de capacidades causales desconocidas.

Como se verá en las siguientes secciones mi argumento está limitado a escenarios en los que contamos con la posibilidad de intervenir, sin que esto milita —siguiendo la crítica de Galison a Hacking— en contra de la posibilidad de articular una noción de conexiones causales para casos en los que no podemos intervenir. En las subsecciones finales 4.3. y 4.4. articulo los cuatro puntos señalados arriba sumados a la noción de inferencia material de Wilfrid Sellars para tratar de dar cuenta de la manera en la cual las prácticas experimentales, la estabilización y las inferencias modales se articulan en las explicaciones causales.



Sección 2

Causalidad e invariancia en la explicación: la teoría de James Woodward

Índice

- 2.1. Generalizaciones explicativas, 55
 - 2.1.1. Invariancia, 57
 - 2.1.2. Intervención, 63
 - 2.2. Contrafácticos, generalizaciones accidentales, y variabilidad en causas y correlaciones, 63
 - 2.3. Cláusulas *ceteris paribus* y rangos de intervención
 - 2.4. Explicaciones causales singulares por *fovo de contraste*, 69
 - 2.5. El rol de las generalizaciones rudimentarias y las comunidades de usuarios, 96
-

En su teoría acerca de las explicaciones causales, James Woodward comparte la idea de que las regularidades humanas por sí solas no pueden dar cuenta de las prácticas experimentales en ciencias como la biología o la economía, donde el lenguaje causal es ampliamente usado complementando la información estadística y la formulación de ecuaciones. De acuerdo con Woodward es la noción de *invariancia*, y no la de conexión necesaria ligada a las leyes, la que da cuenta del poder explicativo de las generalizaciones causales que emplean estas ciencias.

La noción de invariancia juega un rol central en la teoría propuesta por Woodward, ya que según éste filósofo muchas de las generalizaciones de las que distingue como *ciencias especiales*, no se caracterizan por ser necesarias, sino invariantes bajo cierto rango de intervenciones. La idea de Woodward es que en estos casos no necesitamos suponer o mostrar las leyes respectivas para lograr una

explicación satisfactoria, sino que el poder explicativo en estas ciencias se basa en lo que describe como *generalizaciones explicativas* las cuales emplean lenguaje de capacidades causales. La importancia que Woodward otorga a las intervenciones experimentales en la adscripción de poderes causales, articulada con la noción de inferencia material de Sellars, me servirá para apoyar una sugerencia que presento en la última sección, la cual consiste en caracterizar a estas generalizaciones explicativas como reglas inductivas de inferencia.

El trabajo que Woodward ha desarrollado sobre la explicación incluye no sólo explicaciones por generalizaciones casuales, sino también explicaciones causales singulares. Su propuesta al respecto consiste en la idea de que podemos lograr explicaciones causales singulares apelando únicamente a una situación contrafáctica, la cual funciona como un foco de contraste que permite defender la conexión causal en turno comparándola contrafácticamente con una situación en la que no ocurre la causa y tampoco ocurre el efecto, manteniendo en ambos casos las mismas condiciones ambientales.

En la exposición que hago de este autor muestro algunos problemas que enfrenta su caracterización de la causalidad para las generalizaciones explicativas. Estos problemas conducen a buscar una salida en su teoría de las explicaciones causales singulares, sin embargo, como hago ver, su propuesta para las conexiones causales singulares permite la filtración de factores que son sólo correlaciones y no causas genuinas, lo cual parece provocar una falibilidad significativa en dichas explicaciones. Las fallas que señalo me servirán para introducir el modelo de Nancy Cartwright, el cual creo que ofrece una solución a tales problemas.

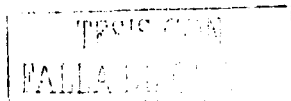
2.1 Generalizaciones explicativas

En su caracterización de las generalizaciones explicativas, Woodward (1992) sigue la estrategia de contraste que Hempel emplea (ver *supra* 1.2) para distinguir a las leyes de las generalizaciones accidentales. En este caso las generalizaciones causales explicativas se distinguirán de las generalizaciones accidentales por ser proyectables a través de oraciones contrafácticas lo mismo que las leyes. Sólo que a diferencia de Hempel, Woodward introduce una noción central en su propuesta, la noción de *invariancia*¹, con la cual trata de caracterizar a las generalizaciones explicativas y distinguirlas a su vez de las leyes.

Según Woodward la noción de invariancia permite articular una teoría de la explicación con alcance suficiente para responder al problema de la existencia de leyes en la biología o la economía. En cambio, bajo los criterios hempelianos, las generalizaciones de la biología no pueden ser caracterizadas como leyes, sino como generalizaciones vagas cuyo defecto consiste en que por sí solas resultan empíricamente pobres para establecer explicaciones aceptables. Como lo mostré en la sección anterior (*supra* 1.1), Hempel rechaza estas generalizaciones mostrando el defecto de vaguedad de las explicaciones evolucionistas, las cuales requieren del empleo de numerosas hipótesis auxiliares sobre ciertas condiciones ambientales. En este caso la cura parece ser más costosa que el mal de vaguedad ya que la introducción de tales hipótesis produce, desde el punto de vista hempeliano, graves dificultades relacionadas con su verificación empírica.

Para Woodward, en cambio, leyes de la biología como la de Mendel, lo mismo que diversas generalizaciones de la economía y de otras ciencias, pueden considerarse como genuinamente expli-

¹ Traduzco 'invariance' por invariancia, y no por invariabilidad tratando de seguir la idea que Woodward parece tener al usar este término y no 'invariability'. El término 'invariance' es de tradición matemática y es usado para describir una entidad que no cambia bajo ciertas transformaciones.



cativas aunque no cumplan todos los requisitos hempelianos de las leyes, particularmente los de universalidad y necesidad. La recuperación del poder explicativo de estas generalizaciones le permite mostrar que las leyes no son ni necesarias ni suficientes en todos los casos para lograr una explicación exitosa. Su idea es que la *invariancia*, y no una *conexión necesaria*, es el rasgo que dota a una generalización de poder explicativo.

En la teoría propuesta por Woodward resulta de crucial importancia contar con una caracterización de los rasgos distintivos de las generalizaciones explicativas que son empleadas en las 'ciencias especiales', entre las que incluye a la biología, la economía y la meteorología. El objetivo que Woodward persigue es desarrollar una caracterización independiente que muestre a la invariancia como la fuente del poder explicativo de estas generalizaciones. Según él es la invariancia de relaciones causales acotadas por un rango probado de intervenciones, y no la cobertura nomológica desentendida de los contextos, la que provee el poder explicativo a una explicación en estas ciencias. De acuerdo con Woodward estas generalizaciones "*may be invariant and hence explanatory even if it has exceptions, even if it makes reference to particular objects and spatio-temporal localizations, and even if it is not part of any systematic or unified theory.*" (2001, p.6)

En esta caracterización independiente de las generalizaciones causales explicativas mantiene sin embargo el reconocimiento, también independiente, de la existencia de leyes genuinas en la física, las cuales considera que cumplen con los requisitos del modelo ND. Bajo la concepción woodwardiana lo que distingue a una generalización explicativa de una ley es que la primera es *invariante* bajo un rango específico de variaciones, mientras que la segunda no tiene esta restricción, y es en cambio *universal* y *necesaria*.

El hecho de que Woodward caracterice la invariancia en las generalizaciones a través de las intervenciones permite vincularlo a los realismos experimentalistas que he descrito en la sección precedente, ya que se trata de una defensa de los poderes causales

TFSIC
FALLA DE

sobre una base práctica, y no sobre una base observacional en la que tradicionalmente se ha omitido el rol de las intervenciones.

2.1.1. Invariancia

La defensa de Woodward de los poderes causales se haya basada en dos argumentos. El primero de ellos se refiere a la invariancia definida en términos de intervenciones experimentales, y el segundo basado en oraciones contrafácticas.

En las ciencias especiales lo que importa al explicar es la invariancia caracterizada como el comportamiento estable que una relación entre dos variables mantiene a través de un rango específico de intervenciones. Este rango de estabilidad es el dominio de invariancia en una relación causal.

El tipo de prueba por intervenciones que Woodward propone para caracterizar la noción de invariancia, puede ser interpretada como una crítica a la noción de confirmación por observaciones pasivas que confirman una teoría científica limitada sólo a pruebas en dominios homogéneos o estables. La prueba por intervenciones, a diferencia de la confirmación en dominios homogéneos, es una prueba severa llevada a cabo en la tradición experimental de la ciencia, la cual provee evidencia a favor de la confiabilidad de los poderes causales que una generalización consigna. Al respecto Woodward precisa:

the generalizations cited in an explanation must, at least, be invariant under some class of interventions that change the initial or boundary conditions cited in the explanans of explanation (1997, p. S32)

I also caution that invariance when understood, as stability under change is not the same thing as breadth of scope or applicability to a wide range of systems. A generalization can correctly describe the behavior of a wide range of different systems (and can unify or reveal what is common to the behavior of such system) and yet fail to be invariant in the sense described [...] the account I have sketched is not just another version of the claim that explanatory generalizations must have broad scope or must unify. (*Ibid.*, S32n)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como puede apreciarse en la cita, desde un punto de vista experimental las virtudes clásicas de unificación y mayor alcance destacadas por la tradición teórica en filosofía de la ciencia no resultan completamente apropiadas, ya que en estos casos la invariancia bajo intervenciones tiene un rol central por sobre la generalidad y la unificación, e incluso estas virtudes teóricas pueden resultar inconsistentes con la invariancia.

Por otro lado para Woodward la invariancia es una cuestión de grado subordinada al avance en la experimentación, a través de la cual son puestas a prueba conexiones causales bajo alteraciones en las variables que conforman las condiciones antecedentes del suceso en cuestión. Una intervención es en este sentido la acción que lleva a cabo el experimentador alterando los valores de las variables que forman parte de las condiciones iniciales y/o de las condiciones límite, e introduciendo variables nuevas, o eliminando otras con el propósito de poner a prueba una capacidad específica.

Para caracterizar adecuadamente el carácter gradual de la invariancia es importante precisar los rangos *específicos* de prueba. Es decir, con esta especificidad Woodward trata de mostrar que las generalizaciones explicativas, a diferencia de las leyes Hempelianas, no son invariantes bajo *cualquier* rango de intervenciones. En este sentido, el rango de intervenciones representa un dominio bastante acotado dentro del cual son capturadas conexiones causales que requieren a su vez de la identificación y control tanto de variables causalmente irrelevantes o correlaciones, como de variables causalmente relevantes, cuya presencia, ausencia o cambio de valor, permiten justificar o rechazar la creencia en una capacidad específica. Veamos un ejemplo.

La ley de Hooke acerca de la elasticidad establece que:

La distorsión de un cuerpo elástico produce una fuerza de restitución de la forma inicial proporcional a la fuerza aplicada.

Una aseveración como esta resulta fácilmente vulnerable si suponemos que es verdadera en *todas* las magnitudes de la fuerza aplicables. Por ejemplo, si la fuerza aplicada a un resorte es demasiada, el resorte no recupera su longitud inicial al ser suspendida la fuerza de carga, y en consecuencia la ley falla. Para evitar estos incidentes la ley debe acompañarse de la especificación del conocido *límite elástico* establecido para cada tipo y forma específicos del resorte empleado. En este caso el límite elástico constituye el dominio de invariancia, es decir, el rango de magnitudes en las que la fuerza puede aplicarse salvando la acción del poder causal que tiene, por ejemplo, un cilindro industrial que pende de un resorte de bronce.

Por otro lado, puede ocurrir que al instrumentar una intervención para esta ley sea elegida una variable cuyo cambio de valor transforme su rol convirtiéndola en un factor *obstacilizante* que impide la ocurrencia del suceso esperado. Por ejemplo, si variamos la temperatura a niveles tan bajos como en las zonas de Siberia o de Alaska, en las cuales se planea la instalación de una planta industrial, muchos resortes no resistirán ni siquiera la aplicación de una fuerza dentro del límite elástico previamente establecido en temperaturas alrededor de 25°C, ya que estos resortes se romperán debido a que se encuentran en estados cercanos a la congelación.

Dentro de las variables elegidas para intervención pueden presentarse variaciones que resultan *irrelevantes* como hacer la prueba del rango elástico en ambientes sin corrientes de aire, o con altas cargas de oxígeno en donde la ley de Hooke se cumple trivialmente.

La ley de Hooke no informa por sí sola los límites elásticos para todos los materiales y formas en las que pueden fabricarse los resortes, de manera que la aplicación de dicha ley requiere completarse con información bastante amplia acerca de numerosos contextos experimentales, a través de los cuales se van obteniendo generalizaciones cuya invariancia ha sido ya probada, y que forma-

rán parte del acervo de conocimiento causal de los respectivos experimentadores y la comunidad a la que pertenecen.

Me parece que el análisis anterior conduce a reconsiderar si la ley de Hooke debe seguir siendo llamada ley como ocurre de hecho en los libros de física, o si más bien debería ser llamada 'Generalización de Hooke', y lo mismo para otras leyes de la física que muy probablemente son en realidad generalizaciones. Al respecto cabe precisar que la ley de Hooke no forma parte de los ejemplos que cita Woodward, sin embargo el uso que hago de ella me parece que se ajusta a su caracterización de las generalizaciones explicativas, y tiene la ventaja adicional de permitirnos advertir la existencia de casos como éste al interior de la física que tradicionalmente han sido considerados como leyes.

Pero por otro lado puede permitirnos también invertir el punto de partida del análisis explorando la idea de que aun las leyes ejemplares de la física analizadas bajo consideraciones como éstas resulten también generalizaciones, particularmente advirtiendo el rol crucial que juegan ciertas condiciones ambientales tradicionalmente omitidas o, en el mejor de los casos, abreviadas en cláusulas *ceteris paribus*. A diferencia de Woodward quien coloca en un lugar aparte de las generalizaciones a las leyes suscribiendo la caracterización *hempeliana*, durante mi investigación me ha parecido más sugerente seguir la idea mencionada cuyo punto de partida es la sospecha de que al menos algunas leyes por sí solas son también vagas, e incluso que pueden proveer una comprensión distorsionada, o francamente falsa, acerca de las relaciones causales que pretenden describir. Además del ejemplo citado de la ley de Hooke también se encuentra entre estas generalizaciones vagas la ley de fusión de los metales usada por Hempel como ejemplo del modelo ND².

Sin embargo, la noción de invariancia que puede apreciarse claramente en el ejemplo citado de la ley de Hooke, no puede ser

² Ver 1965, pp.357-8.

TESIS C.
FALLA DE

cubierta — según Woodward— por los modelos explicativos de los científicos sociales. Siguiendo las ideas de Michael Oakeshott, Woodward rechaza que puedan emplearse causas en la historia. Desde su punto de vista en el nivel de análisis en el cual los historiadores relacionan los sucesos no es posible construir teorías causales basadas en relaciones invariantes. La razón de su rechazo es que las relaciones de sucesos del pasado que establecen los historiadores no son invariantes porque de estas relaciones no se pueden derivar contrafácticos que muestren su invariancia en escenarios posibles.

La crítica de Woodward a una explicación causal de las ciencias sociales permitirá apreciar mejor el rol de la invariancia en la adscripción de capacidades causales. Woodward (1993, p.326*n*) sostiene que algunos de los modelos causales de los científicos sociales no cumplen con el requisito de invariancia, ya que no presentan siquiera con una versión débil de la invariancia basada en pruebas o comparaciones con poblaciones adicionales a la población en turno. Los sociólogos Michael Timberlake y Kirk Williams presentaron en 1984³ un modelo causal con la generalización siguiente: 'La inversión extranjera causa represión política en países periféricos' Según Woodward esta generalización no cumple siquiera con el test débil de variación el cual prescribe poner a prueba cierto grado de persistencia o independencia contextual del poder causal en turno, y en consecuencia no pueden calificarse de relaciones causales.

Nancy Cartwright⁴ analiza en un trabajo anterior al de Woodward esta generalización aceptando en cambio que la conexión causal citada es adecuada, sólo que su análisis está motivado por una crítica al modelo de Clark Glymour, quien basa su rechazo a esta generalización limitándose al análisis de las ecuaciones lineales del modelo económico en cuestión, sin advertir que esto conduce a

³ "Dependence, Political Exclusion, and Government Repression: Some Cross-National Evidence", *American Sociologist Review* 1984 (49), pp. 141-46.

⁴ 1989a, pp. 79-85

una circularidad que sólo puede enfrentarse incorporando mayor información contextual con la cual poder apreciar dicha conexión causal.

No me ocuparé en detalle de la crítica de Cartwright a la propuesta de Glymour, con la cual esta filósofa no pretendía ofrecer una respuesta al problema señalado por Woodward, tan sólo quisiera esbozar una manera distinta en la cual me parece que podría explorarse una respuesta en términos causales siguiendo su modelo de capacidades que sirva de comparación con la propuesta woodwardiana.

Usualmente la inversión extranjera está asociada al aumento de las libertades civiles y a la disminución de la represión política; sin embargo, paradójicamente la generalización citada arriba atribuye el poder causal inverso a la inversión extranjera: generación de represión política y disminución de libertades. Una conclusión como ésta, opuesta a la asociación usual, puede provocar resistencia en su aceptación. Sin embargo siguiendo el modelo de Cartwright, presentado en detalle en la siguiente sección, pueden mostrarse capacidades duales de ciertas causas como ocurre con la inversión extranjera cuando ésta es puesta a prueba *bajo diferentes arreglos en las variables y en los ulons que conforman las condiciones iniciales y las condiciones límite*, sin que sea estrictamente necesario para todos los casos probar su eficacia en poblaciones distintas, las cuales, para el caso particular de la represión política, pueden contar con variables distintas que impidan apreciar, o bloqueen, el efecto represivo de la inversión extranjera que se capturó en la población inicial, sin que estos resultados signifiquen que deba rechazarse dicha conexión causal limitada a esa población. Bajo la propuesta de Cartwright, a diferencia de la de Woodward, nuestra atención debe estar dirigida fundamentalmente al ejercicio de capacidades identificando los arreglos experimentales que las exhiben.

La diferencia entre la propuesta de Cartwright que enfatiza los *arreglos experimentales*, y la propuesta de Woodward que pone el acento en la *invariancia*, puede ser explicada por el rol que cada

propuesta asigna a las conexiones causales por singulares. Para Cartwright estas conexiones vienen primero que las generalizaciones en tanto es posible, bajo ciertos arreglos experimentales, lograr establecerlas en la primera prueba sin que sean necesarias más repeticiones que conduzcan a las generalizaciones y a la invariancia que Woodward destaca.

Veamos ahora en detalle cómo caracteriza Woodward a las intervenciones, las cuales proporcionan los criterios para identificar una relación causal en conjunción con el uso de oraciones contrafácticas.

Recordando la crítica de Galison a Hacking señalando las limitaciones que tiene su realismo condicionado a la posibilidad de hacer intervenciones, me parece pertinente precisar que la noción de intervención que suscribo, no supone que sea ésta la única manera de identificar relaciones causales, sino que simplemente al adoptarla me limito a defender una manera en la cual éstas pueden ser obtenidas. En principio parece que el hecho de tener el control directo de las condiciones que rodean un experimento en el que tratamos de establecer una conexión causal, nos provee razones suficientes para justificar el empleo de poderes causales en las explicaciones, en comparación con aquellos fenómenos que están por ahora lejos de nuestra intervención y control como los Hoyos Negros.

2.1.2. Intervención

Los requisitos que plantea Woodward (1997, p.S30; 2000, p.201ss) para establecer una relación causal con base en intervenciones son los siguientes:

Decimos que X causa Y , si:

- (1) La intervención I cambia el valor de la variable X cuando $X = x_0$ en la entidad i , de manera que el valor x_1 que adquiere X se debe a I .
- (2) Se el cambio de valor en la variable Y está relacionado a través de la relación G con el cambio de valor en la variable X producido por I . Es decir, de acuerdo con la relación G , Y toma el valor y_0 cuando $X = x_0$, y Y toma el valor diferente y_1 cuando $X = x_1$.
- (3) La intervención I cambia en cualquier caso el valor de Y sólo a través de X , y no de modo directo ni a través de alguna otra ruta. Es decir, la intervención I no es la causa directa de Y , ni de ninguna otra causa alternativa de Y que no sea X , salvo para: *a)* las causas intermedias entre X y Y ; *b)* las causas entre I e Y que no tienen ningún efecto independiente de la variable X . En resumen, I no cambia la relación causal entre Y y otras de sus causas, sino sólo X . Y lo mismo se sostiene para alguna causa adicional de I , en este caso Z , es decir, Z debe cambiar el valor de Y sólo a través de la ruta descrita.
- (4) La intervención I no está relacionada con otra causa de Y que no sea X , o que no se halle en los casos 3.a y 3.b anteriores, sea a través de una causa común de I e Y , o directamente por alguna otra razón.

Woodward señala que esta caracterización funciona para casos que no presentan sobredeterminación, ni para aquellos en los que se tratan de establecer explicaciones causales singulares, es decir, cubre sólo casos de explicaciones casuales por enunciados generales del tipo de las generalizaciones explicativas antes descritas, y ejemplificadas por la ley de Hooke. Sin embargo en una definición como la anterior para las generalizaciones causales explicativas no puede utilizarse como parte del *definiens* a su vez una generaliza-

ción como podría serlo G en el inciso 2, ya que se corre el peligro de circularidad.

Woodward trata de enfrentar este problema argumentando que la definición no es circular ya que para estos casos se desconoce si X es efectivamente la causa de Y , es decir, en la caracterización citada arriba la relación causal entre X y Y es una hipótesis. En cambio, lo que sí es necesario que sepan los individuos según los incisos 3 y 4 son otras causas alternativas de Y , así como los factores obstaculizantes tanto de X como de Y . Ambos factores, causas rivales y factores obstaculizantes, son controlados durante la intervención para lograr el aislamiento de la causa buscada. Según Woodward:

one does not already have to know whether X causes Y to determine whether X has been altered by an intervention. Instead, what one needs to know about are the causal characteristics of the process that changes X and about the various other causes of Y besides X . (1997, p. S31)

Sin embargo si se trata de una conexión putativa entre X y Y , o entre las variaciones recíprocas de sus valores, es decir, si se trata de una conexión desconocida o inédita para los experimentadores en turno, entonces me parece que la caracterización falla, ya que Woodward no puede evitar que dicha caracterización se ubique en el terreno de las conexiones causales entre singulares, es decir, aquellas conexiones para las cuales los experimentadores no cuentan con la generalización respectiva que dé cobertura al caso particular, lo cual implica el desplazamiento de la relación G referida por una conexión entre singulares de la forma ' C causa E '. En otras palabras, al precisar que se trata de una relación putativa no veo cómo Woodward pueda evitar que su definición se ubique dentro de contextos experimentales, en los cuales los individuos se enfrentan a una explicación causal por singulares.

Como Cartwright, Woodward señala que el incremento de conocimiento causal se apoya en el conocimiento causal previo alrededor del suceso en turno, así como en la distinción de factores

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

causalmente irrelevantes, pero este filósofo parece no advertir que conexiones causales putativas implican que los experimentadores no poseen ningún antecedente previo acerca de la conexión causal en prueba, sea entre sucesos, o entre variaciones recíprocas de sus magnitudes, como se muestra en los valores x_1 y y_1 de la caracterización citada arriba.

Por otro lado, si el carácter hipotético de la relación causal entre X y Y nos coloca en un escenario experimental, entonces el acervo de conocimientos que requiere el cumplimiento de las cláusulas 3 y 4 puede resultar demasiado fuerte y restrictivo si no se precisan sus magnitudes. En la definición citada se requiere que los experimentadores sepan, por ejemplo, que en la conexión causal inédita puesta a prueba a través de la intervención I no participa también otra causa que esté alterando las mediciones, y requiere también de la identificación de los factores que son meras correlaciones para evitar considerarlos como factores causales.

Woodward no precisa la extensión que ha de tener este acervo previo de conocimientos causales y no causales en su caracterización de una conexión causal, lo cual me parece que es una omisión muy importante, particularmente considerando que la incorporación de los contextos experimentales implica considerar —siguiendo las ideas de Galison— que estos contextos no tienen una clausura lógica que permita asegurar que se cuenta con la exhaustividad o completud de las causas rivales, y de las correlaciones, para obtener inferencias deductivas a las causas. Tomar esto en cuenta es importante ya que la intervención de variables desconocidas, o de cambios en sus valores, alteran las conclusiones previas acerca de los responsables causales haciendo de las inferencias a causas inferencias no-monotónicas.

En un caso que expondré en la sección siguiente se muestra cómo en los primeros años de prueba de las píldoras anticonceptivas se estableció una conexión casual directa entre su consumo y el incremento de casos de trombosis en mujeres, teniendo como antecedente que hasta ese momento la trombosis era considerada

RECIBO
FALLA

como un efecto secundario o residual del poder causal de dichas píldoras, mientras que el efecto directo era la anticoncepción. Sin embargo esta asociación fue abandonada cuando se tomaron en cuenta nuevas variables que llevaron a una conclusión distinta atribuyendo ahora al embarazo el poder causal de la trombosis, lo cual muestra el carácter abierto y no monótono de las inferencias en escenarios experimentales.

La formulación citada de Woodward parece sugerir conexiones causales con *certeza completa* que siguen el modelo deductivo. Sin embargo me parece que no es necesaria esta certeza la cual requeriría que los experimentadores contaran con un acervo completo de conocimientos causales y no causales alrededor del suceso en cuestión. Mi sugerencia al respecto es que en contextos experimentales, y aun en los de aplicación, es posible hacer conexiones causales por singulares *confiables* contando con acervos incompletos de dichos conocimientos. Para los casos en que esta confiabilidad falla una norma de reasignación como la que propone Cartwright permite explorar la posibilidad de que tal falla apunte a un poder causal desconocido. La reasignación continua en los contextos experimentales permite realizar los ajustes en las mediciones previas, y daría cuenta de la manera en la cual se amplían los catálogos de capacidades al incorporar nuevos poderes causales identificados por conexiones entre singulares.

Las inferencias a causas en dominios como las ingenierías, la medicina, la agronomía, etc carecen de una clausura lógica, es decir, se encuentran continuamente abiertas a la ampliación de los catálogos de capacidades con que se cuentan, ya que en estos dominios se carece de la completud en las condiciones iniciales y de las condiciones límite, que garanticen inferencias causales infalibles como las que demanda el modelo nomológico-deductivo, y como las que parece sugerir la teoría de Woodward, en este sentido contar con una norma de reasignación puede ayudar a describir y guiar las prácticas experimentales que generalmente se encuentran abiertas a nuevas capacidades causales.

Estas características hacen de las inferencias causales en estos dominios inferencias no monotónicas, en las cuales la adición de nuevas premisas conduce al cambio de las conclusiones antes obtenidas. Por ejemplo, en el caso anterior de la ley de Hooke un escenario con las bajas temperaturas de Siberia permite ajustar el rango de variaciones en el límite elástico, así como el catálogo de capacidades causales con que cuentan los usuarios, ya que variables antes pasivas como la temperatura se transforman en variables con una capacidad obstructora antes desconocida.

Por otro lado, el hecho de que Woodward (2000, p.205) presente la noción de invariancia como el rasgo central de las generalizaciones explicativas me parece que muestra una tendencia a privilegiar las repeticiones que llevan a asociaciones regulares ubicándolas como fuentes del poder explicativo en la ocurrencia de algún suceso, sin embargo la inclusión de las conexiones por singulares que presento en las secciones 3 y 4 me parece que puede mostrar que al menos para algunos casos las asociaciones regulares tienen un papel secundario, mientras que el rasgo central y primitivo en una explicación causal lo constituyen las conexiones entre singulares. Bajo esta consideración la invariancia de la relación causal es un rasgo que sobreviene o robustece la atribución inicial lograda sin regularidades previas.

Pese a los problemas que he tratado de mostrar con la caracterización de las generalizaciones causales de Woodward, me interesa en este trabajo recuperar la noción de intervención adaptada a acervos incompletos de conocimiento para defender una noción de causa en términos experimentales. La puesta a prueba de una relación causal a través de intervenciones diversas, las cuales conducen a la invariancia, me parece que puede jugar un importante papel en el robustecimiento de nuestra creencia en capacidades causales específicas, en creer en la persistencia de su poder causal específico a través de variaciones ambientales, e incluso a través de diversas poblaciones, particularmente en dominios como la medicina en donde los criterios normativos para capacidades demandan cum-

plir con pruebas numerosas que robustecen la creencia en una capacidad específica, y que autorizan su comercialización en un nuevo fármaco con un nuevo poder causal.

2.2. Contrafácticos, generalizaciones accidentales y variabilidad en causas y correlaciones

Además del argumento anterior basado en las intervenciones para defender a las generalizaciones causales, Woodward presenta otro argumento más vinculado a la invariancia basado en contrafácticos. Siguiendo la estrategia comparativa de Hempel entre generalizaciones accidentales y leyes, Woodward desarrolla también su caracterización de las generalizaciones causales contrastándolas con las generalizaciones accidentales.

Según Woodward el uso de las oraciones contrafácticas nos permite distinguir entre una generalización accidental y una generalización genuinamente causal. Por ejemplo, una generalización como la siguiente:

Todos los enfermos de la sala C padecen cáncer pulmonar.

no muestra una relación de dependencia contrafáctica entre el hecho de pertenecer a la sala C y el hecho de padecer cáncer. La no-dependencia de esta relación puede ponerse a prueba con la siguiente oración contrafáctica:

Si la niña Karla que recién llegó a urgencias ingresara a la sala C entonces padecería cáncer.

La falsedad de la oración contrafáctica anterior muestra que entre 'el hecho de pertenecer a la sala C' y el 'hecho de padecer cáncer pulmonar' no existe una relación de dependencia causal. La idea

de esta prueba es que sólo una conexión causal genuina apoya una dependencia contrafáctica.

A diferencia del conocido enfoque de contrafácticos asociado a las leyes (Hempel y Goodman) del tipo: Si el siguiente x fuera F entonces también sería G , dado que $\forall x [F \supset Gx]$, Woodward presenta una formulación distinta a través de preguntas de la forma: '¿Y qué pasaría si las cosas fueran diferentes?' Donde al rango de posibles situaciones diferentes es análogo al dominio de invariancia de las intervenciones. Es decir, los contrafácticos específicos en los que la pregunta inicial se descompone forman también un rango que da cuenta de los límites dentro de los cuales es permisible comprometerse con modalidades causales a través de formulaciones contrafácticas.

El tratamiento más conocido por oraciones contrafácticas asociado a las leyes no incorpora referencia alguna a intervenciones que implican modificaciones específicas en ciertas variables de las condiciones iniciales o de las condiciones límite. Ciertamente bajo la caracterización hempeliana de las leyes no tendría sentido incluir datos sobre referencias específicas ya que una de las características que se ha pensado poseen las leyes genuinas, es que son contextualmente independientes y sin excepciones; particularmente tomando en cuenta que se caracterizan por usar sólo predicados cualitativos puros los cuales se distinguen por no presentar tales restricciones.

A diferencia de las oraciones contrafácticas típicas para una ley cuya forma general es la siguiente:

Si x fuera A entonces x sería también B

Woodward (2000, p.239) presenta la siguiente forma general para las oraciones contrafácticas basadas en rangos de intervenciones:

FALLA

Si todo A y C fueran verdaderos, entonces B sería también verdadero

Donde A y C son escenarios distintos con variaciones producidas por una intervención I , y donde B es el suceso a explicar.

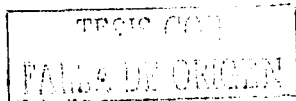
Una diferencia importante entre ambas formulaciones consiste en que la versión típica de contrafácticos para leyes mantiene pasivo y mudo al contexto, mientras que la formulación de Woodward precisa, y amplía al mismo tiempo, el conjunto de oraciones contrafácticas que pueden ser apoyadas por una generalización causal, es decir, tenemos no sólo una capacidad *cuantitativamente identificada*, sino *cuantitativamente delimitada*.

A cada intervención corresponde una posibilidad contrafáctica expresada en el cambio de valor de un variable, o la inclusión u omisión de alguna de ellas.

Como puede apreciarse, el rol de las intervenciones es crucial en el argumento de Woodward, ya que nuevamente, como en la invariancia, esta noción pragmática forma parte del *definiens* en la caracterización de la dependencia contrafáctica.

Siguiendo el ejemplo de la ley de Hooke, y la caracterización de las intervenciones para identificar nexos causales (*supra* 2.1.2), deseo presentar la siguiente formulación con la cual me parece que puede apreciarse con mayor precisión la propuesta de Woodward.

El límite elástico para cada tipo de resorte es análogo al rango de oraciones contrafácticas que en este caso relacionan causalmente un cambio de valores en las variables X y Y , en este caso a través de una intervención específica I_i en la que se aplica una fuerza específica f_i relacionada causalmente con el cambio en la elongación e_i . Este rango de intervenciones *autoriza* oraciones contrafácticas como la siguiente:



a) Si la fuerza f_1 aplicada al resorte de tipo R , a través de una intervención específica I_i , tuviera un valor τ_1 entonces ocurriría una elongación e_1

Mientras que *prohiben* oraciones contrafácticas como las siguientes:

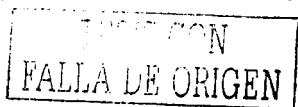
b) Si la fuerza f_{1+} aplicada al resorte de tipo R , a través de una intervención específica I_i , tuviera un valor τ_{1+} ligeramente mayor al límite elástico entonces el resorte recobraría su forma inicial.

c) Si la fuerza f_1 con un valor τ_1 se aplicara al resorte de tipo R , a través de una intervención específica I_i a menos $3^\circ C$, entonces ocurriría una elongación e_1 .

Este desarrollo de las oraciones contrafácticas me parece importante en tanto nos permite una apreciación cuantitativamente más precisa de las capacidades causales, así como la identificación de cambios de valor en variables como la temperatura, que deben ser excluidos para que la generalización causal respectiva funcione en una explicación. Sin embargo me parece que apoyarse en una distinción de capacidades causales a través de un análisis comparativo con las generalizaciones accidentales como lo hace Woodward no resulta apropiado para analizar contextos de intervención experimental con los que está comprometido⁵.

El análisis comparativo entre generalizaciones accidentales y leyes desarrollado por Hempel, estaba orientado por el proyecto positivista cuya preocupación era el análisis lógico de los enunciados, y no las prácticas experimentales. En este proyecto tanto los enunciados de leyes como los enunciados de generalizaciones acci-

⁵ Otros trabajos recientes que tratan de destacar el rol de la práctica científica como el de Marc Lange, *Natural Law in Scientific Practice* (2000), continúan sin embargo empleando esta distinción que sigue más bien una línea teórica de análisis lógico utilizando la distinción leyes/generalizaciones accidentales, y no la distinción causas/correlaciones que me parece resulta más adecuada para analizar las prácticas al interior de la tradición experimental de la ciencia.



dentales servían de antesala para arribar a la noción de *enunciado tipo ley*, noción formal ulterior a la cual Hempel trataba de reducir tanto los enunciados de leyes como los enunciados de generalizaciones accidentales. Bajo la propuesta que presento en este trabajo este tipo de análisis formal carece de motivación para un análisis filosófico donde las prácticas experimentales en la ciencia tiene un papel central, y para las cuales no tiene sentido distinguir entre generalizaciones accidentales y leyes, sino más bien entre correlaciones y causas genuinas. Es en esta distinción donde el análisis lógico muestra sus limitaciones ya que a través de él no es posible distinguir si un término descriptivo empleado en una explicación refiere una causa o una correlación. Al respecto uno de los motivos centrales al incorporar la práctica experimental es que ésta puede proveer los medios para elaborar criterios que sirvan a la distinción entre factores co-ocurrentes que son causalmente irrelevantes, y factores genuinamente causales.

Una narrativa que no sea causal puede generarnos cierta comprensión pero resulta incompleta para ciertos propósitos y en ciertos contextos como ocurre en la medicina donde es crucial la distinción causas/síntomas para instrumentar las intervenciones dirigidas a la prevención, el control y la curación de las enfermedades. Por ejemplo, una narración en la que se incluye como antecedente del sarampión solamente la aparición de sarpullido, carece de una respuesta a la pregunta de si éste antecedente es el responsable causal, o si es sólo un síntoma. Sin embargo desde un punto de vista formal ambos datos podrían formar parte del explanans en tanto sirven para *derivar* la presencia de los efectos de la enfermedad. En cambio desde las prácticas dirigidas a la prevención y curación de la enfermedad importa no sólo derivar, sino *distinguir e intervenir* en las causas y los síntomas que forman parte de las condiciones antecedentes.

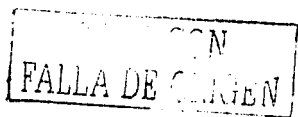
Es claro que cuando se busca esta distinción es porque se tiene la preocupación por el control de la causa para evitar que se presente o desarrolle la enfermedad, y en este caso controlar el sarpu-

llido no evitaría el desarrollo del sarampión. Es importante advertir sin embargo que el hecho de identificar las causas no hace inútil a la información no causal de los síntomas, ambas tienen roles muy importantes que jugar en este contexto distinguidas por la prevención y la curación de enfermedades. En este caso tanto para el paciente como para el médico, los síntomas sirven para justificar y robustecer un diagnóstico clínico o casero, que resulta vital para tomar las medidas preventivas que eviten la complicación del cuadro del sarampión.

Es importante destacar que en este caso de la medicina, así como en el resto de los dominios de aplicación como las ingenierías, la agronomía, etc donde las prácticas de control juegan un rol central la distinción entre correlaciones y causas genuinas es esencial. Esta distinción en cambio no forma parte de las distinciones importantes en la tradición teórica de la ciencia, y de la filosofía de la ciencia a ella asociada.

Esta preocupación por distinguir entre causas y correlaciones puede advertirse también en escenarios experimentales como muestran las recientes investigaciones genéticas dirigidas a encontrar al responsable genético de la diabetes II tipo Mody, aislándolo de otros genes o factores de dieta que, aunque están presentes en diferentes poblaciones enfermas, no son los responsables causales, sino simples factores co-ocurrentes. La exposición que haré a continuación de la investigación de esta enfermedad me servirá para mostrar la importancia de la distinción mencionada, y para destacar el rol que juega la noción de *variabilidad* en las prácticas experimentales dirigidas a establecer esta distinción.

El caso de la diabetes Mody, también conocida como diabetes juvenil tipo adulto, es una variedad de la diabetes II que ha resultado de interés particular por considerarse un caso de enfermedad monogenética, es decir, en donde un solo gen parece ser el responsable del desarrollo de la enfermedad, lo cual tiene importantes ventajas para la identificación del responsable causal, particularmente por economía de tiempo, de recursos metodológicos, tecno-



lógicos y conceptuales en la investigación. En particular la investigación en curso dirigida actualmente por María T. Tusié en la Unidad Genética de la Nutrición en el Hospital Nacional de Pediatría en México, muestran la manera en la cual la búsqueda de genes con capacidad causal para la diabetes Mody parte de un conjunto de candidatos causales iniciales *identificados por uniones* en los cromosomas 2, 5, 10, 13 y 18. A partir estas secuencias identificadas se van eliminando progresivamente algunos de los candidatos causales rivales hasta llegar a un *loci* específico en un cromosoma.

Sin embargo el escenario de la investigación es mucho más complejo de lo que acabo de describir. A continuación presentaré brevemente algunas de las dificultades que muestran el rol inferencial no monotónico que juegan algunas de las variaciones ambientales y de poblaciones. Las variaciones de grado, o incluso la inhibición de la capacidad causal en un solo gen, tendrán lugar de acuerdo a distintos arreglos de escenarios experimentales en los que variables como la dieta y la vida sedentaria pueden cambiar drásticamente las capacidades, y en consecuencia también los efectos, inhibiendo incluso el desarrollo de la diabetes.

De manera general la diabetes puede caracterizarse como la insuficiencia de la hormona insulina secretada por las células β en el páncreas. Esta hormona es la responsable de regular la concentración de glucosa, la cual es el carbohidrato de mayor importancia en la dieta de los mamíferos. Sin embargo, son numerosos los factores que se han encontrado como responsables causales en distinto grado de esta enfermedad, lo cual ha complicado el cuadro etiológico, y complicado en consecuencia las inferencias causales, y las explicaciones médicas en distintos pacientes y poblaciones. En los escenarios donde aparece la diabetes II se han identificado al menos tres variables de cuyo arreglo depende la manifestación o no de la diabetes. Estas variables son las siguientes:

- 1) El que la expresión de la capacidad causal de los genes no sea categórica, sino gradual y variable con relación a los arreglos

de los escenarios experimentales o reales. Por ejemplo, el gen de la calpaína 10 se ha vinculado a la susceptibilidad a diabetes II en la población mexicano-estadounidense, pero también se ha identificado el mismo gen en la población británica, aunque en ésta su contribución causal es menor.

- 2) La diversidad de genes candidatos causales y sus combinaciones varía tanto entre distintas poblaciones como entre individuos de una misma población, lo cual impide contar con un esquema causal único y transpoblacional que facilite las inferencias causales y las respectivas manipulaciones genéticas, así como las posibles curas. Este hecho obliga a que los investigadores genetistas identifiquen combinaciones específicas de genes, o incluso de un solo gen, por poblaciones. Por ejemplo, los mapeos genéticos han mostrado que en los indios Pima de Arizona, la población en el mundo con el más alto índice de adultos diabéticos, aproximadamente el 50%, presenta variaciones significativas en los cromosomas 1, 7 y 11. Esto podría hacernos pensar que entre estas tres variaciones está el gen causante, si no para toda la especie humana, si al menos para poblaciones semejantes a ésta. Sin embargo no ocurre así ya que para la población semejante de mexicano-estadounidenses se han descartado estos cromosomas, y en cambio se han localizado hasta ahora seis variaciones distintas en distintos cromosomas: 2, 3, 4, 9, 10 y 15.
- 3) El rol causal de factores ambientales como la obesidad o el sedentarismo dificulta la medición de la contribución causal específica de genes y sus combinaciones aun en poblaciones con semejanzas. Por ejemplo, mientras que los indios Pima de Arizona presenta 50% de adultos enfermos de diabetes con variaciones en los cromosomas 1, 7 y 11, los indios Pima de Sonora con los mismos genes variantes tiene menos del 5% de enfermos diabéticos. La diferencias de porcentaje se atribuyen de modo muy general, e impreciso por ahora, a variaciones en factores como la alimentación excesiva en grasas y al sedenta-

rismo del estilo de vida urbano que tienen los indios de Arizona, mientras que los de Sonora tienen en cambio una dieta baja en grasas y una vida rural con gran actividad.

La complejidad de los escenarios genético-ambientales descrita hace que las inferencias llevadas a cabo por médicos e investigadores biomédicos, aun en poblaciones de un mismo tipo, sean no-monotónicas en razón de que la información contextual adicional cambia la responsabilidad causal que se atribuye a ciertas regiones del genoma y no a otras.

Como puede apreciarse en la búsqueda de los responsables causales tanto entre factores genéticos como en factores ambientales la noción de variabilidad juega un rol crucial en su identificación, ya que los loci conservados como candidatos causales son aquellos cuya presencia tiene una variación significativa con respecto a otros loci en poblaciones que no padecen esta disfunción. Mientas que aquellos loci que no varían respecto de los registros de poblaciones sanas son descartados al inicio como responsables causales.

Hasta ahora se han identificado cinco genes asociados a la diabetes *mody*, uno de ellos que codifica para la enzima glucocinasa, regulador de la secreción de insulina por el páncreas, y cuatro genes más que codifican para factores transcripcionales involucrados en la expresión del gen de la insulina y otros genes pancreáticos (HNF-4a, HNF-1a, HNF-1b e IPF-1). Sin embargo, existen familias *Mody* donde el gen responsable no ha sido identificado aún por lo que estas familias representan un recurso valioso para la identificación de nuevos genes a través de mapeo o ligamiento genético. Para estos casos Tusié y su equipo han identificado hasta el momento mutaciones en los genes HNF-1a y HNF-4a en un 10% de los pacientes que investigan, e identificado tres familias *Mody* portadoras de genes nuevos donde es posible la identificación de uno o más genes nuevos implicados en el desarrollo de la enfermedad a través de ligamiento genético.

TECNOLOGÍA
FALLA DE ORIGEN

La estrategia de variabilidad en mapeo genético empleada muestra la importancia de identificar y discriminar genes o mutaciones que están asociados pero que son causalmente irrelevantes, tras esta eliminación de candidatos Tusié espera *sitiar* al gen causal para este subtipo de diabetes. Dada la gran cantidad de información causal y no causal que continuarán acumulando en esta investigación no puede descartarse la posibilidad de una conexión causal por singulares para identificar al gen responsable de la diabetes II Mody, que ocurra en la manera como ocurrió en el caso de Einstein y de Haas cuando identificaron a los electrones orbitantes alrededor del núcleo atómico como responsables de la fuerza magnética en los metales. En la siguiente sección presentaré los detalles de esta conexión causal por singulares.

En estos momentos nuestro conocimiento acerca de las propiedades causales del genoma humano es sumamente pobre; desconocemos las propiedades específicas de decenas de miles de genes, y sus capacidades causales. Las estrategias de mapeo del genoma humano en la búsqueda de genes causales que se está llevando a cabo actualmente en varios países muestran a mi modo de ver la importancia que tiene la noción de variabilidad en ciertos contextos. Inferencias causales como las que llevan a cabo los investigadores biomédicos que se encuentran asociadas de modo crucial a prácticas experimentales, son un buen ejemplo de la importancia que tiene la noción de variabilidad en escenarios en los que se carece de un acervo suficientemente amplio de información causal y no causal alrededor de los sucesos, que permita una conexión causal por singulares con la cual se lograrían enormes ahorros de recursos cognitivos, metodológicos, tecnológicos y económicos. Careciendo de las ventajas que da este acervo y la respectiva conexión por singulares los gastos son enormes, ya que en este tipo de investigaciones se comienza por las numerosas variaciones de un conjunto de factores co-ocurrentes *indiferenciados*, y se termina en una variación *diferenciada* una vez que han sido despejados

TESIS CON
FALLA DE

aquellos factores causalmente irrelevantes, y se ha *sitiado* al responsable causal.

La variabilidad puede mostrar a mi modo de ver dónde comienza la búsqueda de causas cuando se carece de acervos amplios de información alrededor del suceso en turno, es decir, cuando se comienza con un conjunto de factores donde inicialmente todos son sólo co-ocurrencias indiferenciadas. Las intervenciones experimentales juegan un rol muy importante en el proceso gradual de diferenciación y clasificación de tales factores, pero este aislamiento de causas genuinas de las correlaciones no se haya lógicamente clausurado como he señalado siguiendo las ideas de Peter Galison. En todo este trabajo de análisis me ha parecido importante advertir que un enfoque experimental en filosofía de la ciencia está orientado a la distinción entre responsables causales y factores co-ocurrentes a través de prácticas experimentales antes que al análisis lógico de los enunciados dirigido a distinguir entre leyes y generalizaciones accidentales como hace Woodward.

2.3. Cláusulas *ceteris paribus* y rangos de intervención

Tanto Woodward como Nancy Cartwright emplean el término de *capacidades* para referirse a poderes casuales, desde el punto de vista del primero las leyes expresan idealizadamente capacidades, y no relaciones entre universales como sostienen otros filósofos. Según Woodward:

We should think of laws of nature as abstract and idealized descriptions of powers and capacities possessed by particular objects and systems rather than as claims about relations between universals, and that the key notion for understanding laws is the notion of invariance rather than the metaphysical notion of necessary connection (1992,p. 210-11)

Como puede apreciarse en la cita las relaciones invariantes en la propuesta de Woodward juegan un papel crucial que la distingue

de propuestas sobre capacidades como la de Cartwright quien defiende en cambio que las capacidades por singulares, y no la invariancia, son la base primaria sobre la cual sobrevienen las asociaciones regulares que registran las leyes.

El *rango de invariancia* de una capacidad causal expuesto por Woodward puede proveer a mi juicio una herramienta fina de análisis para las capacidades, en particular para las variaciones graduales cuantitativas en las que se presenta un poder causal. A través de estas variaciones se identifica y defiende no sólo de manera cualitativa una capacidad específica, sino también se delimita cuantitativamente el rango de valores en el cual la capacidad, y el efecto respectivo, se hayan relacionados exitosamente. El ejemplo de la ley de Hooke que he presentado muestra no sólo la capacidad causal que el peso de un cilindro industrial puede ejercer sobre un resorte de acero, sino el rango de magnitudes de peso en el cual es permisible inferir contrafácticamente la acción exitosa del poder causal del cilindro respectivo.

En este sentido los *rangos de interención* proveen apoyo para conjuntos bien delimitados y detallados de situaciones contrafácticas. Algunos análisis filosóficos⁶ que también tratan de rescatar el poder explicativo de las generalizaciones causales han adoptado, en cambio, la estrategia de inclusión de cláusulas *ceteris paribus* que fungen como una *con* lógica la cual permite salvar y conservar el carácter deductivo de las inferencias a causas, sin embargo la inclusión de este recurso sin elementos adicionales presta apoyo sólo para un contrafáctico cualitativo, y no para un rango cuantitativo de ellos. Para Woodward la inclusión de estas cláusulas tiene limitaciones importantes ya que impide apreciar el rango específico de dependencia causal contrafáctica de un suceso con respecto a otro.

⁶ Pietroski, P. and G. Rey, "When Other Things Aren't Equal: Saving Ceteris Paribus Laws from Vacuity", *British Journal for the Philosophy of Science*, 46, 1995, pp. 81-100. Y, J. Fodor, "You Can Fool Some of the People All the Time, Every Thing Else Being Equal: Hedge Laws and Psychological Explanation", *Mind*, 1991, 100, 19-34.

La inclusión de un rango específico de validez contrafáctica permite en contextos experimentales la *ampliación* y el *refinamiento* de las inferencias causales de acuerdo con variaciones específicas. La ausencia de este rango acompañando a las respectivas generalizaciones explicativas puede conducir a inferencias contrafácticas fallidas que, en tanto se hayan formuladas sólo cualitativamente, corren el riesgo de rebasar el rango específico en el que la capacidad es válida. En este sentido nuestro catálogo de capacidades se amplía y refina como resultado de hacer explícitas las variables que bajo la formulación general de las cláusulas *ceteris paribus* quedan cubiertas y nudas. Estas cláusulas usadas en las generalizaciones explicativas, y aun en las leyes, sirven de *muletas* que ayudan a caminar a nuestras inferencias causales impidiendo que éstas tropiecen o caigan excesivamente, no sólo fracturando su esqueleto deductivo, sino incluso lesionando la confiabilidad que puedan tener en nuestro trotar inferencial. La explicitud de las capacidades lograda a través de las variaciones y las intervenciones robustece en cambio nuestras inferencias causales permitiéndonos prescindir poco a poco de las muletas lógicas. Me parece por lo tanto que la noción de *rango de intervenciones* resulta más apropiada para un análisis de las explicaciones causales basado en la experimentación que la noción de cláusulas *ceteris paribus*.

Por otro lado me parece que el abandono de la definición hempeliana de las leyes como enunciados universales verdaderos, definición que Woodward mantiene a salvo en su caracterización de las generalizaciones explicativas, así como el abandono de rol normativo que tales leyes han jugado en las explicaciones científicas, puede permitir la extensión de la noción de invariancia y del uso de poderes causales más allá de las generalizaciones explicativas empleadas en las ciencias especiales, en este caso hacia las generalizaciones rudimentarias que empleamos en contextos cotidianos como la citada en el ejemplo de Scriven (*supra* 1.1). Aceptando la vaguedad de leyes como la de Hooke, y los problemas de distorsión o falsedad que esto puede provocar, no hay razón en principio

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

para insistir en la universalidad de todas las leyes y en las creencias deterministas que éstas apoyan. Las cláusulas *ceteris paribus* empleadas para tratar de combatir la vaguedad de ciertas leyes, pueden servir igualmente para salvar la vaguedad de las generalizaciones rudimentarias recuperando su poder explicativo sin necesidad de ser transformadas en explicaciones ND. Y a su vez estas cláusulas pueden detallarse a través de intervenciones que proveen rangos de validez y dominios de invariancia. La noción de invariancia puede extenderse mostrando que no sólo las generalizaciones explicativas y las leyes la presentan, sino también las generalizaciones rudimentarias, reduciéndose con esto las diferencias entre unas y otras a una cuestión de grado. Al respecto me parece pertinente precisar que la sugerencia de recuperar el poder explicativo causal de las generalizaciones rudimentarias no forma parte de la teoría defendida por Woodward, sin embargo creo que la noción de invariancia puede aplicarse adecuadamente a estas generalizaciones distinguiendo las diferencias de grado en los niveles de invariancia, y en el rigor de las pruebas prácticas que éstas tienen con respecto a las generalizaciones usadas en las ciencias especiales.

Esto permite además que las generalizaciones explicativas sean parte del acervo cognitivo con el cual tanto biólogos como ingenieros formulan exitosamente explicaciones causales que no requieren ser redescritas en el modelo ND, y permite también incorporar en este catálogo de explicaciones causales exitosas a las explicaciones hechas a través de generalizaciones rudimentarias, rechazadas también por el modelo hempeliano.

Mi sugerencia es que tanto las generalizaciones explicativas de las ciencias especiales que defiende Woodward, como las generalizaciones rudimentarias de contextos cotidianos que defiende Scriven, y algunas leyes defendidas por Hempel como parte del modelo ND, funcionan bajo la suposición de ciertas condiciones ambientales expresadas en cláusulas *ceteris paribus*. En los análisis lógicos de las explicaciones estas cláusulas han servido para tratar de combatir la vaguedad que presentan los enunciados de leyes. La

idea es que estas leyes y generalizaciones funcionan en ambientes no controlados, o naturales, y en ambientes controlados como laboratorios, gracias a la suposición de una gran cantidad de factores contextuales favorecedores y perturbadores, que pueden lo mismo garantizar que impedir su funcionamiento.

Los informes de cláusulas *ceteris paribus* en las explicaciones han estado motivados en buena parte por la elaboración de modelos teóricos que conserven la simpleza y la economía de los recursos lógicos necesarios para hacer una inferencia causal. A esta economía y simpleza las ha acompañado también un interés por salvar hasta donde sea posible la deducción en estas inferencias. Sin embargo, desde un punto de vista experimental en el que se carece de una clausura lógica, y en el que una de las metas más importantes consiste en incrementar los catálogos de capacidades, lo mismo que el resto del acervo cognitivo empleado en estos escenarios, el uso de cláusulas *ceteris paribus* resulta improductivo. El costo que se paga en los escenarios experimentales por el uso de rangos de intervención y de dominios de invariancia es la pérdida de cierto grado de economía y de simpleza de recursos a cambio de capturar con mayor precisión las prácticas experimentales en la ciencia, y la manera en la cual crece nuestro conocimiento causal a través de distinciones continuas en factores que inicialmente aparecen como co-ocurrencias indiferenciadas alrededor del suceso a explicar.

Por otro lado la posibilidad pragmática que tenemos de dejar implícitos numerosos factores cuando ofrecemos una explicación a individuos con los que compartimos acervos cognitivos, nos permite conservar cierto grado de economía en el intercambio de explicaciones pese al aumento en los catálogos de capacidades, la inclusión de rangos de validez, y demás recursos generados en los escenarios experimentales. La noción de inferencia material que presento en las subsecciones 4.1 y 4.2. permite capturar esta economía para casos en los que explicamos sin presentar las generalizaciones respectivas dejándolas implícitas no como enunciados, sino como reglas de inferencia material cuya economía se haya

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

basada en la destreza con que son manejados socialmente los contenidos de los conceptos. Caracterizar las explicaciones a través de la noción de reglas materiales de inferencia permite calificar como *materialmente correctas* a las explicaciones que dejan implícitas las leyes o las generalizaciones por razones pragmáticas, y que son calificadas por Hempel como explicaciones elípticas (*supra* 1.4.). Sin embargo, bajo el análisis formal estas explicaciones representan casos anómalos de inferencias *formalmente incorrectas* descritas como inferencias entimemáticas⁷.

Con la sugerencia que articulo a lo largo de este trabajo pretendo mostrar que desde un enfoque experimental resulta indispensable dejar atrás las concepciones de contextos causalmente neutros que son adoptadas a través de la inclusión de cláusulas *ceteris paribus*, o bien a través de las estrategias de refinamientos en clases y subclases de referencia que expondré en la sección siguiente. En cierto sentido puede decirse que con la inclusión de estas cláusulas corremos el riesgo de mantener mudas las capacidades causales de las variables contextuales y de los cambios en sus valores, tanto en las explicaciones por generalizaciones explicativas en las ciencias especiales, como en las explicaciones por generalizaciones rudimentarias en los contextos cotidianos. Al respecto trabajos como el de Wilfrid Sellars (1958) que muestran la importancia de explicitar con detalle los compromisos adquiridos por estas cláusulas han contribuido al debilitamiento de la caracterización de las leyes como verdades universales independientes de contextos, y a debilitar igualmente las creencias deterministas que esto ha fomentado.

⁷ En mi trabajo de tesis (2001) presento con mayor detalle el rol de los aspectos implícitos en las inferencias causales, y la manera en la que las diferencias de los acervos cognitivos son los detonantes para la explicitud de reglas materiales de inferencia a través del intercambio social de las explicaciones. Ver en particular la sección 5.

2.4. Explicaciones causales singulares por *foco de contraste*

Como señalé antes el peligro de circularidad que enfrenta la caracterización de la causalidad por intervenciones de Woodward nos conduce a buscar una salida en las conexiones causales por singulares. De manera independiente a sus otros trabajos sobre explicación, Woodward desarrolla en dos de sus artículos (1984) y (1986)⁸ una teoría acerca de las explicaciones causales singulares (en adelante explicaciones CS), a través de la cual trata de establecer la independencia e irreductibilidad de este tipo de explicaciones al modelo hempeliano de leyes de cobertura (en adelante explicaciones LC). Según su teoría es posible identificar una causa, o al menos un factor favorecedor de un suceso, a partir de la comparación de dos situaciones, cuya diferencia consiste en que en una de ellas ocurren la causa y el efecto en las condiciones C, y otra en la que, bajo las mismas condiciones C, no ocurren dicha causa y su efecto respectivo.

Los siguientes son dos de los ejemplos de explicaciones CS en que basa su teoría:

- (1) El impacto del martillo causó el estrellamiento del vidrio
- (2) El corto circuito causó el fuego

⁸ En al menos dos artículos posteriores, "Supervenience and Singular Causal Statements" (1990), y "Capacities and Invariance" (1993), Woodward defiende una versión diferente de las explicaciones causales basada en lo que llama método eliminativista que es parecida en algunos aspectos a la propuesta de Cartwright. Sin embargo no es lo suficientemente preciso acerca de cómo podrían complementarse este método de eliminación para explicaciones por generalizaciones explicativas, y el método de foco de contraste para explicaciones causales singulares, ni tampoco menciona si debiera abandonarse este último método. Adicionalmente en una comunicación de Woodward que recibí por correo electrónico en julio del 2001 me confirmó que todavía sostenía la teoría para las explicaciones causales singulares que presentó en los artículos de los 80. Considerando esta información, y tomando en cuenta el importante lugar que ocupan en mi trabajo las explicaciones causales singulares, me ha parecido adecuado y útil ocuparme de su teoría de las explicaciones causales singulares como la presenta en los artículos de los 80.

La idea de Woodward es que estos enunciados son suficientes para tener una explicación completa, es decir, no hace falta la inclusión de una ley donde tales sucesos sean instanciaciones. Woodward incluye también la noción de factor favorecedor a través de un cálculo de probabilidades de la forma $P(e/c) > 0$. No me ocuparé de esta formulación, sin embargo, el tipo de análisis que presento para la noción de causa es extensivo a la de factor favorecedor.

Woodward presenta diferentes requisitos que a su juicio debe cumplir una teoría de las explicaciones CS. De estos requisitos el que me interesa destacar ahora es el de accesibilidad epistémica, que establece que los usuarios deben ser capaces de reconocer y apreciar los rasgos estructurales de sus explicaciones. Este requisito impide que sean presentadas leyes científicas para explicaciones como (1) y (2), si el usuario desconoce dichas leyes⁹. Es pertinente recordar al respecto que Hempel rechaza a las generalizaciones rudimentarias (*rough generalizations*) para obtener explicaciones por considerarlas empíricamente vagas, y admite sólo redescripciones por leyes científicas. Como he sostenido antes me parece que estas generalizaciones rudimentarias son igualmente invariantes bajo rangos específicos de intervenciones, así que en adelante las consideraré como análogas a las generalizaciones explicativas de las ciencias especiales. Woodward sin embargo no toma en cuenta el rol explicativo que pueden jugar estas generalizaciones rudimentarias para los casos que presenta de explicaciones CS; esta omisión juega un rol muy importante en el tipo de ejemplos que presenta en apoyo de su teoría como muestro más adelante.

⁹ En este caso la cláusula de accesibilidad epistémica que propone no niega la existencia de las leyes, sino sólo niega que éstas sean accesibles. En los casos de las explicaciones (1) y (2) existen las leyes de mecánica de sólidos, y las leyes de Ohm y Kirchhoff sobre corrientes eléctricas, entre otras. Al respecto en la subsección 4.4. expongo casos de explicaciones causales singulares como la llevada a cabo por Einstein y de Haas que cierran el paso de manera más contundente a las redescripciones por leyes de cobertura, ya que tratándose de sucesos inéditos las leyes no sólo son inaccesibles, sino que de hecho no existen.

Vinculado al requisito anterior, Woodward propone adoptar un enfoque que llama preanalítico en el tratamiento de las explicaciones CS basado en las siguientes dos ideas: tomar seriamente nuestra visión preanalítica acerca de explicaciones como (1) y (2), y rechazar la conocida tesis hempeliana de que tales explicaciones deban su eficacia explicativa al hecho de que insinúan o son aproximaciones de las leyes científicas respectivas.

Además de los rasgos anteriores, Woodward introduce la noción de foco de contraste que juega un rol central en su propuesta, y con la cual trata de mostrar el modo preanalítico a través del cual las explicaciones CS son endosadas como buenas explicaciones. Dicho foco consiste en:

explain simply in virtue of identifying *two* possible conditions such that a change from one to the other would make a difference for whether the explanandum-phenomenon or some specified alternative to it is favored (1984, p. 261n)

the explananda of singular causal explanations will also always possess a distinctive contrastive focus. When one asks "What caused *b*?" one typically has in mind a contrast between the actual situation, in which *b* occurs and some otherwise similar situation in which *b* does not occur. (We shall call this hypothetical alternative a contrast state; it indicates the contrastive focus...) (1984, p.262)

Como los casos de las explicaciones por generalizaciones causales (explicaciones GC en adelante), los casos de explicaciones causales singulares cuentan con las bases para responder a situaciones contrafácticas, sólo que en este caso no para un rango de ellas, sino sólo para una, ya que la inferencia causal que propone Woodward para estas explicaciones CS se apoya sólo en el contraste entre dos situaciones.

Según su concepción dicho foco de contraste permite identificar una causa sin que sea necesario suponer que los usuarios manejan herramientas metodológicas más sofisticadas, o que posean leyes. Las limitaciones que hago ver a continuación con esta noción me servirán de antecedente para mostrar en la sección final de

este trabajo otra manera en la cual el enfoque preanalítico puede articularse a través de la noción de inferencia material. A continuación reformulo el ejemplo (1) introduciendo el foco de contraste respectivo para que pueda apreciarse su rol en las inferencias para explicaciones CS:

Explanans: E_1 : El vidrio fue impactado con un martillo y se estrelló

Foco de contraste:

C_1 : Si el martillo no hubiera sido impactado contra el vidrio, y si hubieran permanecido iguales el resto de las circunstancias, dicho vidrio no se habría estrellado

Explanandum: El impacto del martillo causó el estrellamiento del vidrio

La idea de Woodward es que podemos establecer una inferencia segura acerca de la causa contando sólo con el enunciado E_1 y el contrafáctico C_1 . En otras palabras, que podemos hacer una conexión causal entre sucesos particulares a partir de que tenemos, por un lado, las condiciones R donde ocurre un suceso c y ocurre enseguida otro suceso e , y por otro lado, contrafácticamente podemos comparar la situación anterior con otra en la que teniendo las mismas condiciones R , si no ocurriera ocurre c tampoco ocurriría e . Me parece sin embargo que este tipo de inferencia causal basada en este foco de contraste presenta problemas importantes relacionados con el éxito de la conexión causal identificada. El siguiente ejemplo me servirá para tratar de mostrar estos problemas.

Piénsese el caso de un habitante de la ciudad — digamos Pepe Mojado — que al despertar advierte con sorpresa que la puerta de madera de su recámara abre con dificultad y que ha aumentado

ligeramente de tamaño. Esta situación lo enfrenta al reto de fabricar una explicación de dicho suceso. Siguiendo la recomendación metodológica de Woodward, este individuo recurre a la noción de foco de contraste, y trata de articular una situación comparativa que le sirva para fabricar el contrafáctico respectivo. Para lograr esto Pepe Mojado podría hacer un repaso mental buscando una condición x que no existió el día anterior cuando la puerta abría con libertad; al hacerlo advierte que la puerta fue tallada y lijada el día anterior para ser barnizada en los días subsecuentes, de lo cual obtiene la siguiente explicación:

- (3) El tallado y lijado de la puerta causaron su ligero aumento de tamaño, *ya que*

Foco de contraste:

Si el tallado y lijado no se hubieran hecho a la puerta y hubieran permanecido iguales el resto de las circunstancias, la puerta no habría aumentado de tamaño

Esta explicación puede parecer implausible a quien lee ahora esta enunciado, pero debiera ser suficiente bajo la teoría de Woodward en los términos en los que está planteada. Para algunos usuarios la causa aducida es evidentemente falsa aunque no puedan dar cuenta de por qué aumentó el tamaño de la puerta, ya que poseen el conocimiento general negativo de que el tallado y lijado de la madera no causan el crecimiento de la misma. Para otros usuarios, en cambio, resultará sencillo encontrar una explicación advirtiendo que la condición x buscada es la abundante humedad producto de una fuerte temporada de lluvias. En este caso poseen el conocimiento general de que la humedad abundante en el ambiente causa hinchamiento en la madera impidiendo que las puertas abran libremente. Pepe Mojado que ha ofrecido la explicación (3) desco-

noce, en cambio, las dos anteriores generalizaciones ya que se trata de un suceso inédito para él.

¿Cómo podemos saber con los elementos que proporciona Woodward cuál de las dos causas inferidas: la humedad o el lijamiento, es la correcta y evitar de este modo la filtración de factores co-ocurrentes tomados equivocadamente por causas? El problema que enfrenta esta inferencia es que la clase de las condiciones relevantes para obtener el foco de contraste no cuenta con una formulación medianamente precisa que permita al usuario saber si debe, o no, incluir factores que parecen tan distantes e irrelevantes como el clima, o bien eliminar factores tan cercanos y que parecen relevantes como el lijamiento y el tallado de la puerta.

Se enfrenta igualmente este problema si hablamos de factores favorecedores, ya que la metodología de Woodward permitiría la filtración de factores favorecedores irrelevantes cuyo efecto causal sería nulo o, en el mejor de los casos, resultaría despreciable en términos de probabilidades, como puede ocurrir con el hecho de haber colgado un portazapatos detrás de la puerta el día anterior al hinchamiento. La proliferación de presuntas causas o factores favorecedores que resultan irrelevantes puede ser tan abundante como tantos focos de contraste puedan presentarse, y no contamos con herramientas, proporcionadas por la propuesta de Woodward, que nos permitan reducir las filtraciones de estos factores y facilitar de esta manera la identificación de la causa reduciendo la falibilidad de esta metodología.

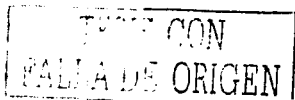
Por ejemplo, en el caso de la explicación (1) la pregunta contrafáctica '¿ Y qué pasaría si el martillo no hubiera impactado al vidrio?' cuya respuesta es 'El vidrio no se habría estrellado', está apoyada según Woodward en los dos elementos del explanans citado arriba. Sin embargo el mismo problema que he tratado de hacer ver sobre la identificación de causas equívocas se presenta también en estas preguntas contrafácticas. El usuario de la explicación del hinchamiento de la puerta por el tallado y el lijado de la misma se halla en posición de responder a la pregunta contrafácti-

ca análoga sin poder deshacerse del problema de la irrelevancia causal.

Por otro lado me parece que Woodward debiera decir algo al respecto de la extensión modal de la conexión causal obtenida por el foco de contraste. En este caso decir si sobre esta base sería posible o no responder a una pregunta contrafáctica como la siguiente: ¿Si ocurriera otro impacto de martillo en un vidrio este suceso causaría su estrellamiento? Al menos creo que tendría que decirse algo acerca de si el usuario del foco de contraste podría o no, si estaría comprometido o no, en responder esta pregunta a partir de la situación descrita. En otras palabras se trata de precisar qué rol jugarían en esta conexión por singulares obtenida por el foco de contraste sucesos futuros, en los que impactos de martillos causan estrellamientos de vidrios; por ejemplo, precisar si serían o no confirmaciones y base para generalizaciones como 'Impactos de martillos en vidrios causan su estrellamiento', o bien si la conexión causal por singulares es suficiente para sostener esta generalización.

A mi juicio el foco de contraste apunta en la dirección correcta acerca de la manera como identificamos causas a partir de situaciones de contraste como muestra la investigación genética de la diabetes II *mody*. Sin embargo a diferencia del uso de un recurso teórico como es una situación contrafáctica, con mi sugerencia pretendo mostrar que la situación de contraste es construida y guiada por la noción experimental de variabilidad como se muestra en el caso de la investigación experimental de la diabetes. En casos como éste la situación contrafáctica descansa en prácticas experimentales dirigidas por la noción de variabilidad

En la propuesta de Woodward sin embargo el recurso contrafático resulta insuficiente para asegurar por sí solo certeza o un buen índice de confiabilidad al identificar conexiones causales. Me parece que una tarea importante que forma parte de la solución a este problema consiste en precisar la manera en la cual, posibles condiciones ambientales causalmente irrelevantes, pueden ser identificadas y descartadas adecuadamente. En otras palabras, me pare-



ce que el foco de contraste en los términos en los cuales lo plantea Woodward resulta insuficiente para impedir o mostrar una manera de reducir inferencias acerca de presunciones causales equivocadas, o para reducir la identificación incorrecta de factores favorecedores.

Estos problemas pueden apreciarse no sólo en contextos cotidianos como ocurre en el caso de Pepe Mojado, sino también en contextos científicos. Por ejemplo, en el conocido caso de Semmelweis acerca de la búsqueda de la causa de la fiebre puerperal, o fiebre de posparto, cuando no se conocían los efectos infecciosos de los microorganismos¹⁰. Semmelweis se enfrentó a numerosas condiciones variantes entre dos salas de recuperación de mujeres parturientas, una de las cuales reportaba un bajo porcentaje de muertes, mientras que en la otra dicho porcentaje era muy alto. Semmelweis debía identificar la causa entre las variantes presentes en ambas salas: el hacinamiento, las diferencias de dieta, etc. Siguiendo la metodología de Woodward para este caso, la causa de dicha fiebre pudo ser atribuida a cualquiera de las dos condiciones anteriores, o bien al efecto emocional mortuorio que producía el paso de un sacerdote que daba la unción católica, precedido por un acólito que hacía sonar una campana.

La causa finalmente identificada por Semmelweis se hallaba dentro de los factores considerados inicialmente como causalmente irrelevantes. La muerte de un ayudante que se había cortado con un escalpelo usado momentos antes en la disección de cadáveres—lo cual constituía una práctica común entre los médicos que atendían partos— proporcionó el inicio de la solución, la cual requirió de la repetición de diversos casos de cortaduras con escalpelos infectados, para identificar plenamente que la causa de la fiebre que provocaba la muerte de gran cantidad de mujeres en la sala de recuperación respectiva, era producida por materia pútrida de los cadáveres que penetraba a través del torrente sanguíneo, mientras

¹⁰ Ver Hempel, *Philosophy of Natural Science*, 1966, pp. 2-8

que en la otra sala el bajo porcentaje de muertes se debía a que en ella se ubicaba a mujeres que habían sido atendidas por parteras, y en esta sala los médicos sólo hacían auscultaciones de rutina.

Siguiendo la descripción que presenté antes sobre la investigación genética de la diabetes Mody puede también advertirse el mismo problema ya que, siguiendo la metodología de Woodward, hubieran sido identificadas erróneamente como causas numerosas secuencias genéticas variantes entre poblaciones, cuando en realidad ha ocurrido que con recursos metodológicos adicionales fueron descartadas como causas, y consideradas en cambio como secuencias correlacionadas.

Me parece que el punto en el cual puede iniciar la solución a este problema con el foco de contraste en la identificación de causas, consiste en abandonar la idea de una cláusula a través de la cual el usuario trata de garantizar las mismas condiciones ambientales que constituirían una base estable y pasiva sobre la cual aislar e identificar la causa y el efecto. Este abandono puede dar sentido a la búsqueda de causas tanto en ambientes aparentemente iguales donde la causa genuina puede hallarse entre esos factores, como en aquellos donde ostensiblemente hay condiciones diferentes que facilitan la identificación de la causa. Mi sugerencia consiste en dar a las variables que conforman el contexto un rol activo y múltiple de acuerdo al arreglo experimental que se construya, lo cual tiene como consecuencia el que las explicaciones causales resulten inferencias no-monotónicas como he venido insistiendo. Desde el punto de vista del análisis lógico tradicional la incorporación de un nuevo enunciado que contiene un término descriptivo que no requiere ser distinguido como causa o factor correlacionado, no alteraría la conclusión obtenida en una explicación a través de las reglas clásicas de inferencia, sin embargo desde un punto de vista experimental la incorporación de términos causales o de correlaciones no resulta inofensiva, sino que provoca la alteración de conclusiones previas.

Resulta obvio el hecho de que no podemos capturar exhaustivamente las condiciones ambientales tanto favorables como perturbadoras, ni las diversas relaciones causales acerca de un suceso; pero tampoco me parece que podemos obtenerlas a partir de un par de situaciones que incluyen el foco de contraste como propone Woodward. En todo caso, sólo la exhaustividad podría proveernos las bases para hacer una inferencia deductiva a las causas con completa certeza, pero una pretensión como ésta me parece que responde más bien a una pretensión empírica mal encaminada.

Por otro lado, tampoco creo que ampliando las premisas que conforman el explanans con mayores focos de contraste y mayor número de condiciones ambientales, pueda obtenerse esa certeza completa, pero sí creo, en cambio, que puede lograrse un incremento de confiabilidad. No parece que sea posible establecer el número crucial y concluyente de condiciones, de repeticiones, y de focos de contraste, que aseguren un nexo causal invulnerable. Me parece, en cambio, que las diferencias son de grado y en este sentido la elección entre metodologías acerca de inferencias a causas ocurre más bien de manera comparativa entre tales grados, buscando incrementar la confiabilidad en la identificación de causas, y la estabilización en la construcción de sucesos y de los escenarios que los acompañan. Esto, me parece, ocurre tanto en contextos cotidianos como en contextos de experimentación científica, y de aplicación y consumo industrial.

El constreñimiento impuesto por la cláusula de Woodward en la que señala que sean mantenidas fijas las condiciones ambientales, puede dar la impresión de que bajo esta regla metodológica se logran aislar a la causa y su efecto. La idea es que las condiciones ambientales hacen las veces de una base estable o invariable que facilita la identificación de la causa, y del efecto respectivo, contando sólo con la comparación entre dos situaciones. Sin embargo, no podemos excluir que tanto al interior de las propias condiciones ambientales observables y no observables, como en ciertas condiciones no incluidas inicialmente, se encuentre la causa genuina del

aumento de tamaño de la puerta o de la fiebre posparto. No queda claro si este usuario debiese saber de antemano cuáles son los factores perturbadores que impedirían el estrellamiento, y excluirlos de este modo como parte de las condiciones ambientales; ni tampoco si debiese saber dónde terminan macroscópica y microscópicamente las condiciones que debe considerar. En otras palabras, en casos como el de la fiebre posparto y el del hinchamiento de la puerta, no se dice nada acerca de si los usuarios deben precisar cuáles son los factores que deben conservarse y evitarse para obtener, a partir de las dos situaciones que propone Woodward, la causa buscada.

Dentro de la teoría general de Woodward sobre la explicación hay una tensión en cuanto al rol que las explicaciones causales singulares tienen respecto de las explicaciones causales por generalizaciones, ya que si la caracterización de la causalidad para generalizaciones en términos de un acervo cognitivo causal y no causal previo es circular, y la salida a este problema es por singulares, entonces esto desplaza a la noción de invariancia, la cual, debido a las repeticiones experimentales que requiere, no puede formar parte de los rasgos que caracterizan a una genuina conexión causal entre singulares.

Pese a las fallas que pueda tener el contraste contrafáctico, la consideración de situaciones comparativas en la búsqueda de una explicación causal parece apuntar en la dirección correcta. Al respecto la noción de variabilidad puede jugar un rol importante en escenarios experimentales donde se carece del acervo cognitivo particular para hacer la conexión causal respectiva, o bien donde este acervo es muy pobre. El caso que he descrito acerca de la investigación genética de la diabetes Mody es de este tipo. En este caso la variabilidad con respecto a mapas genéticos de poblaciones sanas, más el acervo cognitivo incompleto de los experimentadores, conforman el núcleo metodológico para una investigación etiológica, en la cual no sólo las posibles causas genéticas y su modo de operación son desconocidas, sino también se carece de un

conjunto de conocimientos causales y no causales alrededor de la enfermedad que permitan situar más rápidamente al gen causal.

La introducción de la noción de variabilidad puede servir para mostrar cierta continuidad con la noción de invariancia a través de contextos experimentales y de producción industrial. Esta continuidad, me parece, puede proveernos una herramienta de mayor alcance para dar cuenta de las inferencias causales en estos contextos y las prácticas respectivas.

La propuesta de Nancy Cartwright que presento en la siguiente sección me ayudará a desarrollar más estas ideas y otras anteriores relacionadas con las capacidades causales, y con el distinto rol que pueden jugar los acervos cognitivos de los usuarios en las conexiones entre singulares.

2. 5 El rol de las generalizaciones rudimentarias y las comunidades de usuarios

Comparto con Woodward el rechazo a la idea de que la mayoría de los usuarios de explicaciones como (1) o (2) puedan citar leyes científicas complejas a favor de tales explicaciones. Para el caso (1) del rompimiento del vidrio Woodward afirma que "*underlying are complex laws having to do with the transfer of momentum in inelastic collisions, the structure of glass, and so forth [...] it is deeply implausible that singular causal claims provide understanding in virtue of providing such information.*" (1986, pp. 268-9)

Me parece, sin embargo, que incluso si dichos usuarios, por ejemplo científicos, pudieran citar tales leyes formulando descripciones nomológico-deductivas, dichas leyes son prescindibles para lograr explicaciones exitosas. Mi crítica a los casos en que Woodward basa su teoría consiste en que el entendimiento explicativo que proveen (1) y (2) no tiene su fuente en el foco de contraste ni en leyes, sino en generalizaciones rudimentarias que *subrepti-*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ciamente están haciendo el trabajo explicativo, y que pueden ser caracterizadas como reglas materiales de inferencia basadas en predicados de capacidades causales como muestro en la última sección.

Quisiera ahora revisar el ejemplo (1) bajo la siguiente formulación empleando este tipo de enunciados generales alternativos a las leyes que Hempel describe como generalizaciones rudimentarias (GR):

Formulación 1:

GR₁: Impactos de martillos en los vidrios causan su estrellamiento

E₁: Ocurre un impacto de martillo sobre un vidrio

E₂: Ocurre el estrellamiento del vidrio

Con esta reformulación y con el caso del hinchamiento de la puerta estoy tratando de mostrar que para llevar a cabo la metodología del foco de contraste debiera evitarse que el usuario sepa de antemano lo que se pretende explicar si relaciona un conocimiento implícito, o explícito, expresado en enunciados generales rudimentarios como: 'Impactos de cuerpos pesados sobre cuerpos frágiles causan su estrellamiento', o 'La humedad abundante causa el hinchamiento de la madera'; ni tampoco contar con predicados disposicionales de los términos singulares en cuestión, es decir, saber que la madera es 'hinchable', o que el vidrio es 'estrellable'.

A mi juicio este tipo de enunciados generales rudimentarios tienen un importante rol explicativo en los ejemplos de Woodward, ya que éstos cumplen con el requisito de accesibilidad epistémica, y pueden ser citados por los usuarios de las explicaciones (1) y (2). De hecho, creo que puede aceptarse que una gran mayoría de usuarios de dichas explicaciones, dada su familiaridad con tales sucesos, están en posesión de generalizaciones rudimentarias

como GR_1 , lo cual me parece que representa un problema grave para la teoría Woodward. Si se considera la posibilidad de que tales generalizaciones podrían formar parte de su teoría, me parece entonces que el foco de contraste expuesto antes resultaría un rasgo estructural secundario desplazado por las generalizaciones rudimentarias.

Al respecto me parece que el requisito de Woodward acerca de la accesibilidad epistémica de los usuarios a los recursos explicativos, debe conservarse para una teoría de la explicación. Si esto es aceptado, dicho requisito bloquea la ruta de regreso al modelo LC , ya que la mayor parte de los usuarios de explicaciones como (1) y (2) desconocen las leyes pertinentes. Pero por otro lado esta conservación de la accesibilidad epistémica nos enfrenta a otro problema relacionado con el tipo de generalización rudimentaria con la cual la explicación (1) debe completarse según el tratamiento tradicional de los entimemas. De acuerdo al tratamiento lógico tradicional enunciados como (1) no son en realidad explicaciones completas, sino formulaciones entimemáticas que omiten la premisa mayor de la inferencia, que en este caso se trata de un enunciado causal general. La siguiente formulación me ayudará a mostrar este problema.

Formulación 2:

GR_2 : Los impactos de martillos sobre cuerpos frágiles causan su estrellamiento

E_1 : Ocurre un impacto de martillo sobre un vidrio

E_2 : El vidrio es un cuerpo frágil

E_2 : Ocurre el estrellamiento del vidrio

Woodward podría aceptar la inclusión de estas generalizaciones rudimentarias analogándolas a las generalizaciones explicativas como sugerí antes, si embargo además de esto es necesario agregar

un recurso que nos indique cuál de las dos generalizaciones, GR_1 o GR_2 , debe ser relacionada con la explicación del estrellamiento del vidrio, y fijar de este modo el contexto en el cual se hace la conexión causal respectiva, ya que mientras los términos descriptivos de GR_1 pueden ser accesibles a una comunidad C de usuarios, los términos descriptivos de GR_2 pueden resultarles desconocidos y en consecuencia GR_2 sería incorrecta como complemento a la formulación entimemática de la explicación en (1).

Los tratamientos usuales en lógica han tratado de remediar la incompletud de tales inferencias suministrando un enunciado general, sin precisar la manera en la cual debe elegirse entre dos o más enunciados para dar cuenta de la manera en que la comunidad en turno opera tales inferencias causales. En este sentido comparto con Woodward el requisito de accesibilidad epistémica el cual nos ayuda a impedir que sean descalificadas explicaciones por generalizaciones explicativas, o por generalizaciones rudimentarias, mostrando que son redescribibles en explicaciones por leyes de cobertura pese a que los usuarios las desconozcan. Pero como he tratado de hacer ver con el ejemplo anterior me parece que este requisito debe precisarse más para que nos guíe sobre cómo fijar la comunidad relevante ante situaciones donde más de una generalización explicativa o rudimentaria puede ser empleada. Con la noción de inferencia material que articulo en la subsección 4.2 pretendo dar una respuesta a este problema ya que dicha noción toma en cuenta la destreza que los usuarios tienen en el manejo de los contenidos de los conceptos para formular explicaciones casuales.

En resumen lo que estoy tratando de mostrar con las formulaciones 1 y 2 es que para sucesos con los cuales los usuarios se hallan bastante familiarizados, las generalizaciones rudimentarias pertinentes desplazan al foco de contraste como rasgo estructural y distintivo de las explicaciones CS , mientras que para sucesos o aspectos de ellos que son inéditos para los usuarios, es decir, en los cuales no existe la posibilidad de que posean la generalización rudimentaria pertinente, el foco de contraste permite la inferencia a

causas erróneas, y falla en consecuencia también como rasgo estructural de estas explicaciones. En la sección anterior mostré cómo la caracterización de Woodward para la causalidad en enunciados generales nos lleva en realidad a una conexión causal entre sucesos singulares inéditos para tratar de salir de este modo del peligro de la circularidad que enfrenta su propuesta. Este resultado nos ha conducido a su vez a la búsqueda de una formulación de la causalidad entre singulares, que como hemos visto en la propuesta de Woodward falla también al permitir la filtración de factores irrelevantes como causas genuinas, o bien al existir posibilidad de que enunciados generales rudimentarios atrincherados en el acervo cognitivo de los usuarios sean los que realmente están haciendo el trabajo explicativo.

Formulaciones como las dos anteriores del ejemplo (1) usado por Woodward enfrentan a su propuesta con el reto de mostrar que tales generalizaciones rudimentarias, fuertemente atrincheradas en el acervo cognitivo de los usuarios, no estén haciendo subrepticamente el trabajo explicativo en las explicaciones \mathcal{CS} por focos de contraste. O bien, en caso de aceptar que estas generalizaciones son las que están haciendo el trabajo explicativo, lo enfrentan a la tarea posterior de fijar la generalización pertinente en una comunidad específica garantizando que le es epistémicamente accesible.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capacidades en Nancy Cartwright y explicaciones causales singulares

Índice

- 3.1. Midiendo la causalidad: probabilidades, contextos no pasivos e inferencias no monótonas, 104
 - 3.2. Causalidad por singulares: el experimento de Einstein y de Haas, 119
 - 3.3. Causalidad por singulares: incompletud y estabilización, 123
 - 3.4. Realismo de capacidades, 143
-

Bertrand Russell mantuvo que las leyes funcionales allanarían el camino para dejar atrás la noción de causalidad mostrándola como una institución anquilosada del lenguaje, a la manera como la vetusta monarquía había sido reemplazada por nuevas formas de gobierno. Cartwright ubica su trabajo en oposición a la línea del argumento russelliano seguida entre otros por Carnap, y por una buena parte de la tradición empirista posterior en filosofía de la ciencia hasta Bas van Fraassen. Su argumento está dirigido a mostrar que las formulaciones algebraicas de leyes sólo pueden ser aplicadas a través de lo que llama *concretización* en dominios específicos como la economía y la medicina, y en este nivel de aplicación el lenguaje de capacidades causales parece ser irreductible a leyes funcionales. Con esta línea de argumento busca mostrar la insuficiencia del aséptico lenguaje empirista para capturar adecuadamente las adscripciones de capacidades.

La idea que ha guiado a la tradición empirista humeana sobre el tema de la causalidad ha partido del rechazo a la idea de capturar causas a través de conexiones entre sucesos particulares. Hume

buscó una salida al problema de la causalidad en el nivel genérico de las asociaciones regulares que requerían de la repetición de sucesos, sin embargo esta estrategia ha enfrentado la paradoja de que en este nivel terminan disolviéndose las *conexiones causales* que pretendían capturarse de este modo, quedando solamente *asociaciones regulares* entre sucesos. El resultado de este análisis ha sido el rechazo al uso de poderes causales para explicar por qué pasan las cosas, ya que tanto cotidianamente como en algunos dominios científicos hablamos de estos poderes como si tuviéramos evidencia observacional del modo cómo operan, cuando en realidad carecemos de ella. Es decir, hablamos de capacidades causales violando el criterio empirista de verificación, y con ello hacemos de las conexiones entre causas y efectos, obscuras conexiones metafísicas que resultan más bien supersticiones según Wittgenstein.

La estrategia argumentativa que Cartwright emplea en su defensa de las leyes causales consiste en partir de las críticas a las formulaciones probabilísticas de la causalidad para presentar una caracterización que coloca a las conexiones causales singulares a la base de las leyes. Estas conexiones causales entre singulares están ejemplificadas por lo que Cartwright llama experimentos de un *solo tiro*, es decir, experimentos que logran en la primera prueba establecer un nexo causal. Tales conexiones entre singulares son la base para defender que son los ejercicios de capacidades, y no las leyes, los que suministran el poder explicativo en la ciencia.

De acuerdo con Cartwright la interpretación humeana de la causalidad ha estado de cabeza, y de lo que se trata ahora es colocarla de pie mostrando que tal noción —en particular la causalidad capturada entre singulares— tiene un estatus primario con respecto a las regularidades. La meta que persigue consiste en recuperar la noción de causalidad basada en la metodología y la normatividad de un empirismo amplio que llama empirismo práctico de mediciones (*practical empiricism of measurement*).

Poner de pie a Hume, según Cartwright, consiste en colocar a las aseveraciones causales entre sucesos particulares, como el mate-

rial primario para el establecimiento de regularidades a través de probabilidades, más la adscripción de capacidades. La idea es que las regularidades juegan un rol secundario y derivado, en tanto son evidencia que se suma a evidencia previamente acumulada a través de la cual han sido ya establecidas conexiones causales entre singulares. De acuerdo con Cartwright *the generic causal claims of science are not reports of regularities but rather ascriptions of capacities, capacities to make things happen, case by case.*

Ejemplos de tales adscripciones causales genéricas son enunciados como los siguientes: 'Las aspirinas alivian (o tienen la capacidad de aliviar) el dolor de cabeza', 'La inversión en poblaciones de moléculas produce (o tiene la capacidad de producir) una emisión láser', y 'La humedad abundante causa el hinchamiento de puertas de madera'.

Sin embargo el caso de los experimentos de un solo tiro no parecen ser los únicos casos de conexiones causales por singulares. Basado en la propuesta de Cartwright y en las prácticas experimentales, pretendo mostrar que es posible lograr conexiones causales singulares en más de un tiro, en situaciones en las que la información causal y no causal alrededor del suceso a explicar es incompleta. Estos casos, al igual que los de un tiro, representan casos de conexiones causales cualitativas a los que puede añadirse un caso más de conexiones causales por grados que sugiero al final de esta sección. Estos dos casos de conexiones sumados con el caso de Cartwright pueden proveer las bases preliminares para una teoría con mayor alcance descriptivo y normativo acerca de las explicaciones casuales singulares.

Los casos que sugiero siguen los desarrollos de Cartwright y me parece que incluso podrían considerarse cómo consistentes con sus planteamientos siempre que esta filósofa aceptara que es admisible la falibilidad en la adscripción de un poder causal, es decir, que es aceptable hablar de la adscripción confiable de capacidades.

Por otro lado Cartwright ha dirigido su atención a mostrar a través de los procesos de *concretización* que las leyes son descriptio-

nes verdaderas de los hechos sólo si se acompañan de cláusulas *ceteris paribus*, que dan cuenta de las variadas condiciones ambientales que una ley necesita para funcionar. En estos procesos de concretización se ha ocupado abundantemente de la tradición experimental en la ciencia y de sus aplicaciones. Sin embargo, en estos procesos de concretización y de descripciones verdaderas no se ha ocupado de analizar las características que distinguen el éxito empírico de la tradición experimental, del éxito empírico de la tradición teórica.

Al respecto me ha parecido pertinente en este trabajo buscar una caracterización específica para la tradición experimental, particularmente para caracterizar el éxito empírico en los distintos tipos conexiones causales por singulares que presento en esta sección. Siguiendo algunas de las ideas de Andrew Pickering he introducido para este propósito la noción de *estabilización*. Tal introducción me servirá para dos objetivos. El primero ya mencionado de que con esta noción, a diferencia de la noción positivista de *verificación* ligada a la tradición teórica, puede caracterizarse de mejor manera el tipo de éxito empírico que se logra en la ciencia experimental. El segundo objetivo tiene que ver con el rol normativo que puede jugar la estabilización de efectos cuando el acervo de conocimientos con el que contamos para hacer una conexión causal es incompleto.

3.1. Midiendo la causalidad: probabilidades y contextos no pasivos

La manera en la que Cartwright defiende que hablemos de capacidades causales es a través de mediciones estadísticas y de conexiones causales por singulares. Su idea es que las leyes estadísticas son mediciones indirectas de las capacidades, es decir, rechaza que esté tratando de articular una justificación en términos del verificacionismo directo adscrito a una tradición empirista estrecha, esto es,

una justificación a través de observaciones directas acerca de qué son, y cómo operan las capacidades causales. Su idea, en cambio, es que podemos extraer *causas* de los registros estadísticos, y no sólo factores *estadísticamente relevantes*, particularmente cuando se registran cambios significativos inesperados en las probabilidades que apuntan a conexiones causales por singulares; de manera que una conexión de este tipo que explique dicho cambio significativo, se convierte en la base para la adscripción de un poder causal determinado, a la cual sobrevienen mediciones estadísticas posteriores. Esto muestra una conexión estrecha entre las generalizaciones causales y las causas por singulares, ya que en éstas es donde se apoyan los cambios estadísticos significativos que nos señalan una nueva conexión causal.

Cartwright (1998) construye su caracterización de la causalidad a partir de una crítica a dos formulaciones precedentes en términos de probabilidades. La primera de ellas se haya en la línea desarrollada por Patrick Suppes que trata de colocar el incremento de probabilidad como signo de causalidad. La formulación es la siguiente:

1ª Formulación:

$P(c/c) > P(e/\neg c)$ entonces puede inferirse que *c* es una causa o un factor causal de *e*

Cartwright muestra que esta definición falla en casos de sucesos que son sólo correlaciones las cuales no tienen rol causal alguno. Cita como ejemplo de esto el hecho de que en un cierto intervalo de edad en los adultos, el alto consumo de dulces y el divorcio están asociados. En este caso, lo mismo que en el que presenté antes donde se asocia el sarpullido al sarampión, el incremento en el consumo de dulces y la presencia de sarpullido en la piel son sucesos precedentes asociados a la ocurrencia posterior de divorcios, o de padecimientos de sarampión, pero ninguno de ellos tiene en realidad algún rol causal pese a que cumplan con la formulación

citada arriba. Es fácil advertir en estos casos que de hecho, tanto psicólogos como médicos, distinguen tales sucesos precedentes como factores causalmente irrelevantes en los divorcios, o en el padecimiento de sarampión. Sin embargo dicha irrelevancia causal no les impide apreciar el valor que estos factores tienen para un elaborar el diagnóstico oportuno de una enfermedad y el control respectivo de la misma.

A juicio de Cartwright este tipo de fallas no se salva recurriendo al expediente de lo que describe como estrategia de estratificación (*stratification*), que consiste grosso modo en agregar a la definición anterior la prescripción de mantener fijas las condiciones contextuales, tratando de identificar la causa a través de la medición de la variación en algún factor con respecto a la medición obtenida en el momento o situación precedentes. El problema, aduce Cartwright, es que aun en estos casos en los que mantenemos fijo el contexto, nuevamente el consumo de dulces y el sarpuellido aparecen como causas ya que ambos pasan los requisitos que establece esta definición ampliada con la estratificación.

Ejemplos como estos permiten observar, nos dice Cartwright, que la consideración de sólo dos variables y el empleo de la técnica de estratificación resultan insuficientes para identificar una causa. Para enfrentar estos problemas Cartwright sugiere una nueva formulación que prescriba la necesidad de contar con información adicional de situaciones comparativas precedentes que sirven para identificar otras causas además de la causa en turno, así como factores obstructores y favorecedores que pudieran ocultar o perturbar la contribución causal del factor sujeto a medición. En este sentido los registros estadísticos resultan un indicador útil, pero por sí solo insuficiente para identificar causas. La idea es que los efectos en el incremento de la probabilidad pueden apuntar a causas, pero es necesario además contar con un acervo de información adicional para despejar con ella la causa buscada, identificando y midiendo previamente otras posibles causas, así como factores perturbadores, y lo mismo ordenando adecuadamente las con-

diciones favorecedoras para que la capacidad causal buscada, y el efecto respectivo, hagan su aparición.

La segunda formulación que Cartwright presenta (1989a, p.56) agrega a la información de registros estadísticos un conjunto de enunciados sobre la información de trasfondo mencionada para que con ella sea posible extraer una conexión causal. La reformulación siguiente incorpora la necesidad de este acervo adicional de información para extraer causas de probabilidades:

2ª Formulación:

$$P(E/C \pm F_1 \pm \dots \pm F_n) > P(E/\neg C \pm F_1 \pm \dots \pm F_n)$$

Donde F_1, \dots, F_n describen los posibles estados de cosas (*arrangements*) que causan E. El símbolo $\pm F_n$ describe una elección definida entre la presencia o no de F_n , es decir, entre $\neg F_n$ o F_n . Y donde $\{F_1, \dots, F_n, C\}$ es descrito como el conjunto CC causal completo de E. O, en otras palabras, donde cada F describe un factor que tiene un rol causal o que obstruye C.

Como puede apreciarse en esta formulación el conjunto de información de trasfondo requerido resulta bastante variado y amplio, lo cual restringe y complejiza las situaciones experimentales, Cartwright acepta este hecho haciendo ver que esta no es una situación que sólo competa a esta nueva formulación, sino que más bien se trata de una situación que se multiplica y es común en dominios como la economía o la física experimental. En este sentido numerosos casos en estos dominios muestran que la identificación de conexiones causales se complejiza altamente cuando los dominios de trabajo se hacen más concretos, y la uniformidad del contexto en muchas ocasiones es más bien la excepción, y no la regla como ocurre en el caso descrito antes de la investigación genética de la diabetes.

Esta segunda formulación incluye la posesión de un acervo de información adicional, el conjunto CC, con el apoyo del cual se

busca adquirir nueva información causal. De acuerdo con esta formulación el nuevo conocimiento causal requiere del conocimiento causal previo. En principio a través de este nuevo requisito sería posible identificar, entre otros, diversos factores irrelevantes co-ocurrentes como el consumo de dulces o la aparición de sarpullido. Las dificultades prácticas para cumplir el requisito CC son a mi juicio enormes y sólo se cumple en una minoría de casos, particularmente en lo que se refiere a la *completud* de la información requerida. Más adelante mostraré algunos de los problemas que enfrenta el cumplimiento de este requisito, por ahora quisiera señalar tan sólo que la identificación y diferenciación de las distintas variables contextuales involucradas en la búsqueda de una conexión causal, son identificadas de manera experimental y gradual resultando casi imposible tener la seguridad de que contamos con la completud que demanda esta formulación.

De hecho, diversas y numerosas situaciones prácticas en ingeniería, en medicina y en física experimental muestran que cambios en los valores de las variables, o la aparición de una variable nueva, pueden producir cambios drásticos en las mediciones previas, lo cual conduce a la pérdida y reconfiguración cuantitativa y cualitativa de las asociaciones previamente capturadas, sean éstas de causas, de factores favorecedores, o de factores perturbadores. De hecho Cartwright emplea un ejemplo de economía para tratar de mostrar las diferencias de su propuesta frente a otras que omiten, o consideran poco relevante para un análisis estadístico, el rol que pueden jugar las interacciones causales en la explicación de cambios en la adscripción de capacidades. El ejemplo es presentado bajo dos versiones, una con dos variables, y otra agregando dos variables a las anteriores, mostrando los cambios que ocurren en una y otra situación (*arrangements*) en las conexiones causales.

En estudios publicados entre 1972 y 1982 el economista Christopher Sims¹ defiende la tesis keynesiana que relaciona causalmen-

¹ "Money, Income and Causality", *American Economic Review*, 1972 (65), pp. 540-52.

te la cantidad de dinero circulante, y la renta o utilidad bajo el siguiente enunciado: 'El incremento en la cantidad de dinero circulante causa el incremento de las utilidades'. Esta conexión causal está planteada bajo la medición de sólo dos variables: el dinero circulante y el producto interno bruto. En este caso la medición del incremento en la utilidad es del 37%. Sin embargo, si son incluidas dos variables más: la medición de los precios domésticos y las estimaciones de tasas de interés nominal, los resultados arrojan valores diferentes: el dinero circulante contribuye sólo con el 4% de la utilidad. Y todavía más, si son incluidas las variables de gasto e ingreso público (gubernamental), la contribución causal del dinero circulante desaparece, con lo cual la hipótesis keynesiana pierde el apoyo obtenido bajo un modelo en el cual el número de las variables es menor. Nótese en este caso que un tratamiento por refinamiento en las clases de referencia trataría de salvar la conexión keynesiana limitándola a las situaciones donde sólo ocurren las dos variables iniciales, desestimando la complejidad de operación de la capacidad causal del incremento del dinero circulante bajo la influencia causal de nuevas variables.

Este tipo de ejemplos ayudan a advertir que para el análisis causal es necesario tomar en cuenta la mezcla e interposición de distintas variables cada una con capacidades causales diferentes al interior de un mismo contexto. Siguiendo el planteamiento de Cartwright mi argumento está dirigido a mostrar que para el análisis causal del contexto es necesario abandonar el énfasis en la noción empíricamente aséptica de 'derivación' o 'consecuencia lógica', empleada para vincular las condiciones antecedentes con el suceso por explicar, adscribiendo en cambio capacidades causales como vínculos entre los ciertos sucesos antecedentes y los sucesos consecuentes respectivos. De esta manera si adscribimos distintas propiedades causales a las variables que conforman el escenario antecedente pueden obtenerse explicaciones basadas en contextos causalmente interactivos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Adoptar esta concepción acerca de contextos causalmente interactivos mostrará por otra parte el carácter no monotónico de estas inferencias explicativas tal como ocurre en el caso anterior donde las conclusiones son alteradas al incluir nueva información. Una de las salidas para tratar de salvar el carácter monótono en estas conexiones causales ha consistido en la introducción de cláusulas *ceteris paribus*. Sin embargo este recurso no resulta completamente satisfactorio para impedir, o remover, los factores que provocan la no monotonicidad en las inferencias causales, ya que estos no pueden conocerse a priori ni exhaustivamente. Por el contrario, reconocer la necesidad del empleo de estas cláusulas delata en realidad el carácter no monotónico irrefrenable, inducido por la información adicional causal y no causal que es extraíble de las condiciones contextuales, cuando éstas son alteradas y ordenadas en nuevos escenarios experimentales. En este caso las explicaciones causales conservan su monotonicidad sólo cuando las premisas que se adicionan describen sucesos o aspectos de ellos que son correlaciones causalmente irrelevantes, y que desde un punto de vista lógico resultan ociosas y carentes de valor con respecto al explanandum o las conclusiones obtenidas. Sin embargo como he expuesto desde la sección anterior, bajo un punto de vista experimental y práctico estas correlaciones pueden ser muy valiosas y útiles para fines de control en los efectos como ocurre en la medicina, donde son usadas como síntomas que ayudan a mejorar diagnósticos para el control de enfermedades.

Otras propuestas han omitido también este rol causal activo del contexto, articulando una salida a través de la conocida estrategia de modificaciones y refinamientos en clases y subclases de referencia, para acotar de este modo el funcionamiento correcto de las diferentes correlaciones estadísticas. El problema que producen estas estrategias es que las leyes estadísticas continuamente están requiriendo de excusas a sus excepciones, y de reformulaciones que no dicen nada acerca de lo que está ocurriendo con las variables al interior del contexto. La utilización de capacidades —nos

dice Cartwright—hará mucho más por nosotros para enfrentar esa tarea a cambio de pagar un pequeño costo metafísico. Desde la sugerencia que articulo en este trabajo, las capacidades permiten además explorar una manera de dar cuenta de las prácticas en la tradición experimental de la ciencia. La disyunción entre estas dos alternativas se plantea entre mantenernos reparando continuamente leyes estadísticas y clases de referencia, o bien adoptar capacidades; entre ajustar a nivel de clases de referencia, o reconfigurar en el ámbito de conexiones causales y las capacidades respectivas.

La inclusión de las cláusulas *ceteris paribus* conduce a mantener mudas y estáticas las variables desde el punto de vista de sus capacidades. La propuesta de Cartwright, en cambio, puede ayudarnos a recuperar para un análisis filosófico el rol activo de las variables contextuales mostrando la multiplicidad de las conexiones causales que pueden extraerse de un escenario experimental bajo nuevas variables, y bajo cambios en sus valores. La idea es que las diversas leyes causales que pueden extraerse de un contexto dan cuenta de capacidades múltiples, muchas de ellas nuevas, que contribuyen a la ampliación de nuestro acervo de conocimiento causal, y nos habilitan en ese sentido para hacer entrar a escena nuevas conexiones causales a través de la experimentación. Veamos como plantea Cartwright su idea acerca de este rol activo y su relación con las cláusulas *ceteris paribus*:

Philosophers trying hard to characterize a concept of causal law commonly supposed that the concept they were aiming for guaranteed contextual unanimity. Yet most would eschew capacities on Humean grounds. There are more capacities than contextual unanimity (1989a, p.146)

I believe they [*ceteris paribus* conditions] are ultimately the wrong way to think about the problem. I used them as a kind of ladder to climb out the modalization programme, a ladder to be kicked away at the end. They must be introduced if one is stuck with the project of reducing causings and capacities, or of modalizing them away. But I advocate giving up that programme entirely and accepting that capacities and causings are real things in nature. There are, I think, no other view of nature that can give an adequate image of science. (1989a, p.169-70)

La incorporación del rol causal de las variables contextuales que pueden quedar encubiertas bajo las cláusulas *ceteris paribus* apunta de manera importante a un cambio conceptual en la imagen que tenemos del mundo, de los dominios en los que se desempeñan las diferentes comunidades científicas, tecnocientíficas e industriales. En dominios como la medicina o la economía, la medición de causas se ha desarrollado asumiendo que las variables que conforman los contextos tienen un rol activo, y empleando no sólo el cálculo a través de probabilidades y del lenguaje formal de las ecuaciones, sino incorporando además familias de términos causales que dan cuenta de capacidades en sus cálculos proyectivos dirigidos a lograr la aparición de ciertos sucesos buscados, ya sean éstos nuevos o recurrentes.

Siguiendo estas ideas de Cartwright mi sugerencia en este trabajo está dirigida a tomar en cuenta para una teoría de las explicaciones causales el rol activo de las variables contextuales mostrando la multiplicidad de las conexiones causales que pueden extraerse de un mismo contexto bajo nuevas variables, y bajo cambios en sus valores. La idea es que las diversas conexiones causales que pueden extraerse de un contexto dan cuenta de capacidades múltiples, muchas de ellas nuevas, a través de las cuales crece nuestro acervo de conocimiento causal, y nos habilitan en este sentido para *forzar* la entrada en escena de nuevas conexiones causales a través de la *estabilización* de escenarios experimentales, en los que buscamos construir nuevos sucesos y nuevos escenarios para nuevas capacidades causales, o para la reproducción de las ya existentes. Siguiendo esta idea los sucesos singulares relacionados causalmente son inicialmente *construcciones*, y no meras *instanciaciones* de leyes preexistentes.

Un ejemplo analizado por Cartwright y John Dupré (1988) en el cual son adscritas capacidades causales contrarias a las píldoras anticonceptivas, servirá como ejemplo adicional de las nociones anteriores relacionadas con la proliferación de capacidades. Este

ejemplo me servirá también para presentar la formulación que propone Cartwright para caracterizar las conexiones causales.

El ejemplo se desarrolla en torno a la explicación del incremento en la probabilidad de padecer trombosis que se registra en las mujeres que consumen píldoras anticonceptivas. Bajo ciertas pruebas experimentales se sabía que uno de los efectos químicos de las píldoras en todas las mujeres era el incremento de la probabilidad de padecer trombosis. Es decir, se sabía que su consumo incrementaba los casos de trombosis antes y durante el embarazo. Este efecto es considerado como un 'efecto residual' de las píldoras ya que su efecto principal es la anticoncepción. Contando con esta información la explicación aceptada era que el consumo de píldoras incrementaba la probabilidad de padecer trombosis en la población femenina.

Sin embargo, bajo comparaciones en poblaciones diferenciadas de mujeres las píldoras revelan capacidades causales opuestas: incrementar y reducir las probabilidades de trombosis. Comparando dos poblaciones de mujeres que no se han embarazado: una en la que no toman píldoras, y otra que sí lo hace, puede mostrarse que el número de casos de trombosis aumenta en la primera población. De lo cual se concluye fácilmente que las píldoras *incrementan* los casos de trombosis. Sin embargo la conclusión es contraria cuando la población en estudio se amplía incluyendo aquellas mujeres que se embarazan para observar en ellas los efectos residuales de las píldoras. En esta población, en cambio, las píldoras reducen el número de casos de trombosis ya que bajo pruebas experimentales adicionales se advierte que el embarazo es también un factor causal de la trombosis. De lo cual se sigue la conclusión contraria de que el consumo de píldoras *reduce* el número de casos de trombosis, ya que si tal consumo no ocurriera el número de embarazos sería mayor, y mayor también el número de casos de trombosis.

Una manera de enfrentar estos efectos contrarios consiste en tratar de unificar ambos casos buscando una generalización con el mayor alcance posible, en este caso una con alcance para toda la

población femenina. Dicha generalización puede ser formulada como sigue: 'Las píldoras anticonceptivas reducen la posibilidad de padecer trombosis en la mayoría de las mujeres provocándola en un número menor de ellas'. En este caso se gana generalidad a cambio de perder el rol causal del embarazo. Además la generalización no explica que está pasando para que ocurran los efectos contrarios que se describen, y si para tratar de explicarlo se introduce el rol causal del embarazo, entonces se pierde generalidad dividiendo en dos subclases la población. Esto muestra que una estrategia de unificación no captura qué está ocurriendo y provoca que el embarazo resulte equivocadamente una variable *pasiva y fija*. Cartwright señala que el empleo de este tipo de estrategia de unificación obedece a motivaciones deterministas que tratan de salvar y ampliar las trayectorias de las capacidades, a cambio de sacrificar una comprensión más fina de su operación al interior de escenarios locales.

De manera contraria variando y multiplicando los escenarios fisiológicos y metabólicos en el cuerpo femenino los cuales incluyen la presencia o ausencia del embarazo, y el consumo de píldoras, se producen cambios que favorecen la identificación de capacidades que de otro modo quedarían ocultas, lo cual contribuye al crecimiento de nuestros catálogos de capacidades causales ayudándonos a entender qué pasa, y habilitándonos para intervenir con mayor precisión en poblaciones locales.

La idea de Cartwright es que este ejemplo muestra un caso genuino de capacidades duales que surgen y son medidas bajo diferentes ordenamientos (*arrangements*) en las variables contextuales, cuyo conocimiento forma parte del acervo que esta autora demanda en la segunda formulación (conjunto CC) para la identificación de una causa. El caso de la sección anterior acerca de la capacidad causal que tiene la inversión extranjera de producir represión política el cual es rechazado por Woodward, tiene en cambio una salida bajo esta propuesta adscribiendo capacidades duales a la inversión bajo diferentes contextos sin que sea indispensable,

TESIS COM
FALLA DE ORIGEN

al menos para este caso, la inclusión de evidencia independiente como Woodward demanda. En este caso podría mostrarse que la inversión extranjera puede tanto ampliar como reducir las libertades políticas bajo diferentes ordenamientos de las variables que conforman el contexto.

Este tipo de casos muestra cómo bajo diferentes ordenamientos en los escenarios experimentales surgen nuevas capacidades, y cómo también son ajustados los valores de variables cuya capacidad causal ha sido capturada y medida previamente, conduciendo esto a una reconfiguración del mapa causal, que en el caso de las píldoras lleva al abandono de la explicación casual por efecto residual, haciendo entrar en escena la capacidad del embarazo de producir trombosis.

Por otro lado, el ejemplo muestra también la importancia de la cantidad de información con que deben contar los usuarios al momento de establecer configuraciones causales. Cartwright reconoce la importancia de este acervo cognitivo previo para la identificación de las causas, y lo incorpora en su formulación de la causalidad a través de lo que llama conjunto causal completo (CC).

Con apoyo en ejemplos de este tipo Cartwright llega a su formulación última sobre la causalidad (1989a, p.96) introduciendo una modificación a la segunda formulación, con la cual trata de mostrar la importancia que tiene la estrategia de reasignación de causas por poblaciones, y por variedades en el ordenamiento de las variables que conforman un contexto causal. Su formulación es la siguiente:

3ª Formulación:

Cada puesta a prueba de la ley: 'C causa E', en poblaciones de individuos, debe ser homogénea con respecto a algún conjunto completo (CC) de causas de E (además de C). Sin embargo, algunos individuos pueden haber sido causalmente influenciados y alterados por la presencia de C; justo estos individuos deben ser reasignados a poblaciones acordes con el valor que habrían tenido en la ausencia de la influencia de C.

La norma de reasignación a la que me he referido en secciones anteriores es la que Cartwright presenta en esta formulación, bajo la cual el caso anterior de capacidades duales en las píldoras anti-conceptivas debe ser relativizado no sólo a poblaciones, sino también por capacidades resultando el siguiente par de conexiones causales:

- (1) El consumo de píldoras anticonceptivas causa la *disminución* del número de casos de trombosis en poblaciones de mujeres que deciden tener embarazos
- (2) El consumo de píldoras anticonceptivas causa el *incremento* del número de casos de trombosis en poblaciones de mujeres que no han decidido tener embarazos

Donde los médicos poseen el acervo de información CC que contiene, por ejemplo, información acerca de otras causas de trombosis como el exceso de colesterol en la sangre, o de factores co-ocurrentes irrelevantes, como la hinchazón de las venas, que les permite identificar y diferenciar el consumo de píldoras como una causa.

A diferencia del enunciado de unificación citado arriba con el cual se trata de salvar y mantener la generalidad de una capacidad causal ante resultados experimentales sorpresivos manteniendo mudas otras capacidades, los enunciados (1) y (2) capturan capacidades duales relativizándolas a poblaciones, perdiendo generalidad, pero ganando compresión causal y proveyendo las bases para mejorar las prácticas de intervención médica.

La obtención de diferentes leyes causales a través de variaciones experimentales al interior de lo que Hempel llama las condiciones iniciales y las condiciones límite, es una manera de ir sacan-

do gradualmente a escena capacidades antes desconocidas, al igual que las ya conocidas. Claramente no disponemos a priori del conocimiento acerca de las diversas capacidades, pero sí contamos en cambio con la habilidad de crear y manipular los escenarios experimentales para ordenar en ellos a los objetos, de tal manera que logremos hacer aparecer nuevas capacidades.

Al hacer cálculos proyectivos y las respectivas manipulaciones prácticas en el mundo con las que buscamos producir tanto sucesos inéditos como recurrentes, así como obtener resultados positivos, empleamos algo más que registros estadísticos de asociaciones entre sucesos y demás información pertinente que se haya en nuestro acervo cognitivo: *adscribimos capacidades a través de lenguaje modal*.

Este paso metafísico de adscripción modal de capacidades apoyado en el trabajo de Cartwright nos permite obtener mayor poder explicativo acerca de las prácticas en la tradición experimental de la ciencia. Según Cartwright:

the metaphysics that underpins both our experimental and our probabilistic methods for establishing causes is a metaphysics of capacities. One factor does not produce the other haphazardly, or by chance; it will do so only if it has the capacity to do so. Generic causal laws record these capacities. To assert the causal law that aspirins relieve headaches is to claim that aspirins, by virtue of being aspirins, have the capacity to make headaches disappear. A single successful case is significant, since that guarantees that the causal factor does indeed have the capacity it needs to bring about the effect. (1989a, p.136)

La cita consigna uno de los rasgos que me parece de los más importantes del planteamiento de Cartwright, y nos coloca ante la disyuntiva de colocar una base empírica de regularidades como el fundamento de la imagen del mundo que nos ofrece la ciencia según el análisis empirista lógico de Hempel, o bien ante la de colocar a las capacidades naturales como dicho fundamento según el empirismo práctico de mediciones que propone Cartwright.

Siguiendo la propuesta de Cartwright a la base de la imagen del mundo que nos ofrece la ciencia se halla una metafísica de capacidades defendida sobre un argumento que podría calificarse de operacionalista. Capacidades naturales que Cartwright rechaza que

sean caracterizadas bajo un modelo fundacionalista unificado y determinista, y propone en cambio, como se verá más adelante, adoptarlas como capacidades perdurables (*enduring*) no deterministas, sino cambiantes y desunificadas.

Quisiera regresar ahora a la tercera formulación de Cartwright para destacar el rol que juega la norma de reasignación y preparar con ello el paso a la siguiente subsección. Esta norma de reasignación representa a mi juicio una diferencia crucial con respecto a la caracterización de la causalidad de Woodward. Como mostré antes este filósofo trata de enfrentar el peligro de circularidad que detecta en su propuesta señalando que la relación causal que trata de capturar en su definición es una relación causal putativa. Sin embargo esta condición coloca su propuesta sobre la causalidad para enunciados generales en un terreno que él no parece advertir, el terreno de las conexiones causales singulares.

La norma de reasignación que introduce Cartwright en la formulación anterior, permite en cambio salir de la circularidad colocando a las conexiones entre singulares como la base primitiva, sobre la cual descansan las generalizaciones causales como se verá en con detalle más adelante. Esta norma nos permite reubicar continuamente los hallazgos de nuevas conexiones causales entre los sucesos o entre aspectos de ellos que resultan inesperados, o bien considerar la posibilidad de la acción de nuevas capacidades cuando nuestras inferencias causales fallan pese a que contemos con numerosos casos previos que las confirman, particularmente cuando se registran cambios significativos inesperados en las probabilidades. Permite mostrar además la dinámica y conexión entre las conexiones causales por singulares y los enunciados causales generales a través de la experimentación. Experimentación en la cual las variables y sus valores se encuentran siempre abiertos, y donde se presentan continuamente retos para nuevas estabilizaciones de los escenarios, en los cuales se produce la aparición de nuevas capacidades.

TESIS CON
FALLA DE ORDEN

3.2. Causalidad por singulares: el experimento de Einstein y de Haas

Contrariamente a lo que han sostenido los defensores del modelo de explicación por leyes de cobertura, Cartwright asevera que lo que nos provee entendimiento casual de manera básica no son las regularidades, sino el ejercicio singular de un poder causal específico.

Según Hempel, "en las ciencias sociales no menos que en la física, la subsunción en regularidades generales es indispensable para la explicación y la comprensión teórica de todo fenómeno". Para Cartwright, en cambio, existe una conexión crucial entre las leyes causales y las conexiones causales singulares. Desde su punto de vista estas últimas juegan un rol primario irremplazable para la construcción de aquéllas. Mostraré esto partiendo de la última versión de la causalidad citada arriba.

La tercera formulación para obtener causas a partir de probabilidades tiene, como se ha visto, un requisito muy fuerte relacionado con la completud del acervo con el que las comunidades de experimentadores han de contar para hacer conexiones causales. El cumplimiento de este requisito representa una importante restricción dada la cantidad de información que demanda. Sin embargo, la presencia de este acervo en conjunción con la norma de reasignación resuelven un problema metodológico crucial relacionado con el peligro de circularidad para el caso de la causa *C* a identificar. Esta posibilidad está abierta mientras no se precise en la definición si *C* ha de ser observada o no regularmente.

El conjunto *CC* claramente permite contar con registros de generalizaciones causales o generalizaciones de co-ocurrencias para hacer una conexión causal por singulares. ¿Puede ser *C* parte de ese conjunto? Claramente no, ya que esto nos coloca en el peligro de circularidad que señalé para la formulación de Woodward. En este sentido comparto la idea de Cartwright acerca de que la adquisición de nuevo conocimiento causal se apoya fuertemente en el

PROCESO CON
ORIGEN

viejo conocimiento causal. Contar con un amplio acervo acerca de sucesos correlacionados y de causas rivales nos habilita cada vez más para identificar una nueva causa, en este caso C.

La propuesta de causalidad que defiende Cartwright no requiere de registros previos de la conexión causal en turno, por el contrario, esta propuesta hace de las conexiones causales entre singulares la base primaria. La idea es que estas conexiones pueden venir primero que las regularidades respectivas si contamos el acervo apropiado. En la formulación de Cartwright la conexión de C con el efecto respectivo es en realidad una conexión causal a través de singulares, apoyada en un amplio acervo previo de información causal y no causal. La idea es que las causas singulares tienen primacía por sobre las regularidades.

Siguiendo su formulación para leyes causales, Cartwright describe los experimentos que logran conexiones causales por singulares como experimentos de *in sólo tin*. Es decir, experimentos que en el primer intento logran exitosamente una conexión causal entre singulares. Según ella, diversos experimentos en física llevados a cabo por Laplace, Buffon y Oersted, muestran la manera en la cual estas conexiones causales por singulares son logradas. De acuerdo con Cartwright gran parte de la física se sostiene por experimentos de este tipo.

El ejemplo que emplea para mostrar estas conexiones causales en *in sólo tin* es el experimento llevado a cabo por Einstein y W. J. de Haas en 1914, con el cual buscaban establecer una explicación al magnetismo. En este experimento trataban de asociar el fenómeno del magnetismo con cierto comportamiento específico de los electrones de un metal, comportamiento desconocido con la precisión requerida hasta ese momento. Claramente en términos humeanos en esos momentos se carecía de un registro experimental previo que apoyara la regularidad respectiva, es decir, se trataba de un experimento de primera vez. La hipótesis causal que pusieron a prueba fue la siguiente:

- (3) El magnetismo es *causado* por el momento angular de electrones que se hallan orbitando alrededor del núcleo

Einstein y de Haas pusieron a prueba esta conexión construyendo un escenario experimental con aparatos desconocidos hasta entonces que fueron diseñados y construidos por ellos para poner a prueba su hipótesis. La parte central de la prueba consistía en suspender una barra de hierro no magnetizada al interior de un campo magnético oscilante producido por un selenoide, midiendo posteriormente las rotaciones inducidas cuando la barra había sido magnetizada. Según sus cálculos proyectivos la barra oscilaría cuando el campo fuera activado y desactivado alternadamente, debido al momento angular que produciría la acción del campo magnético sobre la masa de los electrones orbitantes.

Basados en información de su acervo cognitivo, Einstein y de Haas prepararon el experimento manteniendo bajo control variables como la influencia del campo magnético de la Tierra, al hacer esto su objetivo era evitar que variables como ésta pudieran producir alguna perturbación en el efecto buscado. De hecho la neutralización del campo magnético terrestre llegó a ser para ellos la variable de mayor importancia para las mediciones del experimento, debido a sus importantes efectos distorsionantes. Sin embargo, lograr la construcción del escenario experimental adecuado para hacer entrar en escena la capacidad de los electrones alineados en el momento angular no fue fácil. Inicialmente para mantener bajo control el campo magnético terrestre emplearon aros de un metro de radio cubiertos con bobinas para obstaculizar la influencia causal del campo magnético terrestre. Tras hacer esto y no obtener

resultados satisfactorios de Haas decidió cubrir también con alambre el selenoide, para asegurar que los ejes magnético y de rotación coincidieran, y colocó igualmente un imán cerca del centro de la barra, y dos más cerca de los polos, para compensar la influencia residual del campo magnético terrestre².

Además del campo terrestre hubieron otras variables importantes como lograr la alineación correcta entre el eje de rotación de la barra, y el eje del campo magnético, para evitar que se produjera un momento magnético horizontal alterno. Estas medidas entre otras, muestran la importancia que tiene el acervo de información con que cuentan los experimentadores, y las prácticas a él vinculadas, para lograr conexiones causales singulares *en un solo tiro* como lo propone Cartwright. La completud de este acervo sirve para *situar* por completo y de manera estratégica el suceso esperado, provocando su aparición y mostrando que las mediciones, y la forma en que éste se presenta, encajan justo a la medida de manera semejante a como encaja la última pieza en un rompecabezas, cuya colocación nos proporciona un cuadro o imagen coherente y completa.

Finalmente el suceso ocurrió como lo previeron Einstein y de Haas. Con esta conexión por singulares lograron establecer además un cociente como expresión algebraica de ese comportamiento en la fórmula $2m/e$, donde m y e representan la masa y la carga de los electrones. Usualmente bajo la metodología del empirismo clásico esta fórmula se hubiera obtenido y justificado sólo como expresión de un comportamiento regular de los sucesos en cuestión. Sin

² El experimento no termina aquí, sucesivas mejoras fueron implementadas por de Haas y otros en los años siguientes. La historia completa puede ser consultada en el libro de Galison, *How Experiments End*, pp. 34-47 y ss.

embargo Cartwright defiende precisamente lo contrario señalando lo siguiente:

the relevant probabilistic relations for establishing causal laws are the relations that guarantee that a single successful instance of the law in question has occurred. The probabilities work as a measurement, just like the observation of the gyromagnetic moment in the Einstein-de Haas bar: when you get the right answer you know the real process in question has really taken place. *That means that the individual processes are first.* (cursivas agregadas, 1989a, p. 131)

The task is always to find a special kind of population, one where individual occurrences of the process in question will make a predictable difference to the probabilities, and conversely, where that probabilistic difference will show up only if some instances of the process occur. The probabilities serve as a measure of the single case. (*ibid.*, p. 135)

Para entender el éxito del experimento de Einstein y de Haas es crucial advertir que el acervo de conocimientos causales y no causales con que contaban era un acervo excepcional altamente especializado y bastante amplio. Este acervo juega un rol crucial en la creación de escenarios experimentales y de sucesos singulares. Sin embargo, no parece fácil encontrar ejemplos como éste en la ciencia donde se cuente con un acervo completo como lo demanda Cartwright. Al respecto quisiera presentar a continuación algunos de los problemas que me parece enfrenta la completud demandada en esta propuesta, y que pueden ayudar a mostrar otros casos en los que sería posible realizar conexiones causales singulares con conjuntos incompletos apoyados en la estabilización de efectos.

3.3. Causalidad por singulares: incompletud y estabilización

Siguiendo las ideas de Galison me parece que la identificación y diferenciación de las distintas variables contextuales involucradas en la búsqueda de una conexión causal ocurre de manera experi-

ON
RIGEN

mental y gradual, resultando excepcional el tener la seguridad de que contamos con la completud que demanda Cartwright en esta formulación. A pesar de desarrollar su trabajo con ejemplos de ciencia aplicada, Cartwright parece heredar la preocupación de la tradición teórica en filosofía de la ciencia, dirigida a la completud que sirve de base para hacer inferencias deductivas con certeza completa, en este caso a través de experimentos de un solo tiro.

Me parece que la motivación de Cartwright dirigida a los experimentos que en un *solo tiro* obtienen una conexión causal singular, le hace perder de vista que no necesitamos certeza completa en el crecimiento de nuestro conocimiento causal, sino que basta con que tengamos conexiones confiables, digamos, en dos o tres tiros.

Los casos de un solo tiro me parecen casos límite y excepcionales de conexiones causales por singulares, mientras que en el otro extremo sugiero colocar la noción de variabilidad mostrada en el caso de la investigación genética de la diabetes II Mody, la cual puede mostrar por dónde comenzamos cuando el acervo respectivo es muy pobre o nulo, es decir, cuando no contamos con el acervo cognitivo que demanda la formulación de Cartwright. Entre ambos extremos propongo ubicar a las conexiones causales singulares por conjuntos incompletos en uno, dos, o tres tiros, las cuales representan posiblemente la mayor parte del conjunto de las conexiones causales por singulares. Mi sugerencia es que la noción de variabilidad puede ser complementada con la de Cartwright, y con las tres sugerencias que presento enseguida sobre conexiones causales singulares para obtener una teoría de las explicaciones causales con mayor alcance descriptivo y normativo.

Pese a la alta falibilidad que pueda presentar la estrategia de variabilidad, me parece que resulta una manera plausible de mostrar la manera en la cual comenzamos a hacer inferencias causales, en situaciones donde la mayoría de los aspectos alrededor del suceso a explicar nos resultan inéditos. En estos casos la noción de variabilidad puede constituir una herramienta que permite dar cuenta de cómo, y dónde comienza la búsqueda de una causa

cuando se carece del conjunto CC. Es decir, no estoy defendiendo la tesis de que en estos escenarios con la noción de variabilidad puedan efectuarse conexiones causales singulares, sino sólo estoy tratando de mostrar que la variabilidad es la noción que guía la búsqueda inicial de conexiones causales en estos escenarios. El cumplimiento del requisito del conjunto CC no se cumple en casos como la investigación genética de la diabetes que he descrito antes, y en muchos otros casos actuales de investigación genética en los cuales los acervos disponibles son muy pobres, o incluso inexistentes. Tomar como unidad de análisis filosófico a las prácticas experimentales de la ciencia, y vincularlas a las explicaciones causales, puede abrir paso para mostrar una posible continuidad experimental entre la estrategia de variabilidad para casos en los que no se cuenta con un acervo cognitivo relevante, y casos donde haciendo uso del acervo CC — o más precisamente de un conjunto incompleto C/ como sugiero— es posible llevar a cabo experimentos exitosos para conexiones casuales, no necesariamente en un solo tiro, sino también en dos o tres.

Expondré a continuación los ejemplos con los que intento defender las tres sugerencias que presento de casos de explicaciones causales singulares que no son considerados por Woodward y Cartwright, los cuales además muestran también en parte la continuidad experimental que he sugerido existe entre la variabilidad y los distintos casos de conexiones causales por singulares. El primer ejemplo destaca la incompletud para una conexión causal entre singulares, mientras que el segundo presenta una conexión en dos o tres tiros. Y en el tercero muestro un caso adicional de conexiones causales entre singulares por grados que se hayan apoyadas también en conjuntos incompletos.

Para el primer caso de estas conexiones mi sugerencia es que no es estrictamente necesario contar con el conjunto CC que prescribe Cartwright como parte del acervo cognitivo de un individuo para que éste pueda hacer una conexión causal por singulares. Sobre la base de un conjunto incompleto pero lo suficientemente



amplio que llamo conjunto *C_i*, más la estabilización del fenómeno en cuestión lograda a través de cierta práctica experimental, un individuo se haya en la posibilidad de identificar condiciones ambientales irrelevantes, así como factores perturbadores o causas rivales que le permitirían hacer una conexión causal en el primer intento.

Retomaré el caso del hinchamiento de la puerta que expuse en la sección precedente (*supra* 2.4) para tratar de mostrar cómo puede hacerse este tipo de conexión entre singulares contando con un conjunto *C_i*. En este caso Pepe Mojado sabe, como parte del conjunto *C_i*, que no hubo un temblor nocturno que hubiera descuadrado el marco de concreto en el que la puerta está ubicada, y sabe que el lijado y el tallado hechos a la puerta el día anterior no pueden ser la causa del aumento de tamaño de la puerta de su recámara. Y claro, es crucial que este individuo no cuente con el enunciado general 'La humedad abundante causa el hinchamiento de la madera'. Por otro lado Pepe Mojado también sabe por la experiencia que ha tenido remando, que los remos de una lancha después de un tiempo de remar con ellos, comienzan a atorarse en las argollas que los sostienen. La lista del acervo cognitivo pertinente para este caso no es exhaustiva, con ella sólo pretendo ejemplificar el tipo de información relevante que puede llevar a este individuo a poner a prueba con éxito la siguiente conexión causal por singulares en la próxima temporada de lluvias:

- (4) La humedad abundante resultado de las lluvias causa la hinchazón de la puerta

Como puede apreciarse en este ejemplo la manera como entendamos e incorporemos las variables contextuales, así como la manera en la que sea seleccionada y relacionada la información pertinente de nuestro acervo cognitivo, es crucial. Los ejemplos pueden ser más sofisticados como el caso de las capacidades opuestas de las píldoras anticonceptivas, el de las variaciones económicas para la

capacidad causal del dinero circulante, o el caso de la inversión extranjera. En conjunto estos casos muestran la complejidad de operación de estas variables contextuales, la cual conduce a la exhibición de capacidades múltiples, y hasta opuestas, obtenidas a través de variaciones en un mismo escenario experimental.

En cierto sentido, tanto en contextos cotidianos como en contextos científicos, nos entrenamos y ganamos *destreza experimental* en este tipo de conexiones por singulares con conjuntos incompletos, que juegan también un rol crucial en el crecimiento de nuestros acervos cognitivos, los cuales incluyen amplios catálogos de capacidades.

A diferencia del acervo causal completo de la versión de Cartwright que parece tener un alcance limitado para dar cuenta de los casos de conexiones causales entre singulares, un acervo incompleto como lo sugiero puede servir para dar cuenta de la manera cómo hacemos conexiones causales en un buen número de casos más, ya que en muchas situaciones, tanto cotidianas como de experimentación científica, y de aplicaciones industriales, carecemos de un acervo completo. Es decir, no sólo nos enfrentamos a sucesos inéditos para los cuales buscamos una explicación, sino que además no contamos con los recursos suficientes para *situar* completamente a la causa en turno, como ocurre en el ejemplo de Einstein y de Haas. En las *conexiones causales singulares por conjuntos incompletos* no estamos colocando la última pieza de un rompecabezas, sino *destabilizando* la balsa de las explicaciones causales, desestabilizada por un suceso inédito de los muchos que naufragan a nuestro alrededor en el mar de lo que acaece.

Por otro lado, para casos donde el acervo es muy pobre o inexistente, me parece que la noción de variabilidad expuesta en el caso de la diabetes II *mody* tiene utilidad para mostrar cómo comenzamos el análisis causal cuando no contamos con el acervo completo de Cartwright, ni con el acervo incompleto que sugiero. En numerosos casos de investigación etiológica en medicina el problema de encontrar responsables causales se enfrenta con esta

TESIS CON
FALLA DE ORDEN

pobreza de acervo, y se comienza por los factores que varían entre una población enferma, y otra población sana llamada población de control para propósitos experimentales. Las investigaciones genéticas de la diabetes siguen esta estrategia mapeando los perfiles genéticos de poblaciones enfermas y de poblaciones sanas para comenzar por las variaciones de secuencias en el genoma, dentro de las cuales se presume que puede estar el responsable causal. El caso de Semmelweis (*supra* 2.4) interpretado por Hempel como un caso de regularidades puede ser a mi juicio reinterpretado como un caso de variabilidad, ya que en él la sala con menor número de muertes sirvió como población de control para que gradualmente, a través de ciertas experimentaciones, fuera aislada la causa a partir de un conjunto de variaciones con respecto a la sala con el más alto número de muertes por fiebre de posparto. Y más aun, guiados por el caso de las explicaciones causales por acervos incompletos, y contando con la bitácora experimental si ésta existe, no resultaría implausible ir a la búsqueda de una conexión causal en dos o tres tiros lograda por Semmelweis y su equipo de médicos.

La incompletud de nuestras premisas parecer ser más bien una característica común y permanente en nuestras inferencias a las causas. Tomando esto en consideración, resultaría mal dirigida la pretensión de limitar las conexiones causales entre singulares al criterio de completud, buscando las bases necesarias para hacer inferencias a las causas con completa certeza como establece la propuesta de Cartwright. Mi señalamiento al respecto es que endosamos nuestras inferencias causales con acervos incompletos cuando obtenemos un buen índice de *confiabilidad* basado en la *estabilización* del suceso proyectado. Esta estabilización no supone completud fija, ni por lo tanto escenarios deterministas, o escenarios que preserven los índices de probabilidad registrados previamente. La línea entre los escenarios donde se ha logrado y mantenido la estabilización de causas y efectos, y la creación de escenarios nuevos con los que provocamos la aparición de nuevas capa-

idades, de nuevas conexiones causales singulares, me parece más bien continua.

La *completud* ha preocupado generalmente a la tradición teórica en filosofía de la ciencia. En cambio, desde una perspectiva filosófica que sigue la línea de las tradiciones experimentales en la ciencia y sus prácticas, la *incompletud* complementada con la noción de *estabilización* puede proveernos un criterio diferente con el cual evaluar y endosar nuestras inferencias causales.

A continuación presento el segundo caso de conexión causal por singulares que sugiero. En esta ocasión se trata de una conexión causal en dos o tres tiros.

Una ama de casa, digamos Sofía Pragma, está preparando un flan para su familia, y al hacerlo enfrenta un problema que no había tenido antes: tras terminar de prepararlo y dejarlo en el refrigerador el flan no cuajó. Dado que es un suceso inédito para ella, no cuenta con una explicación de por qué ocurrió algo así. Inicialmente Sofía hace un repaso mental de todo el proceso de preparación buscando algún ingrediente faltante, o bien alguno con el cual se hubiera excedido de cantidad. Basada en un acervo cognitivo incompleto y en la revisión detallada de todos los pasos, descarta como causa el hecho de que haya cambiado a moldes flaneros de metal cuando antes usaba de plástico, pues sabe que este cambio de materiales no es causalmente relevante, pero advierte que una condición externa pero causalmente relevante, en este caso la temperatura del refrigerador, se hallaba en el nivel 3. Sin estar segura supone que esta baja temperatura es la causa, particularmente porque en esa primavera en Tamaulipas la temperatura ambiente había llegado a máximos históricos de calor registrando 37°C.

Preparada con esta información coloca la temperatura del refrigerador en el nivel máximo 6, y basada en una inferencia de eliminación a través de un silogismo disyuntivo, Sofía pone a prueba experimentalmente la siguiente conexión causal por singulares:

- (5) La temperatura de nivel 3 en el refrigerador causa que el flan cuaje a medias

Sin embargo, varias horas después Sofía revisa el flan y advierte que nuevamente no cuajó por completo. Pese al fracaso ahora sabe que la baja temperatura no es el problema, de manera que este intento fallido de conexión por singulares se convierte a su vez, en un conocimiento nuevo que incrementa su acervo de conocimientos alrededor de la preparación casera de flanes, habilitándola con mejores bases para el próximo intento.

Sofía nuevamente revisa el proceso, y tras una análisis detallado se plantea la posibilidad de que el problema tenga su explicación en el hecho de que compró una marca nueva, y muy barata de flan en polvo. La hipótesis a la que llega es que quizá los ingredientes de baja calidad requieran de menor cantidad de leche para obtener el cuajamiento completo. Con esta nueva información, más la anterior que la lleva a mantener el refrigerador en el nivel 6, y usando la mitad de la leche, pone a prueba también por eliminación a través de un silogismo disyuntivo su segunda conexión causal:

- (6) Los ingredientes de baja calidad del flan en polvo causan que el flan cuaje a medias

Sin embargo una vez más fracasa ya que el flan se mantiene con el mismo cuajamiento a medias. Tratando de no perder la calma por los fracasos anteriores, compensa la situación sabiendo que estos dos fracasos de conexiones por singulares hacen crecer su acervo de conocimientos causales y no causales sobre flanes caseros, y una vez más revisa el proceso advirtiendo esta vez una condición que antes no le había parecido causalmente importante: usó en los dos intentos previos leche descremada. Si antes había asociado la alta cantidad de leche con la falta de cuajamiento, ahora le parece casi evidente que la leche adelgazada sea la responsable del cuaja-

miento a medias. Siguiendo nuevamente un razonamiento por silogismo disyuntivo y manteniendo iguales todas las condiciones del segundo intento, pero usando ahora leche entera, se prepara para su tercer intento con la siguiente conexión causal:

- (7) La leche descremada causa que el flan cuaje a medias

Finalmente esta prueba resulta exitosa ya que el flan resulta cuajado completamente con leche entera, lo cual la lleva por eliminación a confirmar su explicación basada en la leche descremada. El éxito final logrado por Sofía muestra la manera en la que pueden hacerse *conexiones causales confiables en tres tiros* contando también, como en el caso de Pepe Mojado, con un acervo incompleto de conocimientos. El caso puede presentarse también en dos tiros suprimiendo el segundo intento que asocia los ingredientes de baja calidad con el cuajamiento a medias. La estabilización doble del suceso lograda, por un lado con el cuajamiento completo, y por otro con el cuajamiento a medias, permiten a Sofía endosar su explicación aun cuando carece de un conjunto completo de conocimientos acerca de la preparación de flanes caseros.

En estos casos de acervos incompletos, la estabilización de efectos juega un rol normativo mucho más importante que el que puede jugar en experimentos con acervos completos como el de Einstein y de Haas, donde hay una certeza teórica casi completa, la cual incluso les permitió calcular anticipadamente el cociente que expresaba cuantitativamente la relación entre la carga y la masa de los electrones. En casos como este por lo tanto la estabilización del efecto lograda tiene un peso normativo menor. En cambio en casos como el de Sofía Pragma es precisamente esta incompletud lo que la conduce a los dos fracasos previos, ya que de otro modo, si Sofía contara como Einstein y de Haas con un acervo altamente especializado y completo, podría haberlo hecho en el primer intento. Un ingeniero químico en alimentos sería quien podría en todo

caso contar con un acervo como el que demanda Cartwright, quien, a diferencia de Sofía, podría haber tenido una certeza teórica casi completa de la causa a la manera de Einstein y de Haas, creando un escenario en el cual la experimentación tiene un rol normativo mucho menos relevante del que puede tener en escenarios contruidos con acervos incompletos tal como ocurre en los casos de Pepe Mojado y de Sofía Pragma, donde la estabilización y las prácticas a ella asociadas tienen un rol normativo más relevante

Pero no sólo con un acervo especializado y completo puede obtenerse una conexión causal por singulares en el primer tiro, ya que en el ejemplo de Pepe Mojado la conexión se logra en el primer intento, como pudo haber ocurrido también en el caso de Sofía Pragma si colocamos la hipótesis de la lecha descremada en el primer intento experimental. El conjunto incompleto no impide que pueda lograrse una conexión en el primer tiro contando con el criterio de estabilización. En cualquier caso, pese a que algunas conexiones por conjuntos incompletos se logren en el primer intento, el hecho de que otro número de ellas se logre en dos o tres intentos hace de estas conexiones causales confiables. Lo importante es que a la larga sea mayor el número de aciertos que de fracasos.

El hecho de que el caso de Sofía puede plantearse en dos tiros o incluso en uno, y el de Pepe Mojado en dos o tres modificando en uno y otro caso, el orden en que se identifican las variables, muestra además lo que he sugerido antes acerca de la continuidad que puede presentarse en las prácticas experimentales, a través de las cuales gradualmente se acumulan los conocimientos causales que conforman tanto a los acervos incompletos, como a los completos.

El trabajo experimental para hacer estas conexiones causales por conjuntos incompletos consiste en aislar adecuadamente los factores contextuales pertinentes, causales y no causales, para obtener en el primer, o en los primeros dos o tres tiros, una explicación causal. Estos casos exitosos de conexiones causales singulares

como el caso de Einstein y de Haas, justifican la adscripción de una capacidad, en este caso, adscribir a los electrones la capacidad de producir magnetismo en los metales. Y lo mismo para los casos de conexiones por conjuntos incompletos como el de Sofía Pragma, que le autoriza adscribir a la leche descremada la capacidad de producir cuajamientos a medias de flanes caseros, y el de Pepe Mojado, que le autoriza adscribir a la humedad abundante la capacidad de producir hinchamiento en la madera.

En estos casos la incompletud conduce a varios intentos guiados por la búsqueda de la estabilización experimental. De hecho esta estabilización es un criterio crucial ya que de otro modo si no se contara con ella y se tratara de identificar la causa sólo realizando algún proceso inferencial con el acervo c incompleto, se corre el riesgo de que las inferencias a causas sean altamente falibles, como también serían falibles las prácticas experimentales sin la guía de los acervos cognitivos incompletos. Carecer de uno o de otro elemento para las conexiones causales por singulares nos conduciría por un lado a prácticas experimentales ciegas, y por el otro a inferencias altamente falibles, multiplicándose casos como los (5) y (6) del flan casero. Claro que la confiabilidad que provee una estrategia apoyada en la estabilización experimental es una cuestión de grado, ya que para casos de acervos muy pobres como ocurre con una buena parte de la investigación etiológica en genética, las prácticas experimentales son en una buena parte ciegas desde el punto de vista causal, y por lo tanto más susceptibles de fallar. Mientras que en otros dominios como el magnetismo, las prácticas experimentales son mucho más confiables dado el amplio acervo cognitivo acumulado a través de mucho tiempo de investigación científica, y de aplicaciones industriales.

Apoyado en la tercera formulación de Cartwright, y para cerrar mi sugerencia basada en los casos de Pepe Mojado y de Sofía Pragma, presento la siguiente formulación con la cual pretendo caracterizar la adscripción confiable de capacidades para estos dos

casos de conexiones casuales singulares por conjuntos incompletos:

La puesta a prueba de la conexión causal cualitativa: 'C causa E', en el escenario experimental respectivo, debe ser homogénea con respecto al *conjunto incompleto* (CI) de causas previamente identificadas de E (además de C). Si en esta prueba resulta *estabilizado* el suceso esperado E, entonces *confiablemente* puede decirse que dicho suceso fue causalmente influenciado y alterado por la presencia de C; justo este suceso debe ser reasignado a un escenario diferenciado guiándose por el valor que habría tenido en la ausencia de la influencia de C.

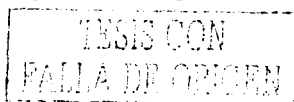
En cuanto al éxito empírico de las conexiones causales singulares tanto por conjuntos incompletos como el que se muestra en el caso del flan casero, como por conjuntos completos en el caso de Einstein y de Haas, no me parece adecuado caracterizar dicho éxito como la simple *verificación* de una hipótesis, tal como podría pensarse desde un punto de vista teórico y positivista en la filosofía de la ciencia. Me parece en cambio que la noción de *estabilización* puede resultar más apropiada.

Siguiendo algunas de las ideas de Andrew Pickering con la noción de estabilización estoy tratando de capturar el hecho de que el éxito empírico de conexiones causales como (1) o (5) es resultado de un proceso que inicia en una situación de inconexión y disparidad, y termina en un ajuste recíproco entre los diversos factores que intervienen en los escenarios experimentales que incluyen por supuesto la agencia humana, pero también la agencia material de máquinas y de equipos de laboratorio altamente tecnologicados, así como la intervención de materiales diversos fabricados industrialmente.

No se trata pues de una verificación dirigida por la agencia humana y sus teorías en la que se desestima el rol activo que juegan el resto de materiales y artefactos, sino de la estabilidad lograda tras

vencer diversas resistencias de los materiales y las disociaciones entre los componentes de los artefactos construidos ex profeso, así como de ajustar los modelos conceptuales y los patrones de operación práctica de los instrumentos, y de la manipulación de materiales. Las dificultades que enfrentaron Einstein y de Haas para controlar la influencia del campo magnético terrestre descritas arriba muestran el tipo de resistencias y ajustes a que me refiero, particularmente con el manejo de las bobinas, primero alrededor de los aros, después alrededor del selenoide, y finalmente con la colocación de imanes alternos al centro de la barra y en los polos. Y lo mismo los ajustes para alinear el eje de la barra con el eje del campo magnético. Todos estas adaptaciones hechas a partir de las distintas pruebas que llevaron a cabo con aparatos diseñados y fabricados por ellos, muestran cómo el éxito empírico que obtuvieron no es resultado de una simple verificación de las consecuencias que su teoría implicaba, sino que es resultado de una composición específica de los elementos que formaron parte del experimento, con los cuales provocaron tecnológicamente la aparición por primera vez de la capacidad de los electrones de producir magnetismo.

El experimento muestra además el rol que tienen las prácticas en la construcción de estos escenarios dirigidos a producir la aparición de una nueva capacidad. Las prácticas que llevaron a cabo Einstein y de Haas, particularmente para controlar la influencia del campo magnético terrestre, carecían de patrones previos que guiarán específicamente las acciones. De hecho además de los ajustes de aparatos e imanes que llevaron a cabo en esas fechas, de Haas continuó por su cuenta haciendo diferentes mejoras en los años siguientes, y lo mismo otros equipos de físicos experimentales llevaron a cabo el experimento hasta los años 60's tratando de mejorarlo y reportando variaciones de resultados en escalas decimales. El hecho de carecer de patrones previos da a estas prácticas un carácter emergente que a través de su incorporación y replicación en distintas comunidades se van configurando como patrones



de operación de aparatos, y de intervención en sucesos que no sólo impactan a comunidades de experimentadores, sino también a comunidades de ingenieros y operadores industriales.

El carácter emergente de estas prácticas podría inicialmente caracterizarse por dos rasgos. El primero por carecer de patrones previos de operación e intervención, y el segundo cuando dichas prácticas no se encuentran guiadas por teorías previas, y proceden en estos casos por variaciones ciegas que pueden conducir a la fabricación de sucesos inesperados por las teorías existentes.

Pese a que el caso que he descrito de Sofía es de tipo cotidiano, y por lo tanto, mucho menos sofisticado que uno de ciencia experimental, creo que puede ser caracterizado como una estabilización aunque mucho más simple, o al menos aproximada. La estabilización descrita en el caso de Sofía es resultado también de la intervención de artefactos fabricados industrialmente como el refrigerador, una batidora, etc., de los que depende crucialmente el éxito de la conexión causal respectiva, y lo mismo intervienen materiales como el flan en polvo y la leche descremada, ambos productos resultado de la fabricación industrial. El éxito de Sofía es resultado de un ordenamiento específico de estos factores logrado a través de dos experimentaciones previas, sólo que a diferencia del caso de Einstein y de I-Iaas, en el de Sofía se logra estabilizar la conexión causal entre la leche descremada y el cuajamiento a medias de modo indirecto a través del método de eliminación descrito.

En la estabilización no ocurre ese tipo de verificación observacional directa en supuestos escenarios naturales pasivos, o con objetos y materiales que en una buena parte se hallan en estado natural sin ofrecer gran resistencia a los propósitos humanos, sino que los artefactos, los materiales y las capacidades con ellos obtenidas, son cada vez más *fabricaciones* o *construcciones* resultado de escenarios experimentales e industriales dirigidos a producirlos, de manera que las pruebas empíricas no se validan en una base *dada* de observaciones, sino en una base *fabricada* de ellas. Una estabilización no ocurre como acomodo o adecuación entre proposicio-

nes y algo dado en la naturaleza, o en un más allá natural y dado que se encuentra fuera de nuestro lenguaje, sino al interior de sociedades cada vez más industrializadas, así como en sus respectivos escenarios científicos fuertemente tecnologizados, y altamente sofisticados en prácticas y recursos conceptuales, donde las bases materiales que sirven a la validación empírica de las proposiciones son construidas y plásticamente adaptadas buscando adecuarlas a nuestras hipótesis, o adaptando éstas a los resultados experimentales obtenidos. En resumen con la noción de estabilización estoy tratando de dar cuenta del tipo de pruebas y éxito empíricos que distinguen a la ciencia contemporánea, y a través de los cuales emergen capacidades que en sociedades preindustriales resultarían desconocidas.

Como anoté al inicio el trabajo de Nancy Cartwright no está dirigido a problemas como éste de distinguir el tipo de éxito empírico que caracteriza a la tradición experimental, sin embargo creo que explorar una distinción a través de la noción de estabilización podría ayudar a mostrar de manera más adecuada y precisa cómo se construye el éxito empírico en esta tradición, ayudando al mismo tiempo a desarrollar las herramientas de análisis y el lenguaje apropiados para una filosofía de la ciencia dirigida a la experimentación.

En cuanto a los procesos inferenciales bajo esta tradición experimental las conexiones causales por singulares desplazan a las asociaciones regulares como núcleo de las explicaciones según los positivistas, y muestran en cambio que la exhibición e identificación de capacidades desconocidas descansa en el trabajo de ajuste entre las agencias material y humana. Estos casos de explicaciones causales singulares, lo mismo que el resto de los casos de las píldoras anticonceptivas, el de las variaciones económicas del dinero circulante, y el de la diabetes II mody, me permiten sugerir la idea de que en la experimentación la operación inferencial central o distintiva no es la inducción, sino la no monotonicidad basada en singulares. La adscripción de capacidades en estos casos parece no

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

estar justificada y dirigida solamente por un proceso inductivo, sino por un proceso inferencial no monótonico, cuya distinción radica en que las premisas adicionales no son producto de una inducción enumerativa, sino del registro de una sola ocurrencia del sucesos en cuestión. Es decir, la identificación de causas en la experimentación parece no estar guiada por la inducción, sino por inferencias no monótonas basadas en singulares a través de las cuales son distinguidos progresivamente factores causalmente irrelevantes, y causas rivales que modifican conclusiones previamente obtenidas, y que conducen al crecimiento de los catálogos de predicados de propiedades causales.

En la experimentación el hecho de que la información necesaria para realizar estos procesos inferenciales no monótonos no se encuentre disponible como parte de un acervo, ni sea una consecuencia que puede obtenerse a través de cálculos lógicos apoyados en una teoría, permite explorar la idea de que estos procesos inferenciales dependen de manera crucial de las prácticas experimentales que fabrican la aparición de nuevas capacidades que son consignadas como nuevos predicados de propiedades causales en los enunciados con los cuales estos procesos inferenciales son llevados a cabo. En otras palabras las prácticas experimentales y la estabilización con ellas producida parecen tener un rol primario en la fabricación de los insumos necesarios para que en el lenguaje se articulen las nuevas palabras con los procesos inferenciales que llevan a una explicación.

Regreso ahora a plantear el último caso de explicaciones causales singulares que sugiero, se trata esta vez de *conexiones causales singulares en grades*.

Me parece que las conexiones causales singulares no sólo se limitan al tipo de casos que he venido presentando de Cartwright y Woodward, en los que se atribuye un poder causal sólo desde un punto de vista cualitativo, lo mismo que en los casos de Pepe Mojado y de Sofía Pragma. Mi sugerencia al respecto es que también son casos de conexiones singulares numerosos cambios graduales

que registramos en los efectos, a partir de ciertas intervenciones con las que introducimos cambios de magnitud en la capacidad respectiva una vez que hemos logrado la primera conexión cualitativa.

Ejemplo de esto son las variaciones en los valores (magnitud, peso, etc.) que son registrados por primera vez en un resorte fabricado con un material nuevo del cual se desconoce su límite elástico, pero se requiere que soporte fuertes cargas que varían entre 200 y 800 Kgs. Pese a que se cuenta con la ley de Hooke, ésta no informa de límites elásticos precisos, aunque sí resulta necesario saber antes de manera general y cualitativa de la capacidad del resorte de soportar cargas sin deformarse como informa dicha ley, o como pudo haber sido aprendido de manera bastante sencilla por un maquinista en un taller industrial. En estos casos se trata de establecer experimentalmente el límite elástico incrementando gradualmente la fuerza aplicada a un resorte industrial, por ejemplo a través de cilindros industriales de diverso peso poniendo a prueba numerosas conexiones singulares cuantitativas con variaciones mínimas cuya forma general es la siguiente:

- (8) La fuerza F_n aplicada al resorte desconocido R_i a través del cilindro C_i causa su elongación sin deformarlo permanentemente

Cada magnitud asociada exitosamente sin romper o elongar permanentemente el resorte representa una conexión causal singular gradual exitosa, ya que en este caso se desconoce el límite elástico específico del resorte R_i . En estos casos generalmente las pruebas iniciales tratan de llevarse a cabo cerca del límite elástico para evitar pruebas con pesos ligeros que resultan ociosas ya que puede preverse fácilmente que no romperán ni deformarán permanentemente al resorte.

Además, una vez obtenido el límite elástico, las elongaciones intermedias pueden ser conocidas teóricamente (a priori) a través

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de cálculos deductivos. Este tipo de conexiones intermedias resultan un caso de interés en el tema de las conexiones causales singulares ya que cumplen uno de los requisitos importantes en que he insistido en este trabajo: se trata de conexiones inéditas, es decir, se carece en ellas de una regularidad previa. En estos casos el acervo tan completo que se posee resultado de las prácticas experimentales, y las herramientas de cálculo con que se cuenta, hacen dispensable incluso la prueba empírica de un tiro para contar con la certeza de dicha conexión. Estos casos requieren a mi juicio de un análisis independiente el cual no forma parte de esta tesis, sin embargo quisiera al menos adelantar que me parece plausible explorar la posibilidad de que puedan ser caracterizados como casos de conexiones causales por singulares, en este caso conexiones teóricas que no requerirían de prueba experimental alguna para asegurar certeza, pero que se encontrarían basadas de una manera crucial en un conocimiento experimental previo.

En cuanto al caso del resorte R_i las conexiones graduales que se obtienen generalmente se llevan a cabo en más de un tiro ya que se parte de un acervo incompleto. Cada puesta a prueba de un peso específico que falla porque elonga excesivamente el resorte impidiendo que recupere su forma inicial se traduce en un tiro fallido, el cual pasa a formar parte del acervo de conocimiento alrededor del resorte en turno.

La misma situación que he descrito para la ley de Hooke puede encontrarse en la conexión lograda por Einstein y de Haas que da cuenta cualitativamente de una de las capacidades de los electrones, pero no nos informa de los rangos de saturación magnética particulares para cada metal o aleación, rangos que resultan indispensables para la producción industrial de imanes entre otros usos. Ni tampoco nos informa del *punto Curie* de los metales con el cual se precisa el límite de temperatura en el cual un metal pierde su magnetismo. Por ejemplo en el caso del hierro el punto Curie es de 769°C . La conexión de Einstein-de Haas suministró información

causal cualitativa sobre la cual se fueron haciendo nuevas conexiones cuantitativas del poder causal respectivo.

Siguiendo la propuesta de Woodward estos rangos representan los dominios de invariancia de una capacidad obtenidos a través de intervenciones, sólo que en este caso es posible establecerlos a través de conexiones causales por singulares en una, o en tres pruebas experimentales.

No solo en el punto Curie y los demás rangos científicos pueden presentarse este tipo de conexiones causales singulares en grados, sino también en contextos cotidianos como el caso de Pepe Mojado en donde puede plantearse el establecimiento del límite de saturación de humedad de un tipo específico de madera, el cual ayuda a saber en qué grado de humedad una puerta ya no aumentará de tamaño aunque se exponga de manera constante a la humedad del ambiente. Este tipo de conexiones pese al poco valor que puede asignárseles comparadas con las cualitativas poseen un importante valor práctico, ya que una información de este tipo es indispensable en la elección de la madera con la cual son construidos remos, canoas y ventanas a la intemperie en climas húmedos.

Podemos tener conexiones causales singulares que sean sorprendentes por su carácter cualitativo como el caso de Einstein y de Haas, y otras que no lo sean porque el nuevo conocimiento obtenido no es cualitativamente muy distinto del que poseemos. Estas conexiones cuantitativas graduales no resultan triviales debido al hecho de que las capacidades descritas no son válidas bajo todas las magnitudes, sino sólo bajo rangos específicos como límites elásticos, límites de saturación magnética y puntos Curie. El valor práctico que tienen estos rangos en la industria y en contextos cotidianos, así como el hecho de que no se encuentren en las leyes respectivas que sólo refieren cualitativamente a las capacidades, permite valorar la importancia que tienen las prácticas experimentales, y las conexiones por grados logradas a través de ellas.

Como lo hice para las conexiones causales singulares para conjuntos incompletos, presento ahora la formulación a través de la

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cual caracterizo la causalidad sólo que ahora para conexiones por grados:

La puesta a prueba de la relación cuantitativa: ' C_{n+1} causa E_{n+1} ', en el escenario experimental respectivo, debe ser homogénea con respecto al *conjunto incompleto* (CI) de causas previamente identificadas de E_n (además de C_{n+1}). Si en esta prueba resulta *estabilizada* la variación esperada E_{n+1} , entonces *confiablemente* puede decirse que dicha variación fue causalmente influenciada y alterada por la presencia de C_{n+1} ; justo esta variación debe ser reasignada a un escenario diferenciado guiándose por el valor que habría tenido E en la ausencia de la influencia de C_{n+1} .

Los ejemplos de este caso de conexiones por grados, así como los de conexiones causales por acervos incompletos en dos o tres tiros que he presentado más arriba, pueden multiplicarse tanto en contextos científicos como en contextos cotidianos, para mostrar con ellos que en realidad efectuamos conexiones causales por singulares en mucho mayor número del que podría pensarse, particularmente de manera contraria a lo que pensaban los seguidores del modelo de explicación por leyes de cobertura, quienes con Hempel suscribieron el análisis humeano de las regularidades.

Finalmente, estos tres casos que he sugerido, y el caso de Cartwright de conexiones causales singulares en un tiro, abren para el empirismo clásico el reto de mostrar un tratamiento alternativo de estos casos en ausencia de regularidades, el cual mostrara —en su caso— qué tipo de relación lógica y de expresión lingüística pueden ser empleadas desde esta tradición para conectar causalmente sucesos singulares como los descritos en estos ejemplos. Es en este sentido en el que sugiero en la sección final que la expresión de conexión por singulares: '*Causa E*', es la expresión de una inferencia material supeditada crucialmente a prácticas experimentales que resulta primaria e irreducible en términos del lenguaje formal y de regularidades.

3.4. Realismo de capacidades

CON
DE ORIGEN

La defensa de la adscripción de capacidades que desarrolla Cartwright se haya planteada de cara a la propuesta empirista rival desarrollada por Bas van Fraassen y Arthur Fine³. van Fraassen y Cartwright han sostenido una controversia importante en filosofía de la ciencia acerca de la causalidad y la explicación, la exposición que haré de esta controversia me servirá para motivar la sugerencia que presento en la última sección.

Uno de los rasgos centrales de la propuesta empirista de Fraassen y Fine plantea que las entidades o procesos teóricos asumidos en la ciencia sean caracterizados como *tickets inferenciales* válidos, y no como *descripciones verdaderas* acerca de cómo es el mundo. Para estos autores la base sobre la cual se hallan justificadas nuestras expectativas acerca de lo que esperamos que suceda cuando formulamos proyecciones se encuentra en la *adecuación empírica completa* de una teoría, y no en el empleo de poderes causales. La idea es que esta adecuación nos compromete sólo con un conjunto abierto de contrafácticos que dan cuenta de las predicciones, y no con la verdad de la teoría supuesta en la formulación de tales contrafácticos. Según su propuesta hablar de causas, capacidades, interacciones, catalizadores de reacciones, factores perturbadores, y nociones semejantes, son modos de hablar que carecen de sustento empírico.

La asepsia empírica del lenguaje que propone van Fraassen implica no sólo la supresión del lenguaje de causas, sino también

³ *Scientific Imagination* (1980), y "Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science", *Mind*, 95, 1986, pp. 149-79, respectivamente.

del lenguaje de modalidades para lograr una limpieza empirista apropiada. Según él:

I would point here to certain forms of natural discourse that are prevalent in the informal presentation of scientific theory, but which have a long history of philosophical perplexities. The main examples are causality and modality. From an empiricist point of view, there are besides relations among actual matters of fact, only relations among words and ideas. Yet causal and modal locutions appear to introduce relations among possibilities, relations of the actual to the possible. (1989, p. 213)

La supresión del lenguaje de causas y de modalidades no tiene mayores implicaciones para el análisis filosófico ocupado sólo de teorías científicas tal como lo desarrolla Fraassen. Este tipo de trabajo sobre la ciencia carece de medios para dar cuenta de las prácticas experimentales. Dentro del análisis semántico que lleva a cabo van Fraassen las nociones de simetría e invariancia ocupan un lugar central, sólo que a diferencia de la noción de invariancia de Woodward basada en criterios pragmáticos de intervención, la de van Fraassen representa sólo la estructura de los modelos, es decir, con ellas no se pretende representar alguna estructura de la naturaleza. La idea de van Fraassen es que las propiedades y relaciones invariantes fijan la estructura de una teoría y dotan de significado a los enunciados que la componen.

Fraassen emplea la noción de invariancia no sólo para el análisis semántico de magnitudes, y ecuaciones, sino también para las leyes, particularmente para el rasgo de generalidad que usualmente se atribuye a éstas. Según su caracterización un enunciado es auténticamente general en una teoría si su valor de verdad permanece invariante bajo todas las transformaciones admisibles en dicha teoría. Este tipo de caracterización de las leyes rechaza términos como necesidad o posibilidad que pretenden mostrar a través de generalizaciones lo que *debe* o *puede ser* el caso, y propone en cambio una generalidad sólo descriptiva de lo que *es* el caso. El ejemplo que emplea van Fraassen para mostrar esto es la ley de la con-

servación del momento, la cual establece que para todo sistema newtoniano cerrado la gravedad se conserva. Este sistema cerrado se supone aislado, es decir, no sujeto a interferencia externa alguna, y en él las fuerzas internas dependen solamente de distancias constantes y de masas también constantes en las partículas.

Por otro lado van Fraassen insiste en que el empleo de términos causales no es sino una extensión metafórica y analógica de la agencia humana. Los poderes causales no pueden ser observados, de manera que las causas resultan en realidad una variable oculta como en algún tiempo lo fue el flogisto. Según él, un lenguaje empírico higienizado debe incluir sólo objetos, sucesos y procesos: observamos *objetos* como una pila de manzanas rojas, o dos gatos, más no la 'rojeidad' o la 'felinidad'; observamos *situaciones* como una persona tomando una aspirina, o una persona golpeando un vidrio, más no la acción de poderes causales de las aspirinas, ni la acción de un supuesto poder causal de los martillos. Y observamos *procesos* como rompimientos de vidrio analizados a través de los momentos discretos que los componen. ¿Qué más puede ser visto además de esto? —pregunta van Fraassen.

van Fraassen considera que el trabajo de Cartwright es una reificación innecesaria de la causalidad, una tendencia persistente del modo material de habla que Carnap había ya combatido. Fraassen reconoce que su propuesta no puede dar cuenta de las prácticas científicas, ni de la predicción y la explicación que según él forman parte de la ciencia aplicada, pero por otro lado crítica posiciones radicales como las de Richard Rorty, y el eliminativismo materialista en psicología de Paul Churchland. Desde su punto de vista la reacción del eliminativismo materialista que defiende un lenguaje higienizado de tradición humeana, tiene su origen en la tesis de Sellars acerca de la incompletabilidad del lenguaje teórico de la ciencia, que en casos como el de la psicología requiere del suministro

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tro de intenciones, emociones y deseos para avanzar en las explicaciones de la conducta. Según Fraassen:

I submit that all the need we feel for causal discourse comes from the way we think of ourselves as persons, agents with goals and intentions, engaged in effective action. This covers the entire subject of applied science and therefore also such topics as *prediction* and *explanation* (which I classify as applications of science), as well as control and manipulation. Each of those so-called causal terms is, in its primary use, a psychological as well as a causal word. (The eliminative materialist eliminates also the concept of *applied science* and all its cognates. (cursivas agregadas, 1993,p.442)

Como respuesta a la defensa Cartwright del uso del lenguaje causal, tanto en la ciencia aplicada como en contextos cotidianos, en los cuales no parece tener mucho sentido construir modelos formales depurados de expresiones modales y causales, Fraassen (1993) ha tenido que admitir las limitaciones que enfrenta su propuesta reconociendo la necesidad de articular un análisis filosófico que dé cuenta de las prácticas experimentales en la ciencia, pero rechaza que la manera de hacerlo sea a través de la reificación que sugiere Cartwright⁴.

A diferencia de Fraassen, y siguiendo las ideas de Cartwright, mi sugerencia está dirigida a la introducción de capacidades causales apoyadas por criterios de estabilización experimental. Estas nociones me parece que pueden dar cuenta de las prácticas en la ciencia experimental y en la ciencia aplicada, particularmente con ellas puede mostrarse el vínculo que hay entre dichas prácticas experimentales y las inferencias causales respectivas. Además me parece que a través del trabajo de Cartwright podemos dar una salida a la crítica humeana que van Fraassen sigue cuando rechaza el uso de poderes causales basado en el hecho de que éstos son inobservables. Comparto el análisis de Fraassen aceptando que las

⁴ Hasta donde tuve oportunidad de revisar, Fraassen no ha presentado esta análisis alternativo que anunció en 1993.

capacidades no son observables directamente, sin embargo me parece que podemos defender su uso apoyados por un lado en los casos exitosos de conexiones causales singulares, y por otro en las probabilidades consideradas por Cartwright como recursos que miden indirectamente la acción de los poderes causales.

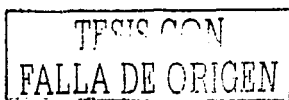
Veamos ahora algunos aspectos más de la propuesta de Cartwright acerca del uso de poderes causales que complementan lo que he expuesto más atrás acerca de dichos poderes, y que permitirán además apreciar mejor las diferencias de esta propuesta con la de van Fraassen.

Cartwright suscribe la crítica de Sellars⁵ al conductismo en el sentido de que las regularidades estímulo-respuesta en el comportamiento animal necesitan suponer teóricamente a sujetos neurológicamente sanos para dar sentido a tales regularidades. Cartwright considera además —siguiendo un argumento de Ian Hacking— que si es tomada seriamente la eliminación de términos como causas, capacidades, etc., esto haría ver a la práctica científica, particularmente la experimentación dirigida a inobservables, como un rasgo de locura científica carente de todo sentido. Según ella:

scientific practice itself cannot be relied on to have already, in outline, produced a model that contains both the raw data and the hypotheses which, according to the radical empiricist, are supposed to cover the data. One can, of course, continue to insist that only the kind of datum admissible for a radical empiricist is relevant. But to do so would make even our most sensible and trustworthy tests look crazy and unmotivated. The tests suppose that nature is full, not only of data, but of phenomena as well, phenomena which —relevant to the point here— include capacities, interactions, and the like; and I do not see why we need to start with the assumption that this is false. (1989a, p. 169)

An ascription of a capacity cannot be taken merely as an inference ticket to get from one fact about probabilities to another, that is, as an efficient summary of complicated facts about the pattern of pure probabilities; for the pattern it summarizes is not a pattern involving just the probabilities themselves, but a more variegated pattern, involving both probabilities and capacities in an essential way. (1989a, p. 167)

⁵ *Science, Perception and Reality*, 1963.



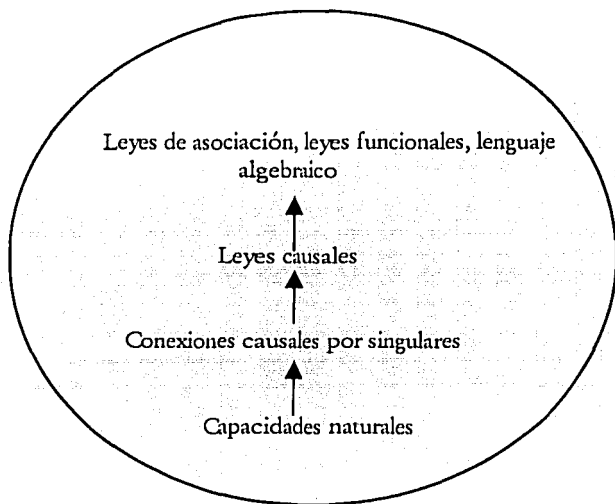
Desde el punto de vista de Cartwright las capacidades no son sólo recursos artificiales empleados para salvar los fenómenos, sino acciones reales. Trata por lo tanto de asumir un compromiso realista a partir del cual dar sentido a las prácticas y al lenguaje que forman parte de la tradición experimental de la ciencia. La idea de Cartwright (1989a, pp.158, 170) es que sólo desde esta perspectiva que introduce las capacidades en un sentido realista puede lograrse un informe adecuado de la ciencia. En particular de las proyecciones exitosas basadas en probabilidades en economía o medicina, así como también recuperar la compleja interacción de capacidades causales entre las variables al interior de un contexto, y establecer conexiones causales por singulares en experimentos de un solo tiro.

Cartwright trata de mostrar que las diferentes estrategias como la inclusión de cláusulas *ceteris paribus*, la estratificación y el uso de regularidades, resultan insuficientes para dar cuenta de los logros predictivos sistemáticos y de las conexiones causales obtenidas por singulares. Según ella sólo las capacidades pueden dar cuenta de estos aspectos en la ciencia.

El empirismo tradicional ha colocado a las leyes a la base de la imagen científica del mundo, rechazando dar un paso más allá que nos conduciría a terrenos metafísicos. Cartwright rechaza esta idea y coloca en cambio a las capacidades en el nivel fundamental. Veamos como lo plantea:

The popular view, which I want to attack, takes these as nature's givens. It is by laying down laws that nature regulates the unfolding of events. But I want to urge a very different picture that is open to us once we admit capacities into our world. It is not the laws that are fundamental, but rather the capacities [...] Whatever associations occur in nature arise as a consequence of the actions of these more fundamental capacities. In a sense, there are no laws of association at all. They are epiphenomena. This, it seems to me, will be the most powerful way to reconstruct a reasonable image of science; and it is this picture that I urge philosophers to take up and develop. (1989a, p. 181)

El planteamiento de esta cita sumado a la noción de causalidad por singulares expuesta anteriormente, y a su crítica a las leyes funcionales, nos proveen en conjunto una imagen de un mundo desunificado que puede ser representada por el siguiente diagrama:



El argumento de Cartwright a favor de la colocación de las capacidades en el nivel fundamental trata de mostrar que las mediciones estadísticas juegan un rol metodológico central a través del cual medimos las capacidades causales. Su idea es que la adopción de este compromiso metafísico no milita en contra de la metodología de mediciones con la que el empirismo ha ganado prestigio en la ciencia. Según ella *“practical empiricism of measurement is the most radical empiricism that makes sense in science. And it is an empiricism that has no quarrel with causes and capacities. Causal laws can be tested and causal ca-*

pacities can be measured as surely—or as unsurely—as anything else that science deals with". (1989a, p.7)

Como he dicho antes, Cartwright aclara que no pretende responder a la pregunta por el significado de las capacidades bajo los criterios del verificacionismo mostrando de modo directo *qué* son y *cómo* actúan las capacidades. Su estrategia está dirigida más bien a justificar el empleo de capacidades sobre las bases de lo que parece ser un *operacionalismo* apoyado en leyes estadísticas.

Es importante precisar que Cartwright no está pensando en un determinismo de capacidades básicas acompañado de un fundacionalismo epistemológico, como el que defendieron los positivistas a través las tesis del fisicalismo y de la ciencia unificada, sino en una multiplicación no unificada de dominios y capacidades que reflejan un mundo abigarrado (*dappled world*). Las siguientes son dos de las características que Cartwright atribuye a las capacidades para distinguirlas de una caracterización fundacionalista: perdurabilidad (*enduring*), y autonomía e irreducibilidad a leyes causales. Describiré a continuación en qué consiste cada una de ellas.

Cartwright distingue dos niveles en los que actúan las capacidades: micronivel y macronivel. La introducción de esta distinción le sirve para colocar las capacidades que distingue como perdurables (o estables), en el micronivel donde se hallan las leyes de mayor generalidad de la física y la química. En el macronivel ubica a las capacidades con menor estabilidad obtenidas por la medicina y la economía entre otras. En este nivel los constantes cambios, tanto en nuevas variables como en sus magnitudes, impiden que estas capacidades sean perdurables como las otras. En este macronivel existe una aglomerada dependencia y una mutua afectación o influencia entre diferentes leyes causales y sus respectivas capacidades, lo cual impide que sean autónomas. En este sentido la perdurabilidad está asociada a su vez a la autonomía. En el nivel macro los cálculos deben tomar en cuenta una cantidad considerable

de variables adicionales que, como en el caso de las píldoras anti-conceptivas, pueden incluso transformar radicalmente las capacidades que adscribimos. En cambio en el micronivel estas variables macro no tienen impacto alguno, lo cual permite caracterizarlas como independientes y marcadoras de constreñimientos para aquéllas. Según Cartwright:

in the truly fundamental equations the parameters would be independent; that means that they really assumed that the fundamental structure of nature was one where causes could be assigned stable capacities of fixed strengths. (1989a, p 156)

[capacities at the micro-level] are not, of course, immutable, for they can at least be affected by expectations about future policies [...] It is also an important feature of the philosophical story, for it fits the capacities into nature in a realistic way. They do indeed endure; on the other hand, their characteristics may evolve naturally through time, and they may be changed in systematic, even predictable, ways as a consequence of other factors in nature with which they interact. (1989a, p 157)

Como la cita muestra, la tesis de Cartwright es que no hay capacidades absolutas a niveles básicos. Y destaca que algún grado de autonomía de las capacidades es tomado en cuenta cuando se efectúan cálculos predictivos y planificaciones con el auxilio de leyes.

En lo que respecta a la idea de que las capacidades no son absolutas o permanentes, sino perdurables en el sentido en que pese a su estabilidad pueden tener cambios, no resulta del todo claro en la exposición de Cartwright cómo ocurren esos cambios, y si habría una relación entre esta perdurabilidad (*enduring*) y las respectivas leyes causales en el macronivel, así como sus efectos en las mediciones y los cálculos proyectivos, cambios que muy probablemente resultan indeterministas como sugiere Cartwright en la cita.

Finalmente, en cuanto a la idea de que las capacidades son irreducibles a las leyes causales respectivas Cartwright afirma lo siguiente:

For the concepts of capacity and interaction are genuine descriptive concepts, and are not in any way to be reduced to more primitive ideas. There are *methods* for determining when they obtain, but the methods cannot double as empirical reductions, for the two concepts are woven together in these methods and cannot be pried apart [...] A large number of other equally non-reducible concepts are involved as well, concepts like those of enabling conditions, precipitating factors, triggers, inhibitions, preventatives, and the like. These are the kinds of concept that will have to go into a proper account of what capacities are and how they operate (cursivas agregadas, 1989a, p.166)

Just as laws constrain relations between matters of fact, capacities constrain relations among laws. A property carries its capacities with it, from situation to situation. That means that, where capacities are at work, one can reason as above: one can infer from one causal law to another, without ever having to do more tests. (*Ibid.*, p. 169)

La idea de Cartwright es que leyes estadísticas son mediciones de las capacidades, y que estos recursos de medición no pueden servir a su vez para reducir las capacidades —digamos— siguiendo una reducción operacionalista clásica, ya que la idea es asumir un compromiso realista acerca de las capacidades. Además me parece que si tomamos en cuenta las conexiones causales por singulares la idea de una reducción a leyes queda obstruida, ya que en estos casos se establece una capacidad sin que exista la posibilidad de contar con mediciones de probabilidad. Esta condición hace ver una vez más el importante rol que juegan las explicaciones causales por singulares en el establecimiento de capacidades. Sin embargo queda abierto el problema de precisar cómo ocurren los cambios en las capacidades fundamentales que sostiene Cartwright, ya que en las conexiones causales por singulares de macronivel ha sido fácil hacer ver con el ejemplo de economía de Sims, el tipo de cambios que se presentan en la capacidad del dinero circulante bajo diferentes

arreglos en las variables. La tarea pendiente en este sentido consiste en cómo dar cuenta de las mutaciones en las capacidades más generales y fundamentales que Cartwright ubica en la física y en la química.

Si no es posible dar cuenta de tales mutaciones apelando a cambios en ciertas condiciones ambientales, me parece entonces que buscar una explicación dando un paso más hacia supuestos de tipo inobservable, incrementaría el costo metafísico que Cartwright ha aceptado pagar antes a cambio de dar cuenta de las prácticas en ciencia experimental y en ciencia aplicada. Por otro lado, podría sugerirse el consejo wittgensteiniano de guardar silencio en temas metafísicos, pero no parece fácil impedir que se dé un paso más cuando se ha dado ya el primero aceptando el realismo de capacidades.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Inferencia material y experimentalismo en las explicaciones causales

Índice

- 4.1. Las leyes y las generalizaciones como reglas de inferencia, 157
 - 4.2. Entimemas, inferencia material y contextos cognitivos, 178
 - 4.3. Inferencia material y modalidades causales, 185
 - 4.4. Explicaciones causales singulares, experimentación e inferencia material, 195
-

En esta última sección presento una serie de sugerencias acerca de las explicaciones causales singulares, y causales por generalizaciones, que complementan lo que he presentado en la tercera sección. Esta serie de sugerencias está articulada en torno a la noción de reglas materiales de inferencia propuesta por Wilfrid Sellars, a la cual vinculo algunas de las ideas que he adelantado en las secciones previas de Woodward y Cartwright.

La noción de inferencia material fue presentada por Wilfrid Sellars fundamentalmente en dos de sus artículos: "Inference and Meaning" de 1953, y "Counterfactuals, Dispositions and the Causal Modalities" de 1958. En estos artículos Sellars buscaba dar cuenta de los aspectos no formales de las inferencias, en particular de las inferencias entimemáticas, y defender el uso de modalidades causales que positivistas como Carnap habían rechazado.

El tratamiento de Sellars no está dirigido a las explicaciones causales singulares de modo que la sugerencia que presento es el resultado de un desarrollo propio que vinculo a la noción de estabilización experimental siguiendo de manera general la tradición en

la que se hallan autores como Ian Hacking, Andrew Pickering y Peter Galison de quienes me he ocupado en la sección inicial.

Empleo además el argumento acerca de la causalidad basado en intervenciones de Woodward para apoyar mi sugerencia para las explicaciones causales hechas por reglas de inferencia.

La noción de reglas de inferencia que Sellars emplea para caracterizar las generalizaciones tipo ley, y que trata de extender a las leyes, me permitirá explorar la idea de que esta caracterización, y no la de enunciados universales verdaderos, resulta más apropiada en la tradición experimental de la ciencia. Además el carácter abierto de estas reglas inductivas me permitirá igualmente sugerir que bajo esta caracterización puede hacerse una conexión natural entre las explicaciones por leyes o generalizaciones y las explicaciones causales singulares.

En cuanto a los trabajos de conexiones causales por singulares de Woodward y Cartwright he mostrado que el primero presenta problemas relacionados con la falibilidad de las conexiones causales en turno, y he sugerido introducir la noción de variabilidad para dar cuenta de cómo comenzamos la identificación de causas cuando la información causal y no causal alrededor del suceso es muy pobre o nula. En cuanto a Cartwright he suscrito su propuesta para causalidad por singulares, y he sugerido sumar a ella tres casos más por conjuntos incompletos. Articulando todos estos recursos estoy tratando de dar los pasos iniciales para una teoría de mayor alcance descriptivo y normativo de las explicaciones causales singulares. Ahora en esta sección destaco el carácter material de estas conexiones y el rol primitivo que pueden jugar las prácticas experimentales vinculadas a la noción de estabilización, de la cual hago una segunda exposición basada en un caso de física experimental.

Sin embargo mientras que Cartwright una vez que llega a la causalidad por singulares parece regresar a la línea hempeliana a través de la noción de máquinas nomológicas, mi sugerencia trata de seguir una dirección distinta explorando el carácter abierto de

las explicaciones causales a través de las nociones de reglas de inferencia y de variabilidad asociadas a los aspectos no monótonos de las inferencias causales en los escenarios experimentales.

Como se ha visto para el tratamiento de las explicaciones causales sigo el enfoque experimental que permite sugerir la idea de que para las explicaciones causales no se requiere de la *completud* que ha guiado a la tradición teórica en filosofía de la ciencia, sino de la *estabilización experimental*. Como podrá apreciarse al final de esta última sección, y a través de las tres secciones precedentes, mi trabajo se basa en cuatro nociones que adapto y desarrollo para las explicaciones casuales singulares: inferencia material, estabilización, incompletud y variabilidad.

El objetivo que persigo con este trabajo de tesis consiste en obtener algunas nociones preliminares que apunten hacia una teoría de las explicaciones causales tanto generales como por singulares basado en un enfoque experimental y material.

4.1. Las leyes y las generalizaciones como reglas de inferencia

Desde finales de la década de los 20 y hasta entrados los 80's del siglo pasado los análisis de las leyes de los positivistas, entre otros los de Carnap y Hempel, estuvieron dirigidos casi por completo a los problemas de verificación que enfrentaban las leyes. En particular porque al caracterizarlas como enunciados se enfrenta el problema de que su confirmación empírica no es estrictamente completa, ya que por un lado las leyes se encuentran apoyadas en numerosos casos previos en los que éstas se han cumplido, pero por otro se comprometen con casos que todavía no son observados, pero que se espera ocurran como las leyes indican. En otras palabras no son equivalentes a conjuntos finitos de casos particula-

res que las confirmen. El hecho de contar con evidencia parcial las salva de ser pseudoproposiciones, pero el hecho de comprometerse con sucesos futuros dificulta su caracterización como auténticas proposiciones.

A diferencia de los análisis positivistas ocupados de la *verificación* de las leyes, trabajos posteriores como el de Sellars en los 50's y el de Cartwright en los 80's, se dirigieron en cambio a mostrar la *vaguedad* de las leyes y de las generalizaciones tipo ley haciendo ver el rol que juegan las cláusulas *ceteris paribus* para enfrentar esta vaguedad.

Sellars desarrolló su crítica a la caracterización positivista de las leyes basado en los contrafácticos condicionales. Dicha crítica consta de dos partes. En la primera de ellas sigue en parte la preocupación inductiva de los primeros positivistas acerca de la confirmación incompleta de las leyes, y liga a este problema otro más que tiene que ver con la amenaza de factores perturbadores que pueden provocar desaciertos en las inferencias a causas. En la segunda parte también emplea contrafácticos sólo que esta vez sin ocuparse de la inducción, ni de las cláusulas *ceteris paribus*, sino para mostrar que estos condicionales no pueden ser lógicamente derivados de las leyes, lo cual impide desde este punto de vista mostrar la manera en la cual las leyes apoyarían a dichos contrafácticos. El problema en este caso se encuentra en la incompatibilidad que existe entre el lenguaje antimetafísico carnapiano con el cual son caracterizadas formalmente las leyes, y la metafísica del lenguaje modal en el cual están formulados los contrafácticos. En la sección 4.3. me ocuparé de esta segunda parte de la crítica sellarsiana.

La primera parte de esta crítica a que me he referido se encuentra en el artículo "Counterfactuals, Dispositions, and the Causal Modalities" (1958) en el cual Sellars se ocupa de mostrar la vaguedad empírica de las generalizaciones tipo ley¹ (*lawlike statements*).

¹ He preferido traducir *lawlike statements* por 'generalizaciones tipo ley', y no por 'enunciados tipo ley' considerando que dicha traducción se ajusta mejor al uso que hace Sellars de ella. En general me parece que esta denominación de 'generaliza-

CON
FALLA DE ORIGEN

Antes de entrar en los detalles de esta crítica es importante distinguir la noción *formal* de 'lawlike statements' que desarrolló Hempel, del uso que Sellars hace de este término.

Basado en el trabajo de Nelson Goodman, Hempel desarrolló una noción formal de este tipo de enunciados (*supra* 1.2) a través de un lenguaje modelo, tratando de evitar los problemas que enfrentaba su caracterización de las leyes con respecto al requisito de adecuación empírica, el cual no permitía caracterizar como leyes aquellas leyes 'falsas' que en algún tiempo funcionaron, pero que ante la presencia de nuevos hallazgos fueron abandonadas como la ley de Bode, lo cual representaba un problema importante. En cambio una caracterización formal permitiría aplicar el análisis lógico a leyes de distintas etapas de la ciencia, es decir, tanto de aquellas leyes que son aceptadas actualmente, como de aquellas que en algún tiempo son aceptadas, pero que posteriormente se abandonan.

Sellars en cambio emplea la noción como lo hace Goodman para referirse a aquellas generalizaciones empíricas que parecen leyes en tanto son proyectables, pero que a diferencia de éstas tienen un alcance restringido. El ejemplo que Sellars emplea en este artículo es el siguiente:

- (1) Para todo cerillo si es frotado entonces enciende

La estrategia que emplea para hacer ver la vaguedad empírica de enunciados de este tipo consiste en presentar los condicionales contrafácticos a ellos asociados, buscando por este medio hacer explícitas las diferentes condiciones ambientales que de hecho acompañan a un enunciado como (1), y a los contrafácticos respectivos, para que la conexión causal presumida funcione correcta-

ciones tipo ley' se ajusta además bastante bien a muchas de las generalizaciones que son usadas en ciencia para elaborar explicaciones, e incluso para describir algunas de las que se consideran hoy como leyes.

mente. En el caso anterior el condicional contrafáctico es el siguiente:

- (2) Si el siguiente cerillo fuera también frotado entonces encendería

Sellars hace ver que un usuario que se compromete con (1) y con (2) no puede tener la seguridad de que las conexiones entre los sucesos que describen ocurran, a pesar de que se cuente con una base inductiva para ello, sino que resulta indispensable además tener la seguridad de que al menos ciertas condiciones ambientales como oxígeno suficiente, suficiente fuerza de frotamiento, etc. están presentes, así como también asegurarse de que posibles factores perturbadores están ausentes, por ejemplo, que el cerillo no esté húmedo, o que aun estando seco, no haya sido mojado previamente.

Este reconocimiento del rol que juegan las condiciones ambientales tanto favorables como perturbadoras conduce a Sellars a la incorporación de lo que hoy se conoce como cláusulas *ceteris paribus*, las cuales considera que deben ser explícitamente mencionadas en los pasos inferenciales. De hecho Sellars no emplea el término 'cláusulas *ceteris paribus*' sino 'appropriate circumstances' para abreviar las numerosas variables relevantes que rodean a la conexión causal en turno.

Por otro lado Sellars hace notar una diferencia importante de su análisis de los contrafácticos en comparación con el que hace Nelson Goodman². La diferencia entre ambos trabajos, según Sellars, consiste precisamente en el desarrollo de su análisis material versus el análisis formal de Goodman, quien trata de capturar formalmente las condiciones ambientales favorables y perturbadoras, a través de un conjunto cerrado *S* que lo conduce a problemas

² "The Problem of Counterfactual Conditionals" de 1947. El enfoque por contrafácticos que desarrolla Sellars tiene como punto de partida este artículo de Goodman.

de circularidad y de inconsistencias. Según Sellars "*this failure stems, as in so many others cases, from too hasty an assimilation of a problematic feature of ordinary discourse to a formalism by reference to which we have succeeded in illuminating certain other features*" (1958, p. 231). En cambio para Sellars la inclusión de las condiciones ambientales sin una cláusula de cierre formal le permite dar cuenta del carácter abierto y corregible que tienen los enunciados tipo ley cuando se presenta evidencia adicional.

Al respecto cabe recordar que Hempel conoció el análisis de Sellars, sin embargo rechazó las consecuencias que éste extraía proponiendo que las leyes fueran reglas de inferencia y no enunciados, y siguió en cambio la línea de Goodman incorporando la noción de *proyectabilidad* para caracterizar a las leyes. Sin embargo en esta incorporación Hempel no declara si acepta o no el recurso del conjunto *S* que propone Goodman.

Hempel señaló los problemas de vaguedad a través de lo que llamó '*hipótesis auxiliares*' pero sólo lo hizo para las generalizaciones rudimentarias y para las explicaciones evolucionistas, rechazando en ambos casos que se tratara de explicaciones genuinas, precisamente por los problemas de vaguedad empírica que enfrentaban. Por otro lado Hempel no menciona en su análisis de la explicación el problema de las cláusulas *ceteris paribus*, uno de los temas centrales del artículo de Sellars, lo cual permite pensar que muy probablemente en ese tiempo Hempel no vio el problema³. Es hasta su artículo 'Provisos' de 1988 que Hempel reconoce explícitamente el problema de las cláusulas *ceteris paribus*, pero sólo de manera restringida para los términos teóricos, y no para las explicaciones N-D de carácter empírico⁴.

³ Ver Hempel, 1965, pp.342, y 354-9, en particular nota 29.

⁴ En diferentes pasajes de *Aspects and Other Essays* pueden encontrarse breves referencias de Hempel a estas condiciones ambientales sin embargo en ellas no reconoce que tales condiciones puedan ser una amenaza seria para el modelo ND. Hasta 1988 Hempel reconoció de manera parcial el problema de estas cláusulas sólo para los términos teóricos concluyendo que no había una salida satisfactoria, ni siquiera la que había propuesto Carnap en 1956 reconociendo el rol de las

Desde un punto de vista teórico en filosofía de la ciencia la inclusión de tales cláusulas puede servir, como he señalado antes (*supra* 2.3), de *cuña lógica* para intentar completar *grasso modo* las premisas faltantes que acerquen o hagan de las inferencias a las causas inferencias deductivas. Al respecto Sellars se distancia en parte de la tradición teórica ya que no incluye las cláusulas *ceteris paribus* como *cuña lógica* para salvar la deducción, sino como *cuña crítica* que protege por un lado a las inferencias que se apoyan en estas generalizaciones, pero por otro denuncia las limitaciones de la base inductiva en la que se apoyan, y la imposibilidad de anticipar posibles variaciones ambientales. Esto impide mantener la creencia en una certeza indefinida de las inferencias con ellas realizadas, y a cambio propone la *cautela inferencial* que da caracterizar a estas generalizaciones como principios o reglas, y no como enunciados condicionales verdaderos, *ni siquiera bajo la inclusión de cláusulas ceteris paribus*.

El carácter contingente de estas generalizaciones resultado de hallarse basadas en la inducción, y en la amenaza que representan las condiciones ambientales, permite a Sellars rechazar que éstas sean caracterizadas como enunciados que se comprometen con la verdad o falsedad de los estados del mundo que describen, y posibilita en cambio plantear una definición en términos de reglas de inferencia que guían nuestros pasos inferenciales entre enunciados singulares. Desde el punto de vista de Sellars (1948, 1989), la implicación material da cuenta de una relación entre sucesos y no

condiciones *ceteris paribus* en los términos teóricos. Bajo la influencia del operacionalismo de Bridgman, Carnap había definido los términos teóricos (p.e. la atracción magnética) como términos disposicionales bajo una definición que permitía inferencias deductivas de enunciados que describían estímulos a enunciados que describían respuestas, sin embargo el reconocimiento de la vulnerabilidad inferencial de este modelo le obligó a modificar su tipificación de los términos teóricos abandonando su idea inicial, y permitiendo de esta manera la ponderación de factores perturbadores o de distorsiones en las condiciones ambientales, a través de la inclusión de *hipótesis auxiliares* para dar cuenta de la vulnerabilidad inferencial entre estímulo y respuesta, y salvar de este modo la deducción hecha a través de los términos teóricos. Ver en particular pp. 103-6.

constituye un enunciado con el que aseveramos cómo es el mundo. Caracterizar a las leyes como enunciados significa perder de vista su rasgo relacional, aplicado en este caso a relacionar dos sucesos que — diciéndolo en lenguaje de modalidades— *pueden o no* ocurrir en el mundo, es decir, sucesos cuya ocurrencia *no es necesaria*.

Para Sellars en consecuencia la idea de generalizaciones válidas sin restricciones contextuales, es decir, sin cláusulas *ceteris paribus*, es resultado de una concepción incorrecta. Según él:

in evaluating the uniformities found in restricted contexts, we can point beyond them in certain cases, the 'physically contingent cases', to the fact that the uniformity is absent when the circumstances are different. This procedure, however, makes no sense when extended to the universe as a whole, everywhere and every-when. (1958, p.295)

lawlike statements are not a special case of descriptive 'all'-statements. In particular, *they are not descriptive 'all'-statements which are unrestricted in scope, i.e. not localized by reference to particular places, times, or objects.* Indeed, do we ever make descriptive 'all'-statements about the whole universe every where and every-when? As philosophers we can imagine ourselves doing so; but the idea that we are doing so everytime we make an unrestricted lawlike statement is a product of bad philosophy. (cursivas agregadas, *Ibid* p.299)

Como puede apreciarse en la cita Sellars no sólo sostiene que es incorrecto pensar que las generalizaciones tipo ley carecen de limitaciones contextuales, sino sugiere también que no es posible formular leyes causales que sean válidas en todo el universo, es decir, válidas a través de toda su historia y en todas sus regiones. La idea de Sellars es que es posible *extrapolar por analogía* su análisis de las generalizaciones tipo ley a las leyes auténticas. Según Sellars:

it throws light on the concept of a law of nature to point out that it makes sense to speak of a universe in which there are uniformities which although physically contingent, are without exception. Surely to be in a position to say

...

So, (in all probability) A C P-entails B; whereas A C' P-entails ~B

Or, more simply,

...
 So, (in all probability) A is P-compatible with B and \sim B

Is to be in a position to say that, *although in the nature of the case we have reason to think that they have not done so*, things might have so worked that A was constantly conjoined with B (or, for that matter, with \sim B). (1958, p. 301)

Sellars trata de modificar en términos de probabilidades la concepción de las leyes rechazando la idea de que sean consideradas como *necesarias*, y adopta en cambio la noción matizada de válidas *en toda probabilidad*. Su idea es que las leyes típicas son casos límite de probabilidad 1, aceptadas bajo las reservas de los casos no observados, y cuya conexión causal no debe ser considerada como necesaria. Recurriendo a un experimento pensado de astrofísica (1958, pp. 276-80, 293-95), Sellars trata de hacer ver que las leyes no describen conexiones necesarias considerando la posibilidad de que su origen histórico sea contingente como el origen de algún sistema solar en el cual, al paso del tiempo se estabilizan ciertas regularidades como la rotación y traslación en un mismo sentido y alrededor del sol respectivo, que nos inducen a pensar esta regularidad como necesaria. En este caso el origen de dicho sistema pudo haber ocurrido de un modo distinto que produjera a vez diferentes regularidades, lo cual mostraría que la necesidad que puede atribuirse es sólo aparente ya que descansaría históricamente en un suceso físico contingente.

Con estas ideas Sellars rechaza que las leyes sean caracterizadas formalmente como: $\forall x (Ax \supset Bx)$, y propone en cambio caracterizarlas en probabilidades de la siguiente manera (1958, p.295):

Los casos observados de A han resultado, sin excepción, ser B

Por lo tanto: En toda probabilidad que K es una clase restringida no examinada completamente de A's implica materialmente que la proporción de B's en K es 1

Además de esta caracterización en términos de caso límite de probabilidades, Sellars presentó una más diez años antes en su artículo de 1948 "Concepts as involving laws and inconceivable without them", en el que podemos apreciar que su crítica a la concepción positivista de las leyes estuvo dirigida bajo diferentes estrategias en contra del status que éstas adquieren como verdades universales, y en contra también de la limpieza empirista que eliminaba el uso de poderes causales. Sellars defendió en cambio una caracterización restringida de las leyes incluyendo el uso de conexiones causales que carecen del status de necesidad. Veamos esta segunda caracterización alternativa de las leyes (1948, p 312):

$$\forall(x) \forall(y) x, y \in {}^{\beta}K^2 \quad xRy \ U_1x \rightarrow Y_2y \quad (U_1, Y_2, \in {}^{\beta}C)$$

Donde el superíndice izquierdo con la letra griega β limita el alcance a los casos de una familia específica de historias o mundos posibles. Diferentes letras griegas α , ξ , etc. usadas en estos superíndices sirven para distinguir otras familias de historias posibles. x y y son variables para sucesos particulares. La letra U , así como las letras X , Y , Z distinguen una propiedad simple universal para alguna de estas variables. C es un conjunto particular de estas propiedades universales. K es un conjunto de sucesos particulares en la familia específica β , lo mismo que C . El superíndice numérico derecho de K distingue a este conjunto de otros posibles conjuntos de sucesos particulares K^1, K^2, \dots . Es necesario precisar que este enunciado supone a su vez un contexto de historias posibles H^0, H^1, H^2, \dots de las cuales H^0 es la historia o mundo actual que en este caso forma parte de la familia β .

Destaca en esta formalización el intento de Sellars de restringir las leyes introduciendo el uso de superíndices derechos e izquierdos para hacer explícitas formalmente las restricciones en las que una

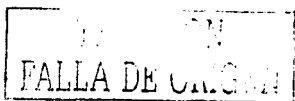
conexión causal es válida, evitando con ello una concepción necesaria y universal.

En este trabajo temprano Sellars introduce además la noción de *invariancias materiales* en oposición a la idea de conexiones necesarias para caracterizar de una nueva manera a las leyes. Según él *material invariances are exactly laws of nature* (1948, p. 309). Su idea, siguiendo la formalización citada arriba, es que las leyes naturales son relaciones causales invariantes bajo cierto rango de familias de historias o mundos posibles que incluyen al mundo actual. La noción de invariancia supone que las conexiones causales están basadas en inducciones que se apoyan en ocurrencias regulares previas de los sucesos en turno.

Al respecto caber recordar que Woodward igualmente defiende la noción de invariancia para caracterizar a las leyes combatiendo también las ideas de necesidad y universalidad, sólo que a diferencia de Sellars quien emplea recursos formales, y teóricos como el experimento pensado, los cuales dejan de lado los aspectos prácticos, Woodward basa su caracterización de la invariancia en rangos de intervenciones experimentales.

Sin embargo tras exponer estas ideas Sellars no presenta ninguna ley, particularmente ninguna ley fundamental de la física, bajo esta caracterización de 1948, ni bajo la caracterización de casos límite de probabilidades que presenta diez años después. Al respecto cabe recordar que un problema semejante enfrenta la propuesta de Cartwright cuando caracteriza las capacidades más básicas de la física y la química como no permanentes o perdurables, pero no precisa del todo cómo ocurren o pueden ocurrir los cambios necesarios para que éstas tengan mutaciones o, si es el caso, desaparezcan o no existan.

En este sentido me parece importante la tarea de analizar los casos de las leyes más fundamentales para tratar de ampliar estas ideas que claramente socavarían el determinismo en estos niveles, y el fundacionalismo respectivo a los que Cartwright ha tratado de oponerse. Al respecto me parece pertinente señalar que los resul-



tados que presento ahora están limitados a algunas leyes y a las generalizaciones tipo ley, o generalizaciones explicativas como las llama Woodward. Sin embargo me parece que una tarea de esta naturaleza dirigida a las capacidades fundamentales y su rol en las explicaciones resultaría una parte complementaria muy importante.

Por ahora quisiera limitarme a tratar de iniciar esta tarea retomando el análisis por contrafácticos de una ley que en este caso no describe una capacidad fundamental, se trata de ley de Hooke que he venido presentando desde secciones anteriores. Como se recordará esta ley afirma que:

La distorsión en un cuerpo elástico produce una fuerza de restitución de la forma inicial proporcional a la fuerza aplicada

Siguiendo la estrategia de Sellars uno de los compromisos contrafácticos que implica esta ley puede formularse de la siguiente manera:

- (3) Si el siguiente cuerpo elástico, en particular el resorte R_i , tuviera una elongación E_i por la aplicación de una fuerza F_i se observaría una comprensión proporcional a la elongación E_i

Un compromiso como este en ausencia de más especificaciones resulta vulnerable. Por ejemplo, si la fuerza aplicada es demasiada, el resorte no recupera su longitud original al ser suspendida la fuerza de carga, es decir, se ha rebasado su límite elástico por lo cual se mantiene elongado, o incluso puede ocurrir que si la fuerza de carga es todavía mayor el resorte se rompa. O bien, como mostré más atrás, las variaciones drásticas de temperatura pueden provocar una alteración en los rangos de elasticidad establecidos previamente.

No sólo la ley de Hooke, sino muchos otros enunciados generales de la física, resultan empíricamente vagos en ausencia de más

especificaciones, como ocurre incluso con ejemplos que el propio Hempel usa para el modelo N-D como la ley de fusión de los metales⁵ según la cual: 'Para todo metal existe una temperatura específica T_i tal que a cualquier temperatura inferior a ésta, pero a ninguna superior a ella, el metal es sólido (a la presión atmosférica)'. En este caso ningún punto de fusión de un metal puede ser deducido a partir de este enunciado más las respectivas condiciones iniciales, ya que es necesario agregar además ciertas condiciones ambientales bajo las cuales el metal respectivo se fusionaría. Aunque Hempel menciona este tipo de aplicaciones de las leyes no reconoce en ellas ninguna amenaza seria al modelo N-D.

Y lo mismo ocurre, como he señalado antes, con la capacidad de los electrones de producir magnetismo estabilizada por Einstein y de Haas, la cual igualmente se haya restringida por los rangos particulares de saturación magnética que cada metal presenta. Bajo el análisis que aquí presento resulta más apropiado caracterizar a estas leyes como generalizaciones, ya que de otro modo se corre el riesgo de pasar por alto, o desestimar, las limitaciones que estas conexiones causales tienen con respecto a construcciones específicas de escenarios en los cuales la operación de las capacidades resulta estable.

La estrategia de contrafácticos que desarrolla Sellars representa en cierto sentido un esfuerzo por explicitar parte de los factores que forman las cláusulas *ceteris paribus*, y que son relevantes pragmáticamente para que las leyes funcionen. Sin embargo esta estrategia mantiene todavía en parte un enfoque teórico en filosofía basado en el planteamiento imaginativo de escenarios posibles. En cambio, como he tratado de hacer ver desde un punto de vista experimental el empleo de las cláusulas *ceteris paribus* ayuda a mostrar el rol de las variables ambientales en una conexión causal, pero su análisis bajo las prácticas experimentales nos lleva a concluir la imposibilidad de capturarlas exhaustivamente para tratar de

⁵ Ver 1965, p. 358.

salvar la deducción y la certeza respectiva en una explicación, o bien para tratar de preservar los índices de probabilidad en una inferencia estadística. Bajo este punto de vista estas condiciones sólo pueden capturarse de manera progresiva a través de diferentes prácticas experimentales dirigidas a distinguir variables causales de variables no causales que provean rangos de invariancia e intervención en los cuales una capacidad funciona como sugiere Woodward.

Es decir, desde un punto de vista experimental e incluso de aplicación no es posible anticipar o saber de antemano, *a priori*, los posibles factores perturbadores, ni todas las condiciones favorables. Por ejemplo, si tratamos de explicar en el ejemplo de Sellars por qué el cerillo no prendió en cierta ocasión a pesar de haber sido frotado y contamos únicamente con el enunciado (1), no podemos tener la *certeza teórica* de que se debió al hecho de que estaba húmedo al momento de ser frotado, o que estaba seco pero que había sido mojado con anterioridad, o bien si la ausencia de alguna condición favorable desconocida o a algún factor perturbador, también ignorado hasta ese momento, fueron los que impidieron la ignición.

Como se ve Sellars llega a esta misma conclusión del carácter abierto de las generalizaciones y las leyes sólo que por una vía diferente. Este carácter abierto que atribuye a las condiciones ambientales sumando al problema de la inducción, le llevan a concluir que las leyes no pueden ser declaraciones cerradas de cómo se presentan los poderes causales en el mundo, sino principios inductivos que guían las inferencias causales. Pese a que la estrategia es distinta considero que la noción de reglas de inferencia puede ser empleada para describir como funcionan las leyes y las generalizaciones en la tradición experimental, destacando y manteniendo con

ello el carácter abierto de estos escenarios en los cuales se carece de un cierre, o clausura lógica como expone Galison.

El cambio de concepción de algunas leyes y de las generalizaciones tipo ley como reglas materiales de inferencia reconociendo su vaguedad empírica, y el carácter contextual de los movimientos inferenciales, es crucial para el análisis y tratamiento de algunos de los problemas que he tratado de mostrar en secciones previas. En este sentido desde la tradición experimental parece más adecuado caracterizar a las generalizaciones y las leyes como reglas o principios que *guían* nuestras inferencias sin comprometerse con la preservación de la certeza, o con la preservación de la probabilidad que podría ofrecer una concepción deductivista de la explicación. Leyes de la física como la de Hooke pueden ser conceptualizadas como reglas de inferencia, reconociendo a través de los rangos de intervención y de los condicionales contrafácticos el rol activo que juegan en ellas las variables que conforman las cláusulas *ceteris paribus* antes implícitas y pasivas.

Siguiendo esta propuesta, mi idea es que las generalizaciones tipo ley como las generalizaciones explicativas de Woodward, y las leyes causales que Cartwright llama *leyes ceteris paribus* pueden ser definidas ahora como reglas de inferencia, a las cuales no es adecuado evaluar bajo el criterio de verificación, sino considerando si guían o no de manera confiable nuestras inferencias dirigidas al logro de ciertas metas cognitivas y metas práctico-experimentales como la estabilización y la identificación de causas. Metas que no se encuentran aisladas en completa autonomía dentro de los laboratorios, sino que están conectadas y supeditadas a la valoración y el uso social de las capacidades procesadas mediante la industria y la técnica.

Para autores como Woodward el reto filosófico consiste en dar cuenta de la manera en la cual son operadas las leyes en la práctica científica. Sin embargo, el rol que han jugado los aspectos contingentes en dicha práctica ha llevado a diversos intentos de recharacterización o *remiendo* de las leyes que incluyen recursos como rangos de invariancia y cláusulas *ceteris paribus*. El empleo de estos recursos hace cada vez más difícil seguir manteniendo que las leyes son enunciados universales verdaderos⁶. Esta situación me parece que hace plausible explorar una caracterización diferente a través de la noción de *reglas materiales de inferencia*. El aspecto material de estas reglas lo desarrollo más adelante en la subsección 4.3.

Cartwright (1983) reconoce el rol de las condiciones ambientales siguiendo la idea de Sellars acerca de la vaguedad empírica de las leyes, e incorpora el rol de estas condiciones describiendo a las leyes como *leyes ceteris paribus* aduciendo que: "*the manifest explanatory power of fundamental laws does not argue for the truth. In fact the way they are used in explanation argues for their falsehood. We explain by ceteris paribus laws, by composition of causes, and by approximations that improve on what fundamental laws dictate [...] The appearance of truth comes from a bad model of explanation, a model that ties laws directly to reality*". (pp. 3-4).

⁶ Sergio Martínez a través de diferentes trabajos (1991, 1992, 1997, 2000) basados en las explicaciones de la mecánica cuántica y de la teoría de la evolución ha insistido también en el papel que juegan estos aspectos contingentes presentando detallados informes y propuestas que cuestionan la idea de leyes deterministas. Según Martínez: "*tanto en la mecánica cuántica como en la teoría de la evolución la incorporación de aspectos contingentes del mundo en las explicaciones da como resultado la negación de principios epistemológicos fundamentales de la ciencia y la filosofía clásicas: la identificación de la objetividad con el "espacio de las leyes" [...] La validez universal de las leyes está íntimamente ligada a la tesis determinista. Una vez que aceptamos que la tesis determinista es una tesis metafísica que no está de acuerdo con nuestros mejores teorías, no podemos hacer otra cosa que abandonarla [...] el lento proceso de la erradicación de tales supuestos constituye un camino largo que se empezó a recorrer a mediados del siglo XIX y en el cual seguimos inmersos.*" (1997, p. 179)

A pesar del trabajo que desarrolla en causalidad por singulares, Cartwright se mantiene en parte en la dirección humeano-hempeliana cuando enfatiza en su trabajo posterior de 1999 *Dappled World* el rol de las leyes *ceteris paribus* vinculado a lo que llama *máquinas nomológicas*. Veamos como lo plantea:

I shall consider the simplest and most well-known example, that of Newton's second law and its application to falling bodies, $F = ma$. Most of us, brought up within the fundamental canon, read this with a universal quantifier in front: for any body in any situation, the acceleration it undergoes will equal to the force exerted on it in that situation divided by its inertial mass. I want instead to read it, as indeed I believe we should read all nomologicals, as a *ceteris paribus* law (1999, p.25)
Sometimes the arrangement of the components and the setting are appropriate for a law to occur naturally, as in the planetary system; more often they are engineered by us, as in a laboratory experiment. But in any case, it takes what I call a *nomological machine* to get a law of nature. (Ibid. p. 49)

Me parece importante que Cartwright destaque con el término 'máquinas nomológicas' a los escenarios fabricados a través de los cuales las capacidades son reproducidas una y otra vez. Sin embargo desde un punto de vista experimental puede resultar inadecuado usar nuevamente el término ley sólo que ahora como leyes *ceteris paribus*. Me parece en cambio que podría resultar más apropiado y útil seguir la propuesta de Sellars de reglas de inferencia que captura el carácter abierto de las relaciones causales.

Al respecto cabe recordar para completar mi sugerencia sobre las reglas de inferencia que con Woodward suscribí el reemplazo de las cláusulas *ceteris paribus* por los rangos de intervención, de manera que a diferencia de Sellars y Cartwright, considero que resulta más preciso acompañar las reglas de inferencia por rangos de intervención que señalan límites acotados, que por las elusivas cláusulas *ceteris paribus*.

Por otro lado con Sellars, Woodward y Cartwright reconozco el rol que juega la inducción en la ciencia, particularmente en la de-

tección de operaciones regulares de las capacidades. Cartwright además llega a la causalidad por singulares que escapa a la inducción pero parece regresar a la línea humeano-hempeliana a través de las leyes acotadas a máquinas nomológicas, y con ello regresa también a la inducción en el tratamiento de la explicación.

Al respecto me parece que una manera en la que puede explorarse una aproximación diferente al tema de las explicaciones causales consiste en continuar en el camino de las explicaciones causales singulares destacando la ausencia de repeticiones y con ello de la inducción, y colocando en su lugar las inferencias no monotónicas que pueden tener un rol normativo y descriptivo más relevante desde un punto de vista experimental. Si como dice Cartwright la causalidad por singulares tiene un estatus primario sobre el cual sobrevienen los registros estadísticos basados en inducciones, entonces la no monotonicidad basada en singulares en los escenarios experimentales, y las prácticas a ellas asociadas, tienen un papel primario en las explicaciones desde el cual podemos replantear el rol privilegiado que la tradición hempeliana atribuyó a las regularidades.

Por otro lado el trabajo de Sellars acerca de las reglas de inferencia se halla basado de una manera importante en la inducción. Sin embargo, bajo la exposición que he venido haciendo las conexiones causales por singulares permiten arribar a la noción de reglas desde las inferencias no monótonas. En este sentido mi sugerencia sobre la noción de reglas no parte del problema de los sucesos no observados y la inducción respectiva, sino de las variaciones que permiten la diferenciación progresiva de correlaciones y causas rivales en la primera o las tres primeras ocurrencias.

Como he sugerido con el ejemplo de la investigación genética sobre la diabetes, y con los ejemplos de conexiones causales singulares por conjuntos incompletos, la manera en la que progresivamente vamos creando a través de prácticas experimentales la aparición y distinción de variables causales, y variables no causales,

muestra la importancia de carácter no monótono de las inferencias en la tradición experimental.

Este punto de partida no niega la presencia de la inferencia inductiva, y el importante rol que juegan las repeticiones en la ciencia y en las explicaciones. Sin embargo, destacar la importancia de las inferencias no monotónicas vinculadas a las conexiones causales por singulares, puede permitir el replanteamiento del rol normativo y descriptivo que han tenido las regularidades en las explicaciones causales. En este sentido la no monotonicidad, versus la inducción, puede tener no sólo un papel descriptivo en las explicaciones causales, sino un papel también normativo basado en las explicaciones casuales singulares.

Es importante destacar en todo esto el rol que tienen las prácticas en este carácter no monótono, ya que a través de dichas prácticas se construyen los escenarios experimentales con los cuales se fabrica la información nueva que alimenta la no monotonicidad inferencial, particularmente con cada factor causalmente relevante identificado. En otras palabras: las premisas que conducen a la no monotonicidad no son derivadas de una teoría previa, ni se hallan tampoco disponibles como parte del acervo de información alrededor del suceso a explicar, sino que son *fabricadas* a través de las prácticas experimentales. En este sentido las inferencias no monotónicas basadas en conexiones por singulares son amplificativas, ya que a través de ellas crece nuestro acervo de conocimiento causal y no causal; y a su vez esta ampliación descansa en el rol primitivo que tienen las prácticas experimentales en la construcción de los escenarios en los que aparecen nuevas capacidades.

Dentro de estas prácticas de búsqueda causal se encuentran estándares explícitos en normas de operación e intervención, e implícitos en patrones de acción que dan cuenta de un *saber cómo*, estrechamente vinculado, y algunos casos posiblemente primitivos, con respecto al *saber qué*. La identificación de la capacidad causal de los electrones llevada a cabo por Einstein y de Haas muestra el rol crucial que juegan las prácticas y los aparatos, una identificación



que tiene los mismos efectos en el saber qué acerca del magnetismo, que en el saber cómo de prácticas emergentes que se traducen en cadenas de patrones de operación e intervención que abarcan, desde los experimentadores hasta los operadores industriales, y obreros en la fabricación industrial de imanes.

Podemos prever una situación semejante también en la posible identificación del gen causal de la diabetes en la investigación de Tusié. El éxito que pueda tener esta investigación arrojará nuevos datos como parte del saber qué acerca de los genes y sus codificaciones, y producirá a su vez una cadena de nuevas prácticas que abarcará seguramente desde Tusié y su equipo, hasta operadores intermedios como laboratoristas y farmacéuticos, finalizando en las prácticas de médicos y de pacientes. Estas situaciones muestran la manera en que pueden vincularse las reglas de inferencia y sus cambios como parte de un saber qué, y el saber cómo de las prácticas de operación e intervención experimental respectivas, dirigidas no a lograr la *adecuación* entre una representación y un hecho, sino a fabricar escenarios de *aparición y estabilización* de capacidades, artefactos y prácticas.

Adicionalmente la concepción de las generalizaciones y las leyes como reglas de inferencia permite hacer una conexión más simple y natural entre las explicaciones por leyes o generalizaciones, y las explicaciones por singulares, ya que el carácter abierto de las reglas permite conectar los aspectos regulares de una inferencia, con los aspectos irregulares de variaciones drásticas e inesperadas en las probabilidades, ya que estos cambios apuntan hacia una nueva conexión causal, de tal manera que la no monotonicidad producida por nuevas conexiones causales encuentra su contraparte complementaria en el carácter abierto de las reglas de inferencia inductivamente establecidas.

La noción de reglas de inferencia no se compromete en estos casos con la preservación de la certeza, ni con la preservación de la probabilidad. De otra manera mantener la caracterización de las leyes como descripciones cerradas de operaciones causales hace

mucho más artificial su corrección ante la presencia de nueva información causal. La noción de reglas en este sentido tiene un doble carácter. Por una parte cada nueva conexión causal implica un cierre inferencial, pero por otra este cierre no es completo ya que no hay en él un compromiso de clausura lógica.

En este sentido las explicaciones causales por reglas de inferencia aun bajo rangos específicos de intervención se encuentran abiertas, es decir, carecen de una clausura lógica que garantice la preservación de la certeza y la probabilidad. Este cierre parcial que dan los rangos de intervención se complementa además con la norma de reasignación que introduce Cartwright, y que he seguido en las formulaciones de la causalidad por conjuntos incompletos, la cual da cuenta del carácter abierto de estos rangos hacia nuevas conexiones causales por singulares.

Este cambio de caracterización y uso hacia reglas de inferencia tiene además como consecuencia que la distinción epistemológica estándar entre leyes y generalizaciones atendiendo a su contenido empírico pierde relevancia y permite explorar un hilo común entre la manera como capturamos regularidades en contextos cotidianos y la manera como lo hacemos en la ciencia.

Además la historia de las conexiones causales por singulares como la de Einstein y de Haas no terminan en el laboratorio. En este sentido la noción de regla se adecua al hecho de que las estabilizaciones de capacidades no se cierran en los laboratorios experimentales, sino que permanecen abiertas para su uso en otros contextos. Muchas veces las prácticas de laboratorio se ven influenciadas para lograr cumplir con cierta normatividad epistémica social que requiere de una amplia base inductiva adicional obtenida a través de diferentes pruebas para endosar el consumo masivo de una nueva capacidad. El caso que expongo más adelante del dióxido de titanio para el cual se está buscando probar la resistencia y persistencia de su capacidad causal como agente fotodegradante muestra que para estos casos sólo la observación de un comportamiento regular de dicha capacidad ante repetidas pruebas provee

bases suficientes para aceptar el compromiso de que dicha capacidad ejercerá su poder de manera confiable. No sólo casos como el del dióxido de titanio están basados en pruebas repetidas para obtener el endoso social de capacidades, sino también la venta y el consumo masivo de medicamentos los cuales requieren de diversas etapas previas de prueba para obtener el endoso social respectivo.

Otro aspecto atractivo de la caracterización sellarsiana de las leyes como reglas es su carácter material relacionado con el contenido de los términos, lo cual permite dar cuenta de la correctud implícita en usuarios que carecen de herramientas formales como citar las generalizaciones respectivas que completen sus explicaciones entimemáticas. Esta correctud implícita muestra el carácter primitivo de ciertas inferencias causales que se hayan fuertemente atrincheradas en el acervo cognitivo de los usuarios. En este sentido la correctud material basada en la destreza para manejar el contenido de un término puede dar un tratamiento diferente al rasgo preanalítico o primitivo de las explicaciones causales singulares que Woodward ubica en el foco de contraste.

A diferencia de los positivistas que sólo admiten propiedades ocurrentes y disposicionales, Sellars propone una semántica para el lenguaje científico que permite la adscripción de propiedades causales. Como trato de mostrar enseguida este carácter material de las inferencias permite defender la idea de que no sólo las *propiedades occurrentes* de los objetos dotan de significado los términos que los refieren, sino que también la atribución de *capacidades* dota de manera esencial dicho significado en términos como electrón, o leche descremada, en los que las capacidades de producir magnetismo, y de producir cuajamientos a medias, pasan a formar parte esencial de su significado.



4.2. Entimemas, inferencia material y contextos cognitivos

Desde el punto de vista formal las inferencias que suprimen alguna premisa han sido calificadas como inferencias incompletas. El tratamiento formal para resolver este problema ha consistido en proveer las premisas faltantes y hacerlas de este modo formalmente válidas⁷. Este tipo de inferencias formalmente 'incompletas' o entimemáticas han sido clasificadas en dos tipos: (a) aquellas que suprimen la premisa menor, por ejemplo: 'Los perros son cuadrúpedos por lo tanto *Pando* es un cuadrúpedo' donde se encuentra suprimida la premisa '*Pando* es un perro'; y (b) aquellas que suprimen la premisa mayor, por ejemplo: 'Un relámpago acaba de aparecer por lo tanto pronto se escuchará un trueno' donde se encuentra suprimida la premisa 'A toda ocurrencia de un relámpago se sigue el estruendo de un trueno'. Para el tema de las explicaciones casuales singulares me ocupo solamente de este segundo tipo de entimema conocido como entimema de primer orden.

Sellars en "Inference and Meaning" (1953) defiende la tesis de que los entimemas son inferencias materialmente completas y válidas, cuya completud y validez no puede ser entendida con las herramientas formales de desarrollaron positivistas como Carnap,

⁷ Hempel (1965, p.424) contempló también casos de explicaciones entimemáticas bajo el nombre de explicaciones elípticas y señaló los aspectos pragmáticos en ellas reconociendo la imposibilidad de formular una regla metodológicamente precisa que indicara cómo manejarlas en diferentes contextos para lograr la completud de premisas que demandan las normas formales. A pesar de este reconocimiento Hempel no abandonó la idea de que los modelos *ND* sirven para mostrar en qué dirección completar una explicación entimemática suministrando las leyes respectivas. Los problemas que trato de hacer ver con la falta de una regla formal que nos indique cómo fijar el contexto para saber con qué generalización causal *completans* una inferencia explicativa, me permitirán mostrar las ventajas que la noción de inferencia material tiene para atacar este problema.

e introduce para ello la noción de inferencia material que define de la siguiente manera:

Material transformation rules determine the meaning of the expressions of a language within the framework established by its logical transformation rules. In other words, where ' ψ a' is P-derivable from ' ϕ a' (in modal language, ϕ a necessitates ψ a) it is as correct to say that ' ϕ a \supset ψ a' is true by virtue of the meanings of ' ϕ ' and ' ψ ', as it is to say this where ' ψ a' is L-derivable from ' ϕ a'. (1953, p. 336)

Material rules of inference in Nagel's sense (which is concerned, in more traditional terminology, with enthymemes) must be distinguished from material rules in the full-blooded sense, which illuminates traditional puzzles concerning lawlike statements, inductive argument, and counterfactual conditionals. According to the latter conception, a lawlike statement is as such a principle of inference and is 'material' in that the validity of the argument it covers depends on the descriptive predicates involved, and not on its governing enthymemes in which the major premise —the supposed lawlike statement— is suppressed. (1965, p. 365)

La idea de Sellars es que la aceptación o rechazo de inferencias entimemáticas tiene que ver con el dominio y destreza de los individuos en sociedad al manejar el contenido de los conceptos, independientemente de su competencia en lenguajes o nociones formales. Esta noción empleada para conexiones causales permite mostrar que estos individuos pueden ofrecer buenas explicaciones, basados en lo que puede llamarse su destreza o competencia material, versus la destreza o competencia formal. Esta segunda destreza ha constituido el eje del análisis lógico de las explicaciones como el llevado a cabo por Hempel. En este sentido la destreza de los individuos en las inferencias explicativas tiene que ver más con su dominio sobre el contenido de los conceptos, y no exclusivamente con una destreza lógico-formal que incluso puede no estar presente.

El hecho de que las comunidades de individuos cuenten con diferentes acervos cognitivos compuestos en una buena parte por lo que he venido llamando *catálogos* de propiedades ocurrientes, de propiedades causales o capacidades, y de correlaciones, juega un

rol crucial para mostrar el carácter contextual de las explicaciones causales, y los criterios normativos que en estos contextos cognitivos son empleados para ejecutar, y evaluar una inferencia explicativa como correcta o incorrecta.

Sellars incorpora estas diferencias contextuales cuando afirma que "*we classify objects on our purposes, but within a given context of discourse, the identity of the things we are talking about, their coming into being and ceasing to be, is relative to the kinds of that context*". (1958, p.252). Estas diferencias de contexto discursivo hacen ver que no contamos con catálogos fijos de capacidades que sirvan de base universal en el intercambio social de las explicaciones, como pretendía Hempel con la noción de predicados cualitativos puros aplicados a las leyes (*supra* 1.2), sino más bien que los predicados son contextuales y revocables de acuerdo a intereses y valores sociales.

Sellars (1965, pp.184-89) rechaza tesis como la de Nagel que califica de instrumentalismo pacifista en la cual se sostiene que llamar a las leyes enunciados o reglas es simplemente una diferencia en la manera de hablar⁸. Es decir, la idea de que ambas concepciones de las leyes son intercambiables o conmutables sin importar las diferencias que ambas nociones tienen con respecto al uso de contrafácticos y de propiedades causales.

Lo que me parece importante hacer ver apoyados en la noción de inferencia material es que las explicaciones tienen un carácter contextual dependiente de los catálogos de reglas y de propiedades. Cuando hacemos explícito el rol de los diferentes catálogos de capacidades y de reglas materiales en las inferencias de una comunidad, advertimos que el contenido material no es acontextual y apreciamos los rasgos que obstruyen la intercambiabilidad o conmutabilidad ipso facto de diferentes explicaciones. No se trata de simples diferencias entre maneras de hablar. Los predicados acerca de capacidades y las reglas materiales de inferencia respectivas no

⁸ Robert Brandom siguiendo la línea de pensamiento de Sellars ha criticado también esta idea de la intercambiabilidad de las maneras de hablar (*façon de parler*). Ver 1994, p.99-100.

son intercambiables, al menos no a la manera como comúnmente se entiende desde el punto de vista formal. Los siguientes ejemplos me servirán para mostrar esto.

Woodward presenta el ejemplo de la explicación del estrellamiento de un vidrio, y para impedir que sean citadas leyes bajo una redescrición *ND* del mismo suceso, introduce la cláusula de accesibilidad epistémica a la que me he referido antes. La adopción de esta cláusula que suscribo en este trabajo impide eficazmente a mi modo de ver el uso de leyes de cobertura, pero no precisa la manera en la cual generalizaciones de diferente nivel y de diferentes contenidos pueden o no ser epistémicamente accesibles a los usuarios. Retomaré las dos formulaciones para la explicación del rompimiento del vidrio que presenté antes, y agregaré una más para mostrar lo anterior, sólo que ahora las generalizaciones son reglas materiales de inferencia, acompañadas de cláusulas *ceteris paribus* que se encuentran implícitas durante los pasos inferenciales entre singulares, que los individuos ejecutan al ofrecer explicaciones.

Reformulación 1:

- R_i: Los impactos de martillos bajo las condiciones C_i *causan* el estrellamiento de los vidrios
- E_i: El vidrio V_i fue impactado por un martillo M_i en las condiciones C_i
- E_{ii}: Por lo tanto el vidrio V_i se estrelló

Desde el enfoque material que estoy sugiriendo esta explicación resulta aceptable siempre que la regla R_i, y los predicados de capacidades, sean parte de los catálogos que los individuos manejan, aunque dicha regla esté basada en una regularidad limitada a los mismos objetos descritos en el explanandum. Es decir, los términos singulares en el explanans y en el explanandum son los mismos, y tienen por lo tanto el mismo nivel de generalidad. En este caso R_i, pese a su simplicidad o inmediatez, y alcance limitado a los

mismo objetos, cuenta con poder explicativo. En el mismo sentido otra comunidad puede tener otra regla material más general con diferentes términos singulares y ofrecer una explicación del mismo suceso de la siguiente manera:

Reformulación 2:

- R_i : Los impactos de cuerpos pesados y sólidos sobre cuerpos frágiles en las condiciones C_i *causan* su estrellamiento
- E_i : El vidrio V_i es un cuerpo frágil que fue impactado por un cuerpo sólido y pesado: el martillo M_i , bajo las condiciones C_i
- E_{ii} : Por lo tanto el vidrio V_i se estrelló

Ambas explicaciones son aceptables al interior de distintas comunidades aunque con diferentes descripciones y distinto nivel de generalidad, y no hay nada que nos haga pensar que es necesario que la comunidad del ejemplo 1 conozca la descripción de la comunidad del ejemplo 2, sin que esto obste para que posea una explicación en los términos de su propia descripción. Desde el punto de vista contextual no son necesariamente intercambiables una con otra, es decir, siguiendo las críticas de Sellars, no se trata de simples diferencias entre maneras de hablar, sino de contextos de usuarios con diferentes catálogos de reglas materiales, que implican igualmente diferentes catálogos de predicados y de términos singulares. Es posible que una comunidad como la del ejemplo 2 pueda manejar alternativamente distintos catálogos de reglas y pueda conmutar una y otra descripción y, si es el caso que posea un lenguaje formal, representar con él el mecanismo de la conmutación. Sin embargo mi interés en este trabajo no es este, sino más bien destacar las diferencias contextuales.

Una tercera comunidad, por ejemplo una de físicos, puede incluso presentar a las otras dos una explicación que les resultaría

incomprensible, y que podrían rechazar en principio como una buena explicación.

Fórmula 3:

La estructura molecular cuasicristalina del vidrio explica que éste se estrelló al ser impactado con un martillo

Este último caso muestra una diferencia aun más radical que los dos anteriores, ya que supone un acervo cognitivo mucho más sofisticado que requiere de un entrenamiento especializado. Suponer la posibilidad de hacer una redescrición de los ejemplos 1 y 2 en términos de 3 requeriría de una gran cantidad de trabajo de disuasión epistémica que estableciera, en su caso, una base social común de reglas de correspondencia. Estos ejemplos muestran que no contamos con una base cognitiva común que permita la aceptación general de un tipo específico de explicaciones como las científicas. Estas diferencias de catálogos de predicados y de términos descriptivos entre comunidades hacen ver que la idea de Hempel de lograr redescriciones ND bajo la base de un lenguaje científico común enfrenta serias dificultades.

El modelo hempeliano de explicación ocupado del análisis lógico requiere crucialmente de una caracterización aceptable de la noción de enunciado tipo ley, así como de los predicados cualitativos puros que servirían de base común para una caracterización acontextual de las leyes. Con estos recursos Hempel planteó que sería posible llevar a cabo la reducción de las explicaciones 1 y 2 a la explicación 3, a través de leyes de la mecánica de sólidos. Sin embargo Hempel intentó sin éxito obtener una definición formal para la noción de enunciado tipo ley, basada en predicados cualitativos puros que serían independientes de contexto siguiendo el proyecto fundacionalista del positivismo.

Por otro lado desde el enfoque formal para entimemas se presenta el problema de cómo establecer cuales de los diversos enun-

ciados generales deben suministrarse para explicar de manera formalmente completa por qué se rompió el vidrio. Las distintas posibilidades para completar los entimemas producen paradójicamente tanto casos de inferencia formalmente correctas pero materialmente incorrectas, como inferencias materialmente correctas pero formalmente incorrectas. Veamos cómo.

El problema se presenta cuando tratamos de elegir entre los siguientes dos enunciados generales para explicar por qué se rompió el vidrio:

- (4) 'Los cuerpos frágiles se estrellan al ser impactados por cuerpos pesados y sólidos'
- (5) 'Los cuerpos con estructura molecular cuasicristalina se rompen al ser impactos con objetos contundentes'

Suministrar cualquiera de los dos enunciados anteriores en una comunidad como la del ejemplo 1 producirá una explicación formalmente *correcta* desde el punto de vista entimemático, pero materialmente *incorrecta* en tanto los predicados no forman parte del contenido del término vidrio para esa comunidad. La inferencia material en cambio nos permite fijar los predicados y términos que son manejados como parte del contexto cognitivo de los individuos en comunidad, y discriminar de este modo con cuál de los dos enunciados, conceptualizados como reglas materiales implícitas, se debe "completar" la explicación. Y todos los casos de inferencia material en los que los usuarios infieren a partir del contenido de los términos, es decir, a partir de R_i y R_{ij} cuando éstas se dejan implícitas, resultan materialmente *correctas*, pero formalmente *incorrectas*.

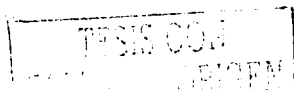
Las diferencias de catálogos de predicados, de reglas y de términos singulares entre las comunidades representan una de las condiciones que obligan a los individuos a desarrollar su destreza material al hacer explícitas las reglas materiales que guían sus infe-

rencias causales y, en general, el resto de los recursos que demanden los receptores de explicaciones para otorgar su endoso. En otras palabras, estas diferencias de catálogos y el intercambio social de las explicaciones, son los detonantes del juego de dar y pedir razones para nuestras explicaciones donde cada usuario pone a prueba su destreza material, independientemente o incluso en ausencia de alguna destreza formal. Es en este espacio social de intercambio en el cual se construyen y atrincheran catálogos comunes de capacidades, de reglas, etc. que hacen transferibles a las explicaciones de las reformulaciones 2 o 3 en un amplio rango de comunidades, y limitan dicho rango para otras como la que ofrece un parapsicólogo que apela a la capacidad causal de la mente de romper objetos a través de emisiones telequinéticas.

4.3. Inferencia material y modalidades causales

En su análisis de las leyes naturales Sellars (1958, 272) critica el hecho de que sean caracterizadas como conjunciones constantes expresadas como consecuencias lógicas a través de las cuales se eliminan del lenguaje las conexiones casuales entre sucesos. La caracterización alternativa en términos de implicación material con la cual se caracteriza a las leyes como implicaciones necesarias y universales, le parece también incorrecta por las razones de vaguedad empírica que he expuesto en la subsección 4.1. La caracterización desarrollada por Sellars recupera la noción de implicación material, pero propone que las leyes sean consideradas conocimiento probable de implicaciones materiales. El uso de la implicación material le permitirá recuperar la noción de causalidad eliminada por el análisis en términos de conjunciones constantes, combinando de este modo lenguaje modal y causalidad.

Desde el punto de vista de Sellars la implicación material no es reducible a relaciones de conjunción constante. Esta caracteriza-



ción sellarsiana de las leyes está motivada por un rechazo doble: el rechazo a la caracterización en términos de conjunción constante, y el rechazo a que se atribuya universalidad y necesidad a las implicaciones materiales. En la subsección 4.1. me ocupé de exponer el argumento de Sellars en contra de una caracterización universal y necesaria, mostrando la vaguedad y falibilidad empírica de las generalizaciones tipo ley. Ahora me ocuparé de exponer su argumento a favor de la causalidad y del lenguaje modal vinculados a la noción de implicación material. Este argumento mostrará de qué manera Sellars considera que las reglas de inferencias son reglas materiales.

La defensa del uso de modalidades causales de Sellars está dirigida contra concepciones que, como la de Carnap, siguen a Hume en su rechazo a hablar de poderes causales y tratan de reemplazar este lenguaje con el lenguaje de conjunciones constantes. Según Sellars:

Mr. E[entailment] suggests that the distinction between 'A is constantly conjoined with, but does not cause B' and 'A causes B' is to be interpreted in terms of the idea that statements of the second form imply that simply from the fact that something is A one is entitled to infer that it is B, whereas statements of the first form, whatever else they may do, imply that one is not entitled to infer *simply from the fact that something is A* that it is also B [...] Mr. E insists that the 'season inference ticket'

If anything were A, it *would be* B

is actually an *inference ticket*, and not, so to speak, a *letter of credit* certifying that one has a major premise and a *formal* inference ticket at home. And it means that he conceives of induction not in terms of the model

...
So, (in all probability) $(x) Ax \supset Bx$

But, rather, the model

...
So, (in all probability) if anything were A, it *would be* B

He conceives of induction as establishing principles *in accordance with which* we reason, rather than the major premises *from* which we reason. (1958, pp.285-6)

Como he anotado antes caracterizando a las leyes como *boletos inferenciales* Sellars reduce compromisos con el estado del mundo, y trata de mostrar que el carácter material de estas reglas permite capturar las relaciones causales que el empirismo lógico, siguiendo la tradición humeana, ha tratado de eliminar.

Sellars trata de mostrar, contra la caracterización de Carnap (1937), que las P-reglas, reglas físicas o reglas materiales, tienen un carácter irreducible y no equivalente a las L-reglas que las haga intercambiables por mera elección convencional. De acuerdo con Sellars el criterio para distinguir si una expresión es o no una regla material lo proveen los contrafácticos. Desde su punto de vista sólo las auténticas P-reglas pueden dar cuenta de los contrafácticos y de los compromisos modales causales de éstos, resultando por ello imprescindibles en el lenguaje científico.

La idea es que los condicionales contrafácticos son el medio a través del cual hacemos proyecciones de posibles estados cosas a partir de los que es el caso, es decir, estos condicionales tienden un puente causal entre el mundo actual y los mundos posibles. De acuerdo con Sellars: "*If we can succeed in clarifying the concept of real connexion, we shall have prepared the way for an analysis of contrary to fact conditionals and this in turn would be the threshold of an understanding of dispositional properties and continuants*". (1948, p. 293)

Siguiendo el análisis de los contrafácticos desarrollado por C. I. Lewis⁹, Sellars (1953) trata de mostrar que no es posible quitarle el filo modal a los subjuntivos, tratando de reducirlos a los tratamientos formales por consecuencia lógica para, deshacerse de los compromisos metafísicos que estos condicionales representan. El problema de Carnap, según Sellars, es que la caracterización lógica de las P-reglas y las L-reglas las hace intercambiables unas con otras

⁹ *Mind and the World Order*, 1929.

perdiendo de vista con ello la contribución específica de las P-reglas al lenguaje:

[Metaphysicus] has read with approval Carnap's account of the formal distinction between L-rules and P-rules of inferences, but shared our disappointment at Carnap's failure to explain either the status or the specific contribution of the latter [...] *they are essential to any conceptual frame which permits the formulation of such subjunctive conditionals as do not give expression to logical principles of inference.* (1953, pp. 322-23)

Bajo el análisis lógico carnapiano basado en la noción de consecuencia lógica la formalización de las leyes ha adquirido ya una presentación clásica como enunciados condicionales verdaderos de la forma:

$$\forall x (Fx \supset Gx)$$

Bajo esta caracterización formal a través de las leyes sólo puede autorizarse un paso inferencial a través de la regla *modus ponens*, es decir, sólo se autoriza inferir el consecuente una vez que el estado de cosas que describe el antecedente es el caso. Veamos:

$$\begin{array}{c} \forall x (Px \supset Qx) \\ Pa \\ \hline Qa \end{array}$$

mientras que no puede autorizarse un paso inferencial de tipo modal como el que representan los condicionales contrafácticos en los que la idea es inferir la *posibilidad* del consecuente a partir no de lo que es el caso, sino igualmente de la *posibilidad* de que ocurra el estado de cosas que describe el antecedente. Veamos un posible esquema formal de esta inferencia:

$$\begin{array}{c} \forall x (Px \supset Qx) \\ \hline \diamond Pa \supset \diamond Qa \end{array}$$

El problema es que en estricto sentido una lógica antimetafísica como la de Carnap que se ha deshecho del modo material de habla no puede mostrar una conexión lógica entre un contrafáctico y una ley, lo cual le permite a Sellars defender la idea de que las leyes en realidad son reglas materiales de inferencia ya que según él sólo bajo esta caracterización pueden apoyar condicionales contrafácticos. Es decir, que mediante la concepción de las leyes como reglas materiales podemos dar cuenta de los aspectos metafísicos del lenguaje científico. En particular de las conexiones causales ya que, a diferencia de los positivistas cuya semántica permite sólo propiedades ocurrientes y propiedades disposicionales, la que propone Sellars reintroduce en parte el modo material de habla defendiendo el uso de propiedades causales. La idea de Sellars es que la *posibilidad* de que ocurra Q_a obedece al poder causal de P_a , es decir, que no se trata sólo de una relación por derivación lógica entre P_a y Q_a como insistiría Carnap, sino de una relación material de producción causal.

De acuerdo con Sellars el planteamiento convencionalista carnapiano obvia el hecho de que las leyes en tanto reglas materiales sirven de apoyo a contrafácticos, situación que no presenta con una regla formal de inferencia. Esta distinción entre reglas defendida por Sellars hace ver que la igualación que hace Hempel entre su propuesta y la Carnap resulta equivocada. El problema metafísico que representan los contrafácticos consiste en que desde un punto de vista formal estricto las leyes, en tanto están formuladas como condicionales que describen *lo que es el caso*, no pueden servir de premisas mayores que autorizan un condicional contrafáctico entre dos oraciones singulares para *lo que pudiera ser el caso*.

Si se pretende que las leyes apoyen tales condicionales contrafácticos, Sellars hace ver que entonces dichas leyes debieran ser formuladas también en lenguaje modal, posibilidad inadmisible dentro de la propuesta carnapiana. Estas complicaciones que enfrenta la conexión de las leyes caracterizados como condicionales universales verdaderos con los contrafácticos, llevan a Sellars pre-

cisamente a caracterizarlas como reglas o principios materiales de inferencia.

Veamos el ejemplo empleado por Sellars para apreciar más estos problemas y su propuesta al respecto:

- (7) En tanto que cada vez que llueve las calles están mojadas, *si lloviera las calles estarían mojadas*.

Siguiendo el tratamiento de Carnap expuesto en la *Sintaxis lógica*, Sellars presenta dos reformulaciones del contrafáctico anterior que tratan de evitar los compromisos metafísicos que parecen establecer conexiones causales modales entre un estado de cosas actual y otro posible. Las reformulaciones son las siguientes:

- (8) En tanto que cada vez que llueve las calles están hecho mojadas, lloverá \supset las calles estarán mojadas.
- (9) Si fuera el caso que cada vez que llueve las calles están mojadas, y que está lloviendo ahora, *entonces* puede inferirse que las calles estarían mojadas

Los sutiles cambios de palabras son en realidad importantes cambios lógicos con los cuales, según Sellars, un empirismo como el carnapiano trataría de limpiar el lenguaje de sus modos materiales. Según Sellars las reformulaciones (8) y (9) no disuelven en realidad el filo modal al sustituir la conexión causal modal por 'se puede inferir' o por 'es una consecuencia lógica de' acompañadas por un futuro afirmativo; su idea es que estas reformulaciones distorsionan lo que quisimos decir con (7) al comprometernos con una ocurrencia contrafáctica buscando apoyo en un enunciado general.

Quisiera hacer ver esto con más detalle adaptándolo al caso de la ley de Hooke que he revisado antes. De acuerdo con esta ley podemos formular el siguiente contrafáctico:

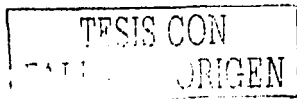
- (10) Dado que cada vez que se aplica cierta fuerza a un resorte esto causa una elongación proporcional a la fuerza aplicada, *si aplicáramos una fuerza F al resorte R su elongación sería proporcional a la fuerza F .*

Como en el caso anterior podemos tratar de linar el filo causal modal a esta manera de hablar reformulando la expresión de la siguiente manera:

- (11) Dado que cada vez que se aplica cierta fuerza a los resortes éstos de hecho muestran una elongación proporcional a la fuerza aplicada, *se aplicará una fuerza F al resorte $R \supset$ se elongará proporcionalmente a la fuerza F aplicada.*
- (12) Si fuera el caso que cada vez que se aplica cierta fuerza a un resorte ocurre una elongación proporcional a la fuerza aplicada, y ocurre además que se está aplicando ahora una fuerza F al resorte R *entonces podemos inferir que habría una elongación proporcional a la fuerza F*

El problema de acuerdo con el análisis sellarsiano consiste en que (11) y (12) buscando una higiene empírica introducen cambios que distorsionan los compromisos que se adquieren con (10). Bajo la caracterización de (7) y (10) como reglas materiales de inferencia negaríamos, como ocurre con la caracterización de las leyes como condicionales verdaderos, que queremos comprometernos con que de *todas* las aplicaciones de la fuerza F se puede inferir una elongación proporcional, ya que esto nos comprometería con que de hecho todo contrafáctico resultaría verdadero.

Desde el punto de vista de Sellars seguir la caracterización carnapiana haría de los condicionales contrafácticos verdades necesarias. El carácter abierto de las reglas materiales de inferencia hace posible en cambio, que algunos enunciados de la forma a) 'Si ocurre C , ocurre E ' sean falsos, ya que enunciados de la forma b)



'Ocurre C, y no ocurre E', son verdaderos bajo la intervención de ciertos factores ambientales que pueden obstruir la ocurrencia de E. En cambio desde el punto de vista del empirismo lógico en el que las leyes son enunciados condicionales universales y verdaderos, un enunciado como a) resulta necesariamente verdadero, y uno como b) resulta una contradicción. Seguir la idea de completar una inferencia material con el respectivo enunciado universal verdadero según el modelo ND sería hacer de todos los enunciados contrafácticos basados en leyes verdades lógicas¹⁰.

En principio podría parecer que Hempel resolvería el problema de los contrafácticos señalado por Sellars apelando al carácter proyectable que asigna a las leyes, y de esta forma apoyar la identificación que hace entre las propuestas de Sellars y Carnap. Sin embargo en el trabajo de Hempel sobre contrafácticos no hay una respuesta precisa a los problemas que plantea Sellars en su artículo de 1953, que diera una salida haciendo consistente la caracterización de las leyes como condicionales verdaderos, con el carácter modal de los condicionales contrafácticos.

Este tipo de problemas y sus soluciones dentro de la tradición humeana pueden apreciarse desde los trabajos de Frege, Russell y Whitehead que excluyeron los aspectos modales del lenguaje, pues los remitía a problemas relacionados con la 'potencialidad metafísica'. Más recientemente van Fraassen (1989) ha reconocido la imposibilidad de tratar los problemas modales de las leyes desde la perspectiva semántica, particularmente en lo relacionado a su uso práctico-experimental. Sellars en cambio ha desarrollado un argumento realista que puede incorporar el lenguaje modal aplicado a poderes causales, con los cuales se trata de conectar causalmente un estado de sucesos *actual* con otro *posible*.

¹⁰ Raúl Orayen analizó algunos de los problemas relacionados con la circularidad del modelo ND concluyendo críticamente que estas explicaciones eran en realidad 'autoexplicaciones disimuladas'. Los detalles de su argumento pueden consultarse en su artículo "Acerca de la adecuación empírica de los modelos formales de la explicación científica", *Antología de la lógica en América Latina*, 1988.

Desde un punto de vista experimental uno de los riesgos importantes que tiene la caracterización de las leyes en términos de conjunciones constantes que preocupa a Sellars consiste en igualar las causas y las correlaciones. Los casos que he presentado a lo largo de este trabajo tratan de mostrar en cambio la importancia de conservar esta distinción, la cual es crucial en investigaciones experimentales como la etiología genética. Me parece que la adopción de modalidades causales que defiende Sellars puede ayudar a dar cuenta de las prácticas experimentales y de las explicaciones causales a ellas vinculadas que van Fraassen no puede capturar en su modelo semántico de las leyes y las teorías. Prácticas que, como señala Cartwright, bajo el empirismo radical resultarían locas y carentes de motivación alguna.

Es importante precisar al respecto que la motivación de Sellars en estos trabajos no está dirigida a inferencias en la tradición experimental de la ciencia, sino a mostrar que las leyes no describen conexiones necesarias, sino conexiones modales restringidas.

Como Cartwright, Sellars acepta que la causalidad es una relación que no puede ser justificada en términos de reportes de observación directa, en este caso de una observación directa de las relaciones de implicación material. En contra de interpretaciones empiristas como la W. C. Kneale, que sostiene que las relaciones de implicación material no pueden ser observadas, Sellars acepta que efectivamente no pueden ser observadas, pero considera que contamos con bases inductivas acerca del comportamiento regular entre dos sucesos C y E para justificar que C causa E. Según Sellars:

if it is inappropriate to speak, in scientific contexts, of *seeing* physical entailments, it by no means follow that it is inappropriate to speak of *knowing* that one state of affairs physically entails or necessitates another [...] There is, indeed an implicit contradiction in the idea of explaining scientific reasoning in terms of unknowable relations of entailment which one *opines* to be *there*. (1958, p. 289)

La idea de Sellars es que las leyes conceptualizadas ahora como reglas materiales de inferencia, deben su carácter material a dos características. La primera de ellas, que adelanté parcialmente en 4.1., y 4.2., tiene que ver con el hecho de basar su correctud en la destreza con la que los individuos manejan el contenido de los conceptos, rechazando recursos formales que caracterizan como incorrectas tales inferencias por considerarlas entimemáticas. La segunda característica tiene que ver con el hecho de que con ellas asumimos un compromiso realista adscribiendo conexiones materiales entre las ocurrencias de distintos sucesos.

La idea de la destreza material de los individuos me parece que nos proporciona un punto de partida para colocar a las propiedades causales formando parte de los términos descriptivos. La tesis de Sellars al respecto es que las propiedades causales no pueden ser separadas de los significados de los conceptos, considerando que éstos no pueden ser suficientemente significativos si los describimos sólo por sus propiedades ocurrentes. En su defensa de las invariencias materiales como parte esencial de los conceptos, Sellars (1948) contextualiza históricamente su propuesta refiriendo los problemas señalados por Leibniz acerca de la identidad de los indiscernibles, señalando el hecho de que las propiedades ocurrentes por sí solas dificultan la distinción de los conceptos, mientras que las propiedades causales incluidas como parte de los significados facilitan las distinciones conceptuales. Veamos como lo plantea Sellars:

For the causal principle gives expression to features of our language (indeed, of our mind) [...] it gives expression to the fact that although describing and explaining (predicting, retrodicting, understanding) are distinguishable, they are also, in an important sense, inseparable. It is only because the expressions in terms of which we describe objects, even such basic expressions as words for the perceptible characteristics of molar objects *locate these objects in a space of implications*, that they describe at all, rather than merely label. The descriptive and the explanatory resources of language advance hand in hand; and to abandon the search for explanation is to abandon the attempt to improve language (cursivas agregadas, 1958, pp. 306-7)

Esta idea de introducir las propiedades causales como parte del significado de ciertos objetos es la base sobre la cual las reglas de inferencia son reglas materiales, es decir, reintroducen el uso material de habla usando poderes causales. El ejemplo que Sellars presenta para mostrar cómo las propiedades causales forman parte del significado de los conceptos es el siguiente:

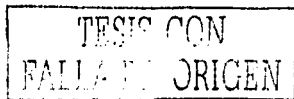
x es un ácido puede ser inferido de x cambia el papel tornasol a rojo

Con este ejemplo Sellars trata de ilustrar cómo el significado de 'ácido' está conformado por la propiedad causal del ácido de cambiar el papel tornasol a rojo. Según Sellars: "Material rules are *essential to meaning* (and hence to language and thought) as formal rules, contributing the architectural detail of its structure with the flying buttresses of logical form." (1953, p.317)

A diferencia de este argumento de Sellars a favor del uso de poderes causales, el que he expuesto de Cartwright en la tercera sección me parece más eficaz y sólido, particularmente en la causalidad por singulares. Sin embargo la exposición de Sellars de las propiedades causales desde el punto de vista semántico, y su conexión con los problemas metafísicos entre condicionales contrafácticos, me parece importante para clarificar el aspecto material de las explicaciones causales, en contraste con el modo formal de habla, y con las implicaciones que éste tuvo en el proyecto hempeliano que preveía que el avance de la ciencia traería como consecuencia el abandono de la noción de causa.

4.4. Explicaciones causales singulares, experimentalismo e inferencia material

Hasta ahora he presentado la noción de inferencia material sólo para las reglas de inferencia inductivas, es decir, para el reemplazo por estas reglas de la noción clásica de las leyes como enunciados



universales verdaderos, y lo mismo para las generalizaciones tipo ley. En particular he enfatizado la idea de que la caracterización como *reglas* resulta más adecuada al funcionamiento que las asociaciones regulares entre sucesos tienen en la práctica experimental, y la idea de que el carácter *material* permite dar cuenta del empleo de poderes causales en estas prácticas. Sin embargo, me parece que la noción de inferencia material puede ser aplicada también a las conexiones causales por singulares considerando que igualmente están basadas en prácticas experimentales que emplean poderes causales, sólo que en este caso no se cuenta con apoyo inductivo y con las asociaciones regulares respectivas. A cambio del rasgo inductivo estas conexiones se distinguen por su carácter no monótono.

Al respecto es pertinente aclarar que la ampliación del uso de la inferencia material para las explicaciones causales por singulares es un desarrollo propio que presento en este trabajo, el cual no está presente en la propuesta de Sellars basada en la inducción. Los casos de conexiones causales por singulares a través de conjuntos completos como el caso de Einstein y de Haas, y los de conjuntos incompletos que sugiero, pueden representar un segundo caso de inferencia material diferente al anterior de reglas inductivas, ya que no se hayan basados en la observación y medición del comportamiento regular de una capacidad, sino en la estabilización lograda en uno o en dos experimentos.

Las conexiones causales singulares al igual que las reglas inductivas pueden ser también casos de inferencias materiales, en tanto nos permiten adscribir una nueva capacidad como lo muestra el experimento de Einstein y de Haas. De manera análoga al caso de Sellars en el que al ácido se le adscribe una propiedad causal como parte de su significado, el experimento de Einstein y de Haas puede presentarse como la adscripción de una propiedad causal a los electrones, formando parte de su significado de la siguiente forma:

x son electrones puede ser inferido de *x causan magnetismo en los metales*

El hecho de que las conexiones causales por singulares como ésta carezcan de una base inductiva y de la regularidad respectiva, representan un reto importante para el empirismo de línea humeana que disuelve las conexiones causales en el nivel genérico de las regularidades. Este reto permite mostrar la posibilidad de que estas conexiones causales por singulares sean primitivas e irreducibles al análisis lógico del modelo hempeliano de explicación por leyes de cobertura que deja de lado las prácticas experimentales, y en consecuencia contribuyen a una nueva perspectiva desde la cual estudiar el tema de la explicación.

Es importante considerar en estos casos la cláusula de accesibilidad epistémica que he referido siguiendo la propuesta de Woodward. El carácter contextual con el que he caracterizado la inferencia material obliga a que los recursos explicativos, y de manera crucial el acervo *CI*, sean epistémicamente accesibles a los individuos que producen y endosan explicaciones causales. Con este recurso son bloqueados intentos por mostrar que las explicaciones causales singulares podrían ser redescritas en modelos de explicación por leyes de cobertura cuando estas leyes existen. Pero además de que pueden o no ser accesibles a ciertas comunidades considerando que de hecho tales leyes existan, en los casos de conexiones causales por singulares las leyes no sólo no son accesibles, sino que de hecho *no existen* como parte del acervo de la ciencia como muestra el caso de Einstein y de Haas, de modo que esto imposibilita cualquier tratamiento de corte humeano-hempeliano, y muestra por otro lado el carácter *fabricado* de estos poderes causales en el que las prácticas y los aparatos y materiales juegan un rol fundamental.

Una de las consecuencias del enfoque experimentalista de la explicación, consiste en el rechazo a la idea de que podemos obtener generalizaciones universales que sin excepción garanticen que las capacidades actuarán sin importar los contextos. Por ejemplo, en los casos de la ley de Hooke, y el de Einstein y de Haas, no podemos garantizar que las capacidades respectivas funcionan sin

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tomar en cuenta la relevancia causal de las variaciones en la temperatura. No sabemos a priori el rango en el cual los resortes recuperan su forma original tras aplicarles una fuerza, ni tampoco el rango de temperatura en el cual los metales mantienen la fuerza magnética. Esta información se obtiene sólo experimentalmente; a través de la experimentación es como incrementamos nuestros catálogos de capacidades.

Y a su vez esta experimentación se lleva a cabo algunas veces con prácticas emergentes que surgen como variaciones, muchas veces ciegas, de los patrones previos de operación de aparatos y de intervención en los sucesos. Ciegas en el sentido en que no se hayan guiadas por teorías que permitan prever los efectos, y porque tampoco se hallan guiadas por patrones o protocolos previos de operación e intervención. La operación de los aparatos creados por Einstein y de Haas muestran en parte este carácter emergente, aunque en este caso existe una guía importante basada en los desarrollos teóricos de Einstein, que proporcionaban una certeza casi completa de la capacidad antes de llevar a cabo la experimentación. En cambio los casos de conjuntos incompletos de Pepe Mojado y de Sofía Pragma muestran en mayor grado este carácter emergente de las prácticas, en estos casos el no disponer de teorías da un carácter no guiado a las prácticas experimentales, y las dota de un importante rol normativo en la adscripción de capacidades.

Por otro lado las nociones de intervención, construcción de artefactos y estabilización destacan el hecho de que hay ejercicios de capacidades que no pueden establecerse sin la intervención humana directa o indirecta, y sin la agencia material de aparatos que requieren de cierto desarrollo tecnológico. Muchas de estas capacidades son naturales tal como las llama Cartwright, pero otras son producto de la construcción técnica hecha por científicos experimentales y tecnocientíficos. A través de intervenciones y construcciones, en gran parte apoyadas por la tecnología, se produce la aparición de capacidades antes desconocidas o de datos inesperados. La capacidad causal del ácido acetilsalicílico de eliminar el

dolor de cabeza citada por Cartwright fue una capacidad construida por el químico Felix Hoffman en 1897, mientras que la capacidad causal de los electrones de producir magnetismo fue una capacidad construida por Einstein y de Haas en 1914. Ambas capacidades estabilizadas nuevamente en procesos industriales posteriores dieron pie a nuevos artefactos, y a nuevos patrones de prácticas experimentales e industriales.

Al respecto cabe recordar como dije antes que Cartwright no está ocupada de la estabilización de fenómenos y de las nociones asociadas de interacción de las agencias humana y material, sin embargo el trabajo que sobre estos temas ha desarrollado Andrew Pickering me parece que pueden proveer una manera distinta, y probablemente más apropiada y fructífera, para analizar y caracterizar experimentos como el de Einstein y de Haas.

Teniendo como blanco las capacidades el objetivo central en una explicación no consiste en refinar clases de referencia para garantizar la correctud deductiva de las inferencias causales, sino en identificar y establecer experimentalmente la existencia, resistencia y persistencia de una capacidad, así como los rangos de variación en los que resulta confiable que su poder causal funcione. Y de manera mucho más básica lograr la expresión mínima de estabilización de una capacidad a través de una conexión por singulares.

En el enfoque experimental que estoy defendiendo para las explicaciones causales he introducido la noción de *estabilización* como criterio pragmático para el endoso de capacidades y de las explicaciones que formulamos basados en ellas. Pese a que Pickering no se ocupa de las conexiones causales por singulares en su trabajo sobre la estabilización, en esta tesis exploro la idea de que tales conexiones representan el caso más simple de estabilización que sirve de base a una inferencia material. Los casos del momento angular de los electrones y de la leche descremada muestran en mayor y menor medida esta estabilización.

Además del caso de Einstein y de Haas quiero presentar un caso adicional que amplía la base, y los detalles que pueden justificar el uso de la noción de estabilización y las prácticas relacionadas.

La investigación actualmente en curso en el Instituto de Física de la UNAM llevada a cabo por el físico Dwight Acosta y su equipo dirigida a la búsqueda de la estabilización del poder fotodegradante del dióxido de titanio me parece un buen ejemplo de estabilización de una capacidad en el que se muestran las diferentes fases en que dicha estabilización se produce, así como la importancia que tiene probar su resistencia y persistencia en escenarios reales con mayor turbulencia que los escenarios de laboratorio.

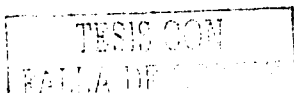
La capacidad fotodegradante del dióxido de titanio fue descubierta en 1972 por Honda y Fujishima, cuando observaron que este dióxido expuesto al sol provocaba a través de una oxidación la disolución fotocatalítica del agua, a partir de una pequeña fracción de rayos ultravioleta. El uso de la capacidad fotodegradante de este dióxido para algunos contaminantes se haya incluso disponible para el público gracias a que se ha industrializado su producción. Actualmente se llevan a cabo numerosas investigaciones dirigidas a ampliar e identificar preparaciones específicas de este dióxido que actúen eficazmente en la fotodegradación de diferentes contaminantes, por ejemplo, para algunos compuestos orgánicos volátiles contaminantes utilizados ampliamente en la industria de pinturas, de cosméticos y de plásticos, entre otras. Estos compuestos se hallan en la atmósfera y forman parte de lo que se conoce como smog fotoquímico, el cual produce efectos nocivos para la salud y corrosión en algunos materiales. Investigaciones recientes llevadas a cabo en el Laboratorio de Películas Delgadas de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, han identificado en escenarios de laboratorio las velocidades, y posibles mecanismos en los que la capacidad fotodegradante del dióxido de titanio actúa en estos compuestos volátiles.

Acosta y su equipo investigan las propiedades de las películas de materiales sólidos a través de microscopía electrónica de barri-

do, y de alta resolución. Esta caracterización de propiedades tiene especial interés, ya que las propiedades físicas de los materiales sólidos, en particular ópticas y eléctricas, son muy diferentes en estados de mayor volumen. Acosta emplea dos técnicas experimentales para la producción de estas películas: rocío pirolítico y espurreo catódico. Esta última consiste en erosionar mediante un plasma una masa de dióxido de titanio. Con el dióxido obtenido se forma una película que es colocada dentro de una lámina, que a su vez es suspendida horizontalmente en un recipiente con azul de metileno, utilizado ampliamente en la industria que genera aguas residuales para identificar en ellas los contaminantes. A través de este procedimiento Acosta y su equipo identificaron una preparación específica del dióxido de titanio, que muestra una capacidad fotodegradante para el azul de metileno mayor que la registrada en la literatura científica actual sobre películas delgadas.

Una de estas preparaciones específicas que ha sido identificada con mayor capacidad fotodegradante, es la sintetizada por espurreo catódico. La estabilización de esta capacidad con mayor poder fue lograda como resultado de numerosas pruebas previas en las que son modificadas las magnitudes de diversas variables, que pueden favorecer u obstruir dicha capacidad. Por ejemplo, la presión a la que se prepara la película a través de espurreo catódico es muy importante, ya que de ésta depende la morfología microscópica que tendrá la película, la cual es analizada a través de microscopía electrónica de barrido y de alta resolución. Una muestra de dióxido de titanio producida por espurreo a baja presión produce películas con una morfología de fronteras difusas, mientras que una muestra producida también por espurreo, pero a presiones más altas, produce películas amorfas con fronteras huecas.

En los experimentos llevados a cabo se realizaron mediciones de la fotoactividad para estos dos tipos de preparación específica de dicho dióxido. Estas mediciones mostraron con ambas morfologías que la capacidad fotodegradante es baja, ya que la penetración y acción de los rayos ultravioleta depende de la configuración



específica que tome la película. Tras estos resultados y mediante experimentaciones adicionales, Acosta y su equipo identificaron que las muestras preparadas bajo una presión intermedia entre las dos anteriores, presentan una morfología no difusa, y de fronteras huecas, con la que lograron efectos de fotodegradación mayores.

Tras un largo proceso de ajustes en las variables que conforman el escenario experimental, las pruebas exitosas logradas hasta ahora por Acosta no exceden la cantidad de agua residual que cabe en un vaso de cristal de uso casero. Este continuo ajuste de variables y repeticiones impide que el caso de Acosta sea caracterizado como una conexión causal por singulares, sin embargo muestra la manera en que se desarrolla una estrategia experimental dirigida a la estabilización de una capacidad, y al mejoramiento de su poder. En estos momentos su trabajo está dirigido precisamente a mejorar esta estabilidad de la capacidad fotodegradante prolongando su duración y precisando con mayor detalle —análogamente a los límites elásticos y los puntos de Curie que he expuesto antes— el rango de longitud de onda de la luz ultravioleta que rompe las moléculas contaminantes.

Sin embargo la estabilización de una capacidad no termina en el laboratorio. El posible uso de estas películas para la industria textil y la del cuero que generan grandes cantidades de aguas residuales, requiere de lograr la estabilización de la capacidad fotodegradante del dióxido bajo escenarios con turbulencias, y alteraciones a escalas mucho mayores a las que Acosta y su equipo han experimentado en el laboratorio. Para endosar la capacidad causal del dióxido de titanio, tanto en contextos de laboratorio como para su posible empleo en la industria, no es necesario que Acosta cuente con la *completud* de que demandaría el enfoque teórico en filosofía de la ciencia, para garantizar con completa certeza la acción exitosa de la fotodegradación, sino que basta con lograr una estabilización probada en ciertos escenarios de laboratorio, y escenarios de consumo industrial con resultados suficientemente confiables. Tratándose de una capacidad que por primera vez se aplicaría a

aguas residuales, resulta previsible considerar que las prácticas dirigidas a esta estabilización tendrán un carácter emergente, que eventualmente se constituirán como patrones de prácticas experimentales y de producción industrial.

Este ajuste y adaptación de las agencias material y humana que observamos cuando se logran estabilizar un suceso y su causa, están precedidas como se ve por un trabajo tenaz dirigido a vencer diversas resistencias materiales, que finalmente conducen a la creación de capacidades y de sucesos emergentes, resultado de sofisticadas construcciones tecnológicas. Capacidades y sucesos que emergen en laboratorios, continúan en plantas industriales, y terminan como mercancías de consumo social.

Esta estabilización ocurre en realidad en distintas fases cada una con diferentes demandas, en este caso la estabilización para un posible uso masivo debe ser mucho más robusta que la lograda en un laboratorio. Este endoso experimental de la estabilidad de la capacidad fotodegradante del dióxido de titanio, no se compromete con las fallas que pueden presentarse como resultado de cambios en las variables que forman parte de nuevos escenarios experimentales, o de los ambientes de uso masivo en textileras. Una estabilización suficientemente confiable bajo los estándares legales que regulan el visto bueno para su producción y consumo masivo, proveen bases adecuadas para el endoso social de esta capacidad causal, y muestran que su función está mejor descrita como reglas inductivas de inferencia, que como enunciados que pretenden cerrar descripciones sobre las interacciones causales entre los sucesos.

Este caso de Acosta, y el caso de Einstein y de Haas, tienen para el criterio de la estabilización dos lecciones importantes. Una, que cuando logramos en un tiro la aparición de una capacidad causal desconocida hasta entonces, tenemos la expresión mínima de la estabilización de un poder causal, como el caso de la capacidad de los electrones de producir magnetismo cuando se mide su momento angular. La segunda lección es que la identificación del

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

rango, y tipo de escenarios en los cuales una capacidad causal ejerce su poder causal confiablemente no termina en el laboratorio, sino que continúa bajo las exigencias de una normatividad adicional de tipo social instalada en la producción industrial, en la cual se requiere no sólo de diversas pruebas de estabilización en laboratorio, sino de numerosas pruebas adicionales de estabilización, ahora bajo escenarios reales mucho más complejos y turbulentos, que en su caso deberá pasar la preparación específica del dióxido de titanio lograda por Acosta y su equipo.

Los casos de conexiones causales singulares estabilizados en los laboratorios pueden representar hallazgos científicos como el magnetismo producido por el experimento de Einstein-de Haas. En muchos casos estos hallazgos se reproducen industrialmente en la forma de una mercancía, como los imanes industriales producidos actualmente con selenoides, o los electroimanes de los generadores en un automóvil basados en los hallazgos de Oersted. Casos como los electroimanes de automóviles son también sometidos a duras pruebas experimentales que hagan altamente confiable su capacidad causal antes de obtener el endoso para su consumo social. El uso masivo de mercancías como ésta, nos hace ver que las capacidades nos acompañan socialmente a cada paso en nuestra interacción y transformación de los sucesos a nuestro alrededor, pese a que no podamos verlas como nos reprochan Hume y van Fraassen.

Es importante distinguir este segundo tipo de estabilizaciones de poderes causales robustecidas por pruebas repetidas, de estabilizaciones como la de Einstein y de Haas logradas a través de conexiones causales por singulares, particularmente considerando que otros trabajos filosóficos, que también están dirigidos a las prácticas científicas como el de Marc Lange (2000, p.100; 1999, p.254), siguen la línea hempeliana de regularidades cuando hablan de rangos amplios, o máximos de invariabilidad, para caracterizar a la estabilización.

Bajo la defensa que he venido haciendo de las explicaciones causales singulares puede considerarse que éstas se hallan ubicadas en la frontera de nuestros acervos causales y no causales. Es en esta línea de frontera en la cual he ubicado los casos de sucesos inéditos, como el hinchamiento de la puerta o el cuajamiento a medias del flan. Mi idea para colocarlos en la frontera obedece a que considero que desde el tema de la explicación tenemos al menos tres tipos de sucesos: 1) *Sucesos explicados* que se basan en repetidas pruebas exigidas para obtener el endoso social de una capacidad, en estos casos nuestras inferencias están guiadas por reglas inductivas de inferencia. 2) *Sucesos no explicados* para los que contamos sólo con el registro de su ocurrencia, y su descripción respectiva que incluye generalmente varios sucesos correlacionados, pero no con una explicación causal. Por ejemplo el sorprendente crecimiento de la puerta de madera antes de hacer la conexión causal respectiva, y el de magnetismo antes del experimento de Einstein y de Haas, y 3) *Sucesos explicados por singulares*, que como he dicho pueden lograrse en dos o tres tiros, y no sólo en uno.

El crecimiento de nuestro acervo de sucesos explicados se alimenta de los sucesos sólo descritos, y guarda con éstos por lo tanto una relación inversamente proporcional. Considerando el carácter abierto de las reglas inductivas de inferencia, de manera semejante el crecimiento de los sucesos explicados por estas reglas, se alimenta y guarda también la misma proporción, con los sucesos explicados por singulares distinguidos por su carácter no monotónico.

Como se ha visto a lo largo de este trabajo el crecimiento de nuestros catálogos de capacidades no depende sólo de las repeticiones sucesivas de un suceso, sino de contar con un acervo de conocimiento causal y no causal alrededor del suceso no explicado, que nos permite lograr las *restabilizaciones* experimentales, que representan cada una el ensanchamiento de nuestras fronteras cognitivas.

Para finalizar quisiera regresar a los ejemplos de explicaciones causales singulares de Einstein-de Haas, y del hinchamiento de la puerta para presentarlos como casos de inferencias materiales de la forma '*C causa E*', que permiten adscribir propiedades causales, y proveen apoyo a contrafácticos. Estos ejemplos, como he dicho antes, abren un reto para el empirismo clásico que buscara una caracterización alternativa a las regularidades. La reformulación siguiente de estos dos ejemplos permitirá apreciar con mayor detalle a qué me refiero cuando digo que representan casos paradigmáticos, y posiblemente irreductibles, de inferencias materiales.

Contando con un acervo completo de conocimientos causales (conjunto CC) que incluía entre otros los siguientes enunciados:

Las bobinas que rodean a la barra son lo suficientemente gruesas

El diámetro de las bobinas es mayor a 50 cm.

La capacidad magnética del polo terrestre causa distorsión en las mediciones del magnetismo de la barra.

Einstein y de Haas lograron en un solo tiro experimental estabilizar los sucesos que apoyan una inferencia material que da cuenta de la siguiente capacidad:

El momento angular de los electrones en una barra de metal tiene la capacidad de producir magnetismo

El éxito de esta inferencia material por singulares autoriza a incluir como parte del contenido del término 'electrón' la propiedad causal de producir magnetismo. Esta inferencia material exitosa basada en un experimento provee una explicación causal del magnetismo sobre cuya base puede comprometerse el siguiente contrafáctico:

Si se produjera nuevamente el momento angular en una barra de hierro distinta, bajo las condiciones ambientales que forman parte del conjunto CC, esta barra se imantaría

El ejemplo que he expuesto acerca del cuajamiento a medias del flan, puede también ser reformulado como el anterior. Contando con un acervo causal incompleto CI, que incluye entre otros los siguientes datos:

No se usó una mayor cantidad de leche que la especificada en el sobre

A baja temperatura los flanes no cuajan

La mezcla por batimiento de los ingredientes fue completa

Sofía Pragma logró en tres intentos realizar una inferencia material que da cuenta de la siguiente capacidad:

La leche descremada causa el cuajamiento a medias del flan

Basada en el éxito de esta inferencia material por singulares Sofía se haya preparada para comprometerse con el siguiente contrafáctico:

Si empleara nuevamente leche descremada, y se dan las condiciones ambientales que forman parte del conjunto CI, el flan volvería a cuajar a medias.

El mismo tratamiento me parece puede aplicarse para las conexiones causales graduales cuantitativas que he sugerido para establecer los rangos de saturación magnética, y los rangos elásticos en la ley de Hooke entre otros. Sólo que en este caso se trataría simplemente de inferencias materiales cuantitativas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para concluir mostraré cómo la expresión 'C causa E' para casos de singulares puede articularse como inferencia material satisfaciendo las características que he venido describiendo en esta subsección y en la anterior. Al respecto cabe precisar que como parte del enfoque experimental que he venido desarrollando agrego a la caracterización de Sellars los rasgos de contextualidad cognitiva, estabilización, y el rol de las prácticas experimentales como parte de la noción de inferencia material que me interesa defender en este trabajo.

1. *Contextualidad cognitiva.* En la conexión por singulares 'C causa E' los acervos específicos de conocimientos causales y no causales con que contaban Einstein-de Haas, y Sofía Pragma, resultaron cruciales para lograr una conexión causal por singulares.
2. *Correctud material.* 'C causa E' es materialmente correcta ya que no requiere de un enunciado general para hacerla formalmente completa, según los tratamientos formales para entimemas. En otras palabras no es posible caracterizarla como entimema de la forma: $\forall x (Px \supset Qx), Pa / \therefore Qa$, ya que no se dispone de numerosos experimentos previos que hicieran ver que se contaba generalizaciones como 'La producción de momentos angulares con selenoides causa magnetismo en barras de hierro', o 'El empleo de leche descremada en la preparación de flanes causa que estos cuajen a medias'.
3. *Estabilización y prácticas experimentales.* Las prácticas experimentales llevadas a cabo en el experimento de Einstein y de Haas, y las de Sofía Pragma dan cuenta de prácticas, algunas de ellas emergentes, que resultan indispensables para lograr una conexión causal por singulares. Son estas prácticas, y no una observación pasiva *recolectora* de información, las que *producen* los sucesos que se traducen en premisas que dan un carácter no monótonico a estas conexiones causales por singulares. En este sentido la información necesaria para dar este carácter no

monótono no la provee la observación pasiva, sino la acción práctica que produce la aparición de nuevos sucesos, de manera que el proceso inferencial puede tener como base primaria dichas prácticas. Sin esta acción la capacidad de los electrones permanecería desconocida, y con ella la información que forma parte de las inferencias alrededor del magnetismo. El éxito empírico de estas prácticas caracterizado como estabilización: la estabilización del magnetismo y la estabilización del cuajamiento, proveen el criterio que autoriza la adscripción de una nueva capacidad de los electrones, y de la leche descremada.

4. *Lenguaje de modalidades causales.* 'C causa E' autoriza el contrafáctico de la forma: 'Si ocurriera C causaría E, estando presentes las condiciones C'. Conectamos estados actuales de cosas, y estados posibles de ellas, introduciendo la acción de un poder causal. A partir de que se establece por singulares que los electrones causan el magnetismo bajo condiciones ambientales específicas, es posible apoyar un contrafáctico que asume que si se indujera nuevamente un momento angular en una barra distinta bajo las mismas condiciones experimentales, dicha barra resultaría inantada.
5. *Capacidades como parte de los significados.* 'C causa E' es parte del contenido del término singular 'C' que se suman al resto de sus predicados de propiedades ocurrentes. En el caso de los electrones no sólo la propiedad de que posean carga negativa forma parte de su significado, sino también la capacidad que tienen de causar magnetismo cuando se hayan en un momento angular. Y para el caso de la leche descremada agregamos a su significado la capacidad de causar cuajamientos a medias en flanes.
6. *Reglas de inferencia.* 'C causa E' sería la expresión más simple de una regla de inferencia material que guiaría inferencias futuras en las que conectaríamos causalmente los sucesos C y E, autorizándonos igualmente a comprometernos con los contrafácticos respectivos. El momento angular de los electrones causa

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

magnetismo', y 'La leche descremada causa el cuajamiento incompleto del flan' serían la expresión mínima de reglas de inferencia en tanto carecen de una base inductiva, pero a pesar de ello sirven de guía a futuras inferencias y prácticas alrededor del magnetismo, y de la preparación casera de flanes.

CONCLUSIONES

El estudio de las tradiciones experimentales en la ciencia versus las tradiciones teóricas abre nuevos retos para la filosofía contemporánea. En particular nos coloca ante la necesidad de desarrollar nuevas herramientas de análisis para los aspectos epistemológicos, lógicos y metafísicos, que podemos encontrar implícitos en las prácticas experimentales. Durante mucho tiempo bajo la influencia del Positivismo Lógico, y de una buena parte de la tradición analítica, numerosas generaciones de filósofos de la ciencia han sido entrenadas para hacer sólo análisis de enunciados y de teorías científicas, lo cual ha tenido como resultado que las prácticas científicas se encuentren relegadas en la filosofía de la ciencia, y que se carezca además de herramientas para llevar a cabo un estudio de las mismas.

Al presentar los casos de Tusié y de Acota — dos investigaciones científicas actualmente en curso— he pretendido incursionar en este tipo de análisis, dirigido a las prácticas y los procesos inferenciales en la ciencia que buscan la identificación de causas. Ocuparse de esta tarea demanda un análisis distinto del que se lleva a cabo en tradiciones empiristas como la concepción semántica que busca la creación de modelos de teorías. En este nuevo enfoque, las unidades de análisis no sólo son los enunciados presentados en artículos o libros científicos, sino lo son también, los aparatos, los patrones de prácticas experimentales, las prácticas emergentes, y las bitácoras de laboratorio, entre otros.

Desde el punto de vista experimental en la ciencia, he tratado de mostrar que una de las distinciones cruciales es la de correlaciones/causas, sin embargo he mostrado que el tema de la explicación científica todavía se encuentra influenciado por la distinción generalizaciones accidentales/leyes motivada por el análisis lógico, la cual no juega ningún rol en la tradición experimental.

La distinción correlaciones/causas, en cambio, implica la consideración de importantes aspectos metafísicos implícitos en las

prácticas; particularmente con respecto a la creencia en poderes causales con los cuales los científicos tratan de explicar por qué ocurren ciertos sucesos.

Las teorías han sido el campo idóneo para que el análisis lógico y la concepción semántica se deshagan del lenguaje causal, y puedan desarrollar caracterizaciones de las leyes que tratan de evitar el uso de poderes causales, y que se ajustan a los requerimientos normativos de la lógica clásica. Sin embargo, desde las tradiciones experimentales estas caracterizaciones de las leyes han enfrentado serios problemas que he hecho ver en este trabajo, y en cambio he sugerido que su caracterización como *reglas materiales de inferencia* puede resultar más consistente con la práctica científica.

He defendido que esta noción de reglas materiales de inferencia permite dar cuenta del carácter abierto que tienen las leyes, y otras generalizaciones en la práctica científica. Este carácter lógico abierto permite establecer una conexión natural entre los aspectos inferenciales monótonos, y los no monótonos basados no en inducciones, sino en conexiones por singulares, los cuales juegan un importante papel en la tradición experimental. Además de este carácter abierto, he mostrado el carácter material de dichas leyes en los análisis que he presentado sobre contrafácticos asociados a poderes causales, los cuales muestran que en la experimentación una lógica como la clásica, construida sobre el criterio empírico de *lo que es el caso*, resulta una herramienta con serias limitaciones. Este rasgo material que sugiero adscribir a las leyes, permite dar cuenta de los aspectos metafísicos de las prácticas expresados en la creencia en poderes causales, y en el uso de lenguaje modal.

Ante el hecho de que empiristas destacados como Bas van Fraassen admitan que carecen de herramientas con las cuales dar cuenta de las prácticas científicas, un trabajo como el que he presentado en esta tesis puede resultar útil para abordar la tareas descriptivas y normativas que una filosofía de la ciencia dirigida a las prácticas experimentales enfrenta.

Por otro lado, el carácter construido de los escenarios experimentales, y de los poderes causales que en ellos se producen, hace que las validaciones empíricas en esta tradición no puedan ser adecuadamente caracterizadas como verificaciones o confirmaciones. Al respecto he sugerido caracterizarlas como *estabilizaciones*, pretendiendo con ello dar cuenta del carácter fabricado que tienen en parte los éxitos empíricos en la ciencia. En este sentido las prácticas y los aparatos tienen un importante rol, algunas de las veces primitivo o anterior a las teorías, mediante el cual se producen los datos que posteriormente formarán parte de los cálculos inferenciales respectivos. Como he señalado antes, los laboratorios científicos y las industrias de las sociedades contemporáneas son el mejor ejemplo de estas estabilizaciones. En estas sociedades podemos apreciar cómo se fabrican los poderes causales, y cómo se validan éstos empíricamente a través de estas construcciones.

Considerando la crítica humeana a los poderes causales, y el influyente papel que ha tenido la noción de *regularidad* en el tema de la explicación, las conexiones causales por singulares juegan un rol crucial en la defensa de estos poderes, ya que estas conexiones parecen ser irreducibles al análisis lógico clásico. Particularmente en este trabajo he defendido los casos de conexiones causales singulares al primer intento experimental que ha propuesto Nancy Cartwright. Sobre esta propuesta he señalado que cuenta con una estructura que parece heredar las preocupaciones del deductivismo, y he sugerido al respecto la posibilidad de establecer casos de conexiones causales singulares confiables que se apartan de las motivaciones deductivistas, y que permiten ampliar el poder descriptivo y normativo de una propuesta filosófica dirigida a las explicaciones casuales. Por otro lado, he sugerido también la introducción de la noción descriptiva de *variabilidad* como complemento a esta propuesta. El uso y la utilidad metodológica de esta noción pueden apreciarse en el caso que presenté de la diabetes II mody. Con esta noción creo que podemos dar cuenta de cómo los cientí-

ficos experimentales dirigen sus investigaciones para distinguir entre causas y correlaciones.

Siguiendo los puntos que presenté en la subsección 4.4 deseo presentar finalmente un resumen de rasgos que conforman la noción de inferencia material que he articulado para la tradición experimental. Con este resumen me parece que podrán apreciarse de mejor manera su aplicación y rendimiento para el análisis de las inferencias causales, y de las prácticas a ellas asociadas en la tradición experimental de la ciencia.

1. *Contextualidad cognitiva*. La fijación de acuerdo a los contextos cognitivos de los individuos en comunidad permite dar cuenta de la destreza material en el juego social de dar y pedir razones para las explicaciones causales que ofrecemos.
2. *Correctud material*. Permite contar con medios para resolver los problemas del enfoque formal en la elección de distintas generalizaciones para completar un entimema, fijando los catálogos de propiedades causales que forman parte de los acervos cognitivos de los usuarios en una comunidad, y las respectivas reglas materiales de inferencia implícitas.
3. *Lenguaje de modalidades causales*. Permite defender el modo material de habla, particularmente cuando hablamos de capacidades causales, que bajo el lenguaje modal nos permiten asociar un estado de cosas *actual* con un estado *posible*. Este recurso es de gran importancia para dar cuenta de las prácticas en la ciencia, y para los compromisos con oraciones contrafácticas.
4. *Capacidades como parte de los significados*. Permite contar no sólo con propiedades ocurrentes y propiedades disposicionales para dotar de significado a un término. Estas dos propiedades han sido las únicas autorizadas según la normatividad empirista. En este caso la sugerencia que articulo permite incluir en el lenguaje propiedades causales basadas en inducciones y en conexiones por singulares, las cuales pasan a formar parte esencial del contenido de los conceptos.

5. *Reglas de inferencia.* Permite mantener abiertas las conexiones causales acoplando alteraciones significativas en las probabilidades que apuntan a nuevas conexiones causales por singulares. En otras palabras, permite articular de manera natural las conexiones causales basadas en amplios registros inductivos, con las conexiones causales por singulares que responden a registros no monotónicos carentes de una base inductiva. La noción de reglas de inferencia permite capturar de manera más adecuada los compromisos que hacemos al conectar distintos estados singulares de sucesos. En particular porque de este modo evitamos compromisos de tipo universal y necesario, o de preservación indefinida de las probabilidades en las relaciones causales entre sucesos.
6. *Prácticas experimentales* Para el carácter abierto de las conexiones causales las prácticas juegan un papel fundamental. Mediante estas prácticas se fabrican los escenarios en los que se produce la aparición de capacidades inéditas mediante las cuales se explican las alteraciones en las probabilidades. La información necesaria para una inferencia material en este sentido, no se obtiene por la *recolección pasiva* de diversos datos observados, sino que es resultado de la *intervención práctica* con la cual se producen los sucesos que proveen tales datos. Sin esta intervención estos datos no serían conocidos; la mera observación no puede proveerlos. Las prácticas experimentales dirigidas a producir e identificar estas capacidades son en algunos casos ciegas, y primarias o emergentes, en tanto no forman parte de patrones de operación e intervención ya existentes, ni se hayan guiadas por teorías que permitan prever con precisión los efectos. Este tipo de prácticas crean nuevos patrones de operación e intervención práctica a partir de variaciones emergentes con las cuales se identifican y producen nuevas capacidades, así como datos inesperados por una teoría existente, que se traducen en nuevos predicados y términos singulares que dan el carácter no monótono a las inferencias respectivas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Finalmente, los distintos ejemplos de conexiones causales por singulares que he presentado en este trabajo no parece que puedan ser tratados como entimemas, ya que se carece en ellos de una base inductiva y de la regularidad respectiva. Tomando esto en cuenta, y el hecho de que se hallan basados de una manera que parece primitiva en prácticas experimentales, y en la agencia de aparatos y materiales, estas conexiones abren para el empirismo clásico al menos dos retos: 1) Dar cuenta de las prácticas experimentales en la ciencia sin recurrir al lenguaje causal, y de modalidades. 2) Mostrar un tratamiento alternativo en ausencia de regularidades, el cual mostrara —en su caso— qué tipo de relación lógica, y de expresión lingüística, pueden ser empleadas desde esta tradición para conectar causalmente sucesos singulares como los descritos en este trabajo.

Estas consideraciones muestran el sentido en el cual he defendido que la expresión de conexión por singulares: '*C causa E*', ejemplificada en los casos que he expuesto, es la expresión de una inferencia material basada primitivamente en prácticas experimentales, que resultaría irreducible a los términos formales y las regularidades empleados por el empirismo en el análisis lingüístico de las explicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Brandom, R. *Articulating Reasons. An Introduction to Inferentialism*, 2000.
- _____. *Making It Explicit. Reasoning, Representing, and Discursive Commitment*, 1994
- Carnap, *The Logical Syntax of Language* (1937).
- _____. "El carácter metodológico de los conceptos teóricos" (1956), *Filosofía de la Ciencia: Teoría y Observación* (1989), León Olivé, y Ana Rosa P. Ransanz (eds)
- Cartwright, *Dappled World*, 1999.
- _____. *Nature's Capacities* (1989a). Oxford: the Univ. Press.
- _____. "Causation", *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, 1998
- _____. "Précis of *Nature's Capacities and Their Measurement*", *Philosophy and Phenomenological Research*, LV, 1, 1995, pp. 153-6.
- _____. "In Defence of 'This Wordly' Causality: Comments on van Fraassen's Laws and Symmetry", *Philosophy and Phenomenological Research*, 1993, Vol. 53, No.2. pp. 411-44.
- _____. "Capacities and Abstractions", (1989b). *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*.
- _____. & J. Dupré, "Probability and Causality: Why Hume and Indeterminism Don't Mix", *Noûs*, 22, 1988, pp. 521-36.
- Del Bosque-Plata L., García-García E., Ramírez-Jiménez S., Cabello-Villegas J., Riba-Ramírez L., Gómez-León A., Vega Hernández G., Altamirano-Bustamante N., Calzada-León R., Robles-Valdés C., Mendoza Morfín F., Curiel Pérez O., and Tusié-Luna M.T. "Analysis of the glucokinase gene in Mexican families displaying early-onset non-insulin dependent diabetes mellitus including MODY families" (1997) *Am J. Medical Genetics* 72:387-393.

Elgin, Z.C. "Lawlikeness and the End of Science", *Philosophy of Science*, 47, 1980, pp. 56- 69.

Galison, P. *How Experiments End*, 1987.

Gooding, Pinch & Schaffer (eds). *The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences*, 1989.

Goodman, N. *Fact, Fiction and Forecast* (1983)

Hacking, I. *Representing and Interfering*, 1983

Hempel. *Aspects of Scientific Explanation And Other Essays in the Philosophy of Science* 1965.

_____. *Philosophy of Natural Science* (1966).

_____. "Provisos: A Problem Concerning the Inferential Function of Scientific Theories", (1988), *Selected Philosophical Essays*, Carl Hempel (2000); Richard Jeffrey (ed).

_____. "On the Logical Positivists' Theory of Truth" (1935) *Selected Philosophical Essays*, Carl Hempel (2000); Richard Jeffrey (ed).

Lange, Marc. *Natural Laws in Scientific Practice*, 2000.

_____. "Laws, Counterfactuals, Stability, and Degrees of Lawhood", *Philosophy of Science*, 66 (1999), pp. 243-67.

Martínez Enriquez, Arturo I. *Síntesis y aplicaciones de películas delgadas de óxidos de Titanio y Estañó*, 2002. Tesis de maestría en ciencias, Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas, UNAM, México. Tesis dirigida por Dwight Acosta.

- Martínez, Sergio. *De los efectos a las causas. Sobre la historia de los patrones de explicación científica*, 1997.
- _____. "On Changing Views About Physical Law, Evolution and Progress in the Second Half of the Nineteenth Century", *Locus Vitalis*, 13 (2000), pp. 53-70.
- _____. "Las virtudes epistémicas del conocimiento implícito en prácticas" (1998). Ponencia sin publicar.
- _____. "¿Qué es una ley irreductiblemente estadística?", *Teoría*, 1992, 16-18, pp. 715-28.
- _____. "El azar en la mecánica cuántica: de Bohr a Bell", *Crítica*, 69, 1991, pp. 137-54.
- Morett, Fernando. *Explicaciones causales singulares. Respuestas y propuestas al modelo Hempeliano de explicación*. (2001). Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y letras, UNAM
- Nickles, T. "Justification and Experiment", *The Uses of Experiment Studies in the Natural Sciences*, 1989, Gooding, Pinch & Schaffer
- Olivé, *Conocimiento, sociedad y realidad* (1988)
- _____. "Realismo y antirealismo en la concepción semántica de las teorías", *Crítica* 51, 1985.
- Pickering, A. *Mangle as Practice. Time, Agency and Science*, 1995.
- _____. (ed). *Science as Practice and Culture*, 1992.
- _____. "Living in the Material World: On Realism and Experimental Practice", *The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences*, 1989, Gooding, Pinch & Schaffer (eds).
- Pitt, Joseph. *Pictures, Images, and Conceptual Change*, 1981
- Salmon, W. *Four Decades of Scientific Explanation*, 1990.
- _____. and P. Kitcher, "van Fraassen on Explanation", *Causality and Explanation*, 1998. W. Salmon.

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

Schlick, "Causality in Contemporary Physics" (1962), *The British Journal for the Philosophy of Science* 47-48 (1961), pp. 177-93, 281-98. Publicado originalmente en alemán en 1931.

Sellars. *Science, perception and reality*, 1963.

_____. *Metaphysics of Epistemology: Lectures of Wilfrid Sellars*, 1989

_____. "Scientific Realism or Irenic Instrumentalism" (1965), *Philosophical Perspectives*, 1967.

_____. "Counterfactuals, dispositions and the causal modalities", *Minnesota Studies in Philosophy of Science* (1958), Vol II. H. Feigl, M. Scriven & G Maxwell (eds).

_____. "Inference and Meaning", *Mind* 62 (1953), pp. 313-338.

_____. "Concepts as involving laws and inconceivable without them" 1948. *Pine Pragmatics and Possible Worlds. The Early Essays of Wilfrid Sellars*, 1980, Jeffrey F. Sicha (ed).

Scheffler, Israel. "Explanation, Prediction, and Abstraction", *The British Journal for the Philosophy of Science*, 1957, Vol 57, No. 28, pp. 293-309.

Smith, Barry (ed). *Practical Knowledge: Outlines of a Theory of Traditions and Skills*, 1988

Tuesta, E.G., A. Gutarra, S. Ponce, "Degradación de compuestos orgánicos volátiles (COVs) por fotocatalisis heterogénea con TiO₂/UV: Aplicación a alcoholes alifáticos", *Revista de la Facultad de Ciencias*, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Peru.

Tusié, Ma Teresa, "'¿Cuánto sabemos sobre las causas genéticas de la diabetes en la población mexicana?'" 2002, Ponencia sin publicar.

Van Fraassen, *Laws and Symmetry*, 1989.

_____, "Précis on *Laws and Symmetry*", and "Armstrong, Cartwright and Earman on *Laws and Symmetry*", *Philosophy and Phenomenological Research*, 1993, Vol. 53, No.2.

Woodward, "Law and Explanation in Biology: Invariance is the Kind of Stability That Matters", *Philosophy of Science*, 68, 2001, pp. 1-20.

_____, "Explanation and Invariance in the Special Sciences", *British Journal for the Philosophy of Science*, 51, 2000, pp.197-254.

_____, "Explanation, Invariance and Intervention", *Philosophy of Science*, 1997, (Proceedings), pp. S26-S41.

_____, "Capacities and Invariance" (1993), en *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds* (1993). Earman, Janis, Massey and Rescher (eds).

_____, "Capacities and Invariance" (1993), *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds*, 1993, Earman et al (eds)

_____, "Realism about Laws", *Erkenntnis*, 1992, 36, pp. 181-218

_____, "Supervenience and Singular Causal Statements" (1990), *Explanation and Its Limits*, 1990, Dudley Knowles (ed),

_____, "The Causal Mechanical Model of Explanation", *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (1989). Philip Kitcher and Wesley Salmon (eds).

_____, "Are Singular Causal Explanations Implicit Covering-Law Explanations?", *Canadian Journal of Philosophy*, 16 (1986), pp. 253-80

_____, "A Theory of Singular Causal Explanation", (1984), en *Explanation* (1993), David Ruben (comp)