

rcfc

REVISTA COLOMBIANA DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Departamento de Humanidades
Programa de Filosofía

rcfc

REVISTA COLOMBIANA DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Indexada en
Philosopher's Index
Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (RedALyC)
Emerging Sources Citation Index (ESCI)



UNIVERSIDAD
EL BOSQUE

Departamento de Humanidades
Programa de Filosofía

© Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia

ISSN: 0124-4620 ISSN: 2463-1159. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v19i39>

Volumen XIX No. 39

2019 julio - diciembre

Editor Edgar Eslava

Editor Asistente Gustavo Silva

Asistente Editorial Andrés Felipe Montañez

Comité Editorial Gustavo Caponi, *Universidad Federal de Santa Catarina*. José Luis Cárdenas, *Universidad El Bosque*. Flor Emilce Cely, *Universidad El Bosque*. William Duica, *Universidad Nacional de Colombia*. Edgar Eslava, *Universidad Santo Tomás*. Olimpia Lombardi, *Universidad de Buenos Aires*.

Comité Científico Rafael Alemañ, *Universidad Miguel Hernández*, España. Eugenio Andrade, *Universidad Nacional de Colombia*. Alfredo Marcos, *Universidad de Valladolid*, España. Nicholas Rescher, *Universidad de Pittsburg*, EE.UU. José Luis Villaveces, *Universidad Nacional de Colombia*.

Fundador Carlos Eduardo Maldonado, *Universidad El Bosque*

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Rectora María Clara Rangel Galvis, *OD, MSC, PHD*

Vicerrectora Académica Rita Cecilia Plata de Silva

Vicerrector Administrativo Francisco José Falla Carrasco

Vicerrector de Investigaciones Miguel Ernesto Otero Cadena, MD

Directora del Departamento de Humanidades Ana Isabel Mendieta MSc

Directora del Programa de Filosofía Ana Isabel Rico Torres MSc

Corrección de estilo Grupo GRAT

Diseño, diagramación y cubierta Centro de Diseño y Comunicación; *Universidad El Bosque*

Impresión xxxxx

Suscripción anual Colombia: \$20.000. Latinoamérica: US\$20. Otros países: US\$40

Suscripción electrónica Para recibir dos números al año solicitar el formulario de suscripción al correo revistafilosofiaciencia@unbosque.edu.co

Correspondencia e información Universidad El Bosque, Departamento de Humanidades,

Cra. 7B # 132-11, Tel. (57-1) 258 81 48, revistafilosofiaciencia@unbosque.edu.co

Tarifa Postal Reducida Servicios Postales Nacionales S.A.

No 2015 - 280 4-72, vence 31 de Dic. 2019

CONTENIDO

La Paradoja de los gemelos en los textos de Einstein <i>Martín Simesen de Bielke (Argentina)</i>	11
Sobre el estatus ontológico del espaciotiempo. Una respuesta al realismo estructural <i>Gilberto Castrejón (México)</i>	43
Protoideas de termodinámica y evolución en la obra biológica de Aristóteles <i>Horacio Serna & Carlos Eduardo de Jesús Sierra (Polonia / Colombia)</i>	85
Pluralidad científica y evaluación de riesgos: nuevos argumentos en el debate monismo-pluralismo en Filosofía de la Ciencia <i>Nahuel Pallitto (Argentina)</i>	123
Capacidades, causalidad y modalidad: tres aristas del mismo triángulo <i>Pascal Rodríguez (Netherlands)</i>	147
Análisis epistemológico de la Grounded Theory: reconstrucción de un programa metodológico en la investigación social <i>Fabiola Valeria Cárdenas Maldonado (Perú)</i>	175
Identidad personal y ciencia: el enfoque genético respecto de la apropiación de niños durante la última dictadura argentina desde una perspectiva pluralista <i>Mariana Córdoba & María Marta Quintana (Argentina)</i>	191
Corrupción y normas sociales: la transición macro a micro en mecanismos psico-sociales de legitimación de la corrupción <i>Carlos Maximiliano Senci & Hipólito Manuel Hasrun (Argentina)</i>	221
Artículo de discusión No eres un realista selectivo dialetheísta <i>Luis Estrada González (México)</i>	263
Indicaciones para los autores	271

CONTENTS

The Twin Paradox in the Writings of Einstein <i>Martín Simesen de Bielke (Argentina)</i>	11
On the Ontological Status of Spacetime. A Response to Structural Realism <i>Gilberto Castrejón (México)</i>	43
Thermodynamics and Evolution Proto-ideas in Aristotle's Biology <i>Horacio Serna & Carlos Eduardo de Jesús Sierra (Polonia / Colombia)</i>	85
Scientific Plurality and Risk Assessment: New Arguments in the Monism-Pluralism Debate in Philosophy of Science <i>Nahuel Pallitto (Argentina)</i>	123
Capacities, Causality and Modality: Three Edges of the Same Triangle <i>Pascal Rodríguez (Netherlands)</i>	147
Epistemological Analysis of Grounded Theory: Reconstruction of a Methodological Program in Social Research <i>Fabiola Valeria Cárdenas Maldonado (Perú)</i>	175
Personal Identity and Science: The genetic approach regarding the case of appropriated children during the Argentinian dictatorship 1976-1983 <i>Mariana Córdoba & María Marta Quintana (Argentina)</i>	191
Corruption and Social Norms: Macro to Micro Transition in Psycho-Social Mechanisms of Legitimation of Corruption <i>Carlos Maximiliano Senci & Hipólito Manuel Hasrun (Argentina)</i>	221
Discussion paper's You are not a Selective Realist-Dialetheist <i>Luis Estrada González (México)</i>	263
Instructions for Authors	275

LA PARADOJA DE LOS GEMELOS EN LOS TEXTOS DE EINSTEIN*

THE TWIN PARADOX IN THE WRITINGS OF EINSTEIN

MARTÍN SIMESSEN DE BIELKE
Universidad Nacional de Salta
Salta, Argentina.
martindebielke@gmail.com

RESUMEN

La solución clásica de la paradoja de los gemelos está basada en que hay una asimetría entre sistemas de referencia acelerados e inerciales. Esta solución tradicional señala que únicamente el gemelo en la nave experimenta los efectos relativistas y, por lo tanto, envejece durante su viaje espacial menos que su hermano en la Tierra. En este artículo se ofrece una exégesis de la solución del propio Einstein, la cual no solo es diferente, sino que además brinda motivos para preguntar si él realmente pensaba que el gemelo en la nave envejece más lentamente.

Palabras clave: paradoja; gemelos; relatividad; relojes; tiempo; Einstein.

* Este artículo se debe citar: Simesen de Bielke, Martín. "La paradoja de los gemelos en los textos de Einstein". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 11-41. <https://doi.org/10.18270/rfc.v19i39.3025>

ABSTRACT

The classic solution of the twin paradox is based on the idea that there is an asymmetry between accelerated and inertial systems of reference. This traditional solution points out that only the twin on the spaceship experiences the relativistic effects and therefore ages less during his space trip than his brother on Earth. In this paper we offer an exegesis of Einstein's own solution, which is not only different, but also provides reasons to ask whether he actually thought that the twin in the spaceship ages slower.

Keywords: paradox; twins; relativity; clocks; time; Einstein.

1. INTRODUCCIÓN

Cabe aclarar ante todo que este trabajo *no* pretende demostrar que la paradoja de los gemelos plantea una objeción genuina contra la teoría de la relatividad. No se intenta poner de manifiesto que Einstein estaba equivocado y que los efectos relativistas son mera apariencia. Tales efectos han sido constatados mediante experimentos con el acelerador de partículas CERN, también en experimentos con partículas subatómicas (detección de muones) y con relojes atómicos colocados en aviones, e incluso la reciente detección de ondas gravitacionales corrobora las predicciones de la relatividad general.¹

¹ Sobre el experimento Hafele-Keating con relojes atómicos de cesio abordo de aviones, realizado en 1971, puede consultarse el artículo original (Hafele & Keating 1972), en el cual se brinda información útil para lectores no especializados acerca de los efectos relativistas relacionados con el tiempo (dilatación cinemática y gravitatoria). Este experimento fue una de las primeras pruebas empíricas de que la paradoja de los gemelos de hecho no se produce, por tanto, de que los efectos relativistas son reales (medibles). En relación a la detección de ondas gravitacionales en el 2016, la página web del proyecto LIGO (<https://www.ligo.org/>) ofrece una explicación notablemente clara de por qué las ondas gravitacionales son distorsiones del espaciotiempo. Otro artículo esclarecedor es: "Gravitational waves detected 100 years after Einstein's prediction" (Max-Planck-Gesellschaft © 2016).

Este trabajo no presenta los resultados de una investigación cuantitativa. A diferencia de los artículos de física en los que se trata el tema, no se propone una versión alternativa de la paradoja a fin de realizar predicciones matemáticas sobre quién envejece en mayor medida. Tampoco se busca ofrecer una solución de la paradoja de los gemelos. El objetivo es, más bien, exponer y analizar objetivamente la solución que plantea Einstein en un texto poco citado en la bibliografía especializada. Se intenta, en primer lugar, dejar en claro que la solución que él propone no coincide con la solución tradicional de la paradoja que se halla en la mayoría de los textos de física. La lectura del texto de Einstein no deja lugar a dudas respecto a que dicha solución clásica no se le puede atribuir. En segundo lugar, se intenta poner de manifiesto, mediante un análisis riguroso del texto, que la respuesta del autor de la teoría de la relatividad acerca de cuál gemelo envejecería más lentamente (en realidad, él no hace esta pregunta específica) resulta, cuanto menos, ambigua.

El método empleado en esta investigación es exegético, es decir, se basa en una interpretación rigurosa de fuentes primarias: los escritos de Einstein en idioma original. Por lo que respecta a la estructura y el contenido del presente artículo, en primer lugar —y, sobre todo, con fines aclarativos—, se explicitan dos sentidos de la expresión “paradoja de los gemelos”. En segundo, se expone la solución tradicional de dicha paradoja, según la cual solo el gemelo en la nave acelera, padece los efectos relativistas y es quien al momento del reencuentro ha envejecido más lentamente. Acto seguido, se procede a la exégesis de pasajes de la obra de Einstein con el fin de poner de manifiesto que la solución tradicional no se puede atribuir al autor de la teoría de la relatividad. Finalmente se analiza la solución de la paradoja de los relojes gemelos tal como figura en “Diálogo sobre objeciones contra la teoría de la relatividad” (1918).

Cabe destacar, por último, que este escrito forma parte de una investigación más extensa que tiene por tema el problema del tiempo (la aporía temporal) en el marco de la historia del pensamiento occidental.

2. LOS SENTIDOS DE LA PARADOJA DE LOS GEMELOS

La palabra *paradoja*, de origen griego, puede referir algo contrario al sentido común, o bien algo que sucede contra lo esperado y provoca asombro. La dilatación del tiempo, en cuanto fenómeno relativista, es paradójica para la comprensión vulgar del tiempo que coincide con la representación metafísica (newtoniana) del tiempo visto como algo absoluto. Max von Laue afirma:

De todas las consecuencias aparentemente paradójicas (*paradox*) que derivan de la transformación del tiempo en la teoría de la relatividad, probablemente no hay ninguna que el entendimiento común de cualquier persona aún no acostumbrada al asunto resista tanto como que el registro del tiempo en un reloj depende de su estado de movimiento (*Bewegungszustand*) (Laue 1912 118).

En su artículo de 1905, Einstein sostiene que si un reloj se mueve a lo largo de un trayecto A-B rectilíneo (o curvo), al llegar a destino ya no está sincronizado con el reloj que reposa en B (como antes de ser puesto en movimiento), sino que “lleva un retraso... con respecto al reloj que desde un principio se encontraba en B” (1905 904). Llama a este fenómeno una “consecuencia peculiar” (904), refiriéndose evidentemente al hecho de que relojes en movimiento se atrasan en una *ratio* definida. El primer sentido de la paradoja de los gemelos señala en dirección a esta consecuencia peculiar que se sigue de un experimento mental cuyos orígenes se remontan a reflexiones de Langevin. La paradoja de los gemelos plantea que, debido al efecto conocido como dilatación temporal, un astronauta regresaría de un viaje interestelar a velocidades próximas a la de la luz siendo considerablemente más joven que su hermano gemelo en la Tierra. Lo paradójico acá sería la idea de “gemelos de edades distintas”, y este es el primer sentido de la paradoja en cuestión.

La paradoja de los gemelos propiamente dicha no alude a esta consecuencia peculiar del movimiento de relojes explicitada por Einstein, sino a una supuesta *contradicción lógica* (segundo sentido de paradoja) en los fundamentos de la teoría de la relatividad; los críticos han intentado demostrar con ella, por reducción al absurdo,

que la dilatación del tiempo no puede ser un fenómeno “real”, o sea que Einstein estaba equivocado y su teoría era errónea.

Aclaremos esto último. La paradoja de los gemelos propiamente dicha señala un error lógico que se deriva de la relatividad del movimiento en cuanto principio básico de la teoría. Es decir, que podría afirmarse con el mismo derecho tanto que la nave se mueve como que la nave está en reposo y la Tierra se está moviendo; en este último caso, quien sería más joven al momento del reencuentro sería el gemelo en la Tierra. Y así, como los sistemas de referencia de la nave y la Tierra están en pie de igualdad, la conclusión lógica pero absurda es que cada gemelo sería, relativamente, más joven y más viejo que el otro, al mismo tiempo. Al momento del reencuentro Pablo (nave) sería *más joven que* Pedro (Tierra) y, *al mismo tiempo*, Pedro *más joven que* Pablo. En otras palabras: Pablo sería más joven que sí mismo. Este absurdo lógico es lo que se conoce como paradoja de los gemelos y, como se ha señalado, los críticos han buscado desacreditar con ella la teoría de la relatividad.

La paradoja surge a partir de la opinión de que el movimiento es relativo y cualquiera de los dos gemelos puede considerar al otro como el viajero, en cuyo caso ambos gemelos concluyen que el otro debe ser más joven y entonces tenemos una contradicción lógica – una paradoja (Tipler & Llewellyn 2008 45).

3. LA PARADOJA DE LOS GEMELOS COMO PSEUDOPROBLEMA: EL ARGUMENTO DEL TIRÓN

La solución tradicional de la paradoja de los gemelos plantea que se trata de un pseudoproblema. Los sistemas de referencia del gemelo en la nave y del gemelo en la Tierra no están en pie de igualdad, por lo que las perspectivas no se pueden intercambiar. Se argumenta que no se puede considerar legítimamente que la nave está en reposo y que la Tierra acelera respecto a ella, ya que solo el gemelo en la nave percibe el tirón inercial cuando frena, da la vuelta y acelera nuevamente en dirección a la Tierra, mientras que el gemelo que se ha quedado en casa no lo siente. El tirón es una

pauta absoluta e indubitable respecto a que únicamente la nave se está moviendo y entonces el gemelo que viaja es quien padece los efectos relativistas y al reencuentro es más joven. Feynman sintetiza magistralmente la solución tradicional:

A esto llama “paradoja” solamente aquella gente que cree que el principio de relatividad significa que *todo movimiento* es relativo; ellos dicen, ... desde el punto de vista de Pablo, ¿no podríamos decir que es Pedro el que se está moviendo y, por lo tanto, no debería parecer que él envejece más lentamente? Por simetría, el único resultado posible es que tengan la misma edad cuando se encuentren. Pero para que se junten y puedan hacer la comparación, Pablo debe o detenerse al final del viaje y hacer una comparación de relojes, o más sencillo, volver y el que vuelve tiene que ser el hombre que se estaba moviendo, y esto él lo sabe, porque tuvo que cambiar el sentido de su movimiento. Cuando cambió el sentido, todo tipo de cosas poco comunes sucedieron en su nave espacial –los cohetes se apagaron, las cosas se apretaron contra una pared, etc.– mientras que Pedro no sintió nada. Por lo tanto, la manera de exponer la regla es decir que el *hombre que sintió las aceleraciones*, el que vio las cosas caer sobre las paredes, etc., es el que va a ser menor, esa es la diferencia entre ellos en un sentido “absoluto”, y es, ciertamente correcto (1998 16-4).²

Del argumento del tirón se sigue que los sistemas de la nave y de la Tierra no están en pie de igualdad, por lo que resulta ilegítimo invertir la perspectiva y plantear que la Tierra se mueve y la nave permanece en reposo. El reloj que acelera, el que va en la nave, es el que en *realidad* se está moviendo y el único que padece el efecto relativista de dilatación.

² Véase una buena síntesis de la solución estándar de la paradoja de los gemelos en Tippler y Llewellyn, y Norton (2018). Para un abordaje de la paradoja en el marco de una discusión exhaustiva del problema del tiempo en filosofía de la ciencia y una versión de la paradoja con tres relojes, véase Newton-Smith.

4. EL ARGUMENTO DEL TIRÓN COMO ARGUMENTO DIALÉCTICO Y EL ARGUMENTO DEL CAMPO GRAVITATORIO APARENTE

La solución tradicional de la paradoja de los gemelos, basada en el argumento del tirón, no es la solución que ha planteado Einstein en sus escritos. Conviene, ante todo, deconstruir la solución tradicional para luego considerar la propuesta por Einstein.

El núcleo conceptual de la solución tradicional apunta a la *no* equivalencia (asimetría) entre sistemas inerciales (sistemas de Galileo) y sistemas acelerados. Es decir que, en cuanto sistemas de referencia, la nave y la Tierra no pueden estar en pie de igualdad, porque la Tierra no acelera, sino que lo hace únicamente la nave; la prueba de eso es que solo el gemelo en la nave siente el tirón y ve cómo las cosas a su alrededor salen violentamente despedidas en la dirección del movimiento de la nave. De ese comportamiento de los cuerpos, el gemelo en la nave deduce el carácter absoluto del movimiento acelerado.

Lo primero que se puede decir contra el argumento de una asimetría entre sistemas inerciales y acelerados es que Einstein señala explícitamente en “Fundamentos de la teoría de la relatividad general” (1916) que un sistema de Galileo (inercial) y un sistema uniformemente acelerado están en pie de igualdad. En dicho texto, en efecto, figura un experimento mental que involucra un sistema de Galileo S y uno uniformemente acelerado S' , respecto al cual un cuerpo x se mueve con aceleración constante. Einstein pregunta si un observador en S' (acelerado, como la nave en la paradoja de los gemelos) podría inferir, a partir del movimiento del cuerpo x , que él se encuentra “en un sistema de referencia ‘realmente’ acelerado” y responde que *no podría*, ya que el observador tendría derecho a interpretar que está en reposo y que el movimiento del cuerpo x se debe a la presencia cercana de una masa que genera un campo gravitatorio, el cual transmite aceleración uniforme al cuerpo x , a causa de lo cual este se mueve. Considérese la cita *in extenso*:

Sea S un sistema de referencia de Galileo, es decir, uno relativamente al cual
... una masa lo suficientemente alejada de otras masas se mueve en línea recta

y con velocidad uniforme. Sea S' un segundo sistema de coordenadas, el cual relativamente a S lleva a cabo un movimiento de traslación con aceleración uniforme. Por tanto, relativamente a S' , una masa lo suficientemente alejada de otras se movería con una aceleración tal que, tanto dicha aceleración como la dirección de la aceleración sería independiente de su constitución material y física. ¿Puede acaso un observador que se encuentre en reposo relativamente a S' concluir a partir del comportamiento de esta masa que él se halla en un sistema de referencia “realmente” acelerado? La respuesta es negativa; porque el comportamiento referido de masas en movimiento libre se puede describir relativamente a S' igualmente bien del siguiente modo: el sistema de referencia S' no está acelerado; pero en la región del espacio-tiempo considerada domina un campo gravitatorio que provoca el movimiento acelerado del cuerpo con masa en relación a S' .

El comportamiento mecánico de los cuerpos relativamente a S' es el mismo que se ofrece en relación a sistemas que acostumbramos a ver como sistemas “en reposo” o “en pie de igualdad” (*berechtigt*). Por eso también cabe suponer que, desde el punto de vista físico, los sistemas S y S' se pueden ver con el mismo derecho como “en reposo”, es decir que como sistemas de referencia para la descripción física de sucesos tienen el mismo derecho (*gleichberechtigt*) (Einstein 1916 773).

La analogía que se puede establecer a partir de esto con la paradoja de los gemelos sería del siguiente modo: el gemelo en la nave podría asumir legítimamente que la nave (sistema S' en el párrafo citado) está en reposo y que un cuerpo masivo cercano genera un campo gravitatorio que provoca el tirón hacia delante y debido al cual los objetos alrededor salen despedidos en la dirección del movimiento que el observador dentro de la nave considera en reposo.

En *Sobre la teoría de la relatividad especial y general* (en adelante STR), figura otro pasaje que nos permite cuestionar las bases de la solución tradicional de la paradoja. Allí Einstein reitera la idea de que sistemas acelerados pueden interpre-

tarse como si fueran sistemas inerciales y, por lo tanto, que pueden ser considerados como sistemas en reposo relativo. Esto significa que el movimiento acelerado no es absoluto.

Se parte de un sistema S_1 cuyo espacio está físicamente vacío. Quiere decir esto que en la porción de espacio considerada no existe ni materia (en el sentido usual) ni un campo en el sentido de la teoría de la relatividad especial. Sea S_2 un segundo sistema de referencia uniformemente acelerado respecto a S_1 . S_2 no es, pues, un sistema inercial. Respecto a S_2 , cualquier masa de prueba se movería aceleradamente, y además independientemente de su constitución física y química. Respecto a S_2 , existe, por tanto, un estado que –al menos en primera aproximación– no cabe distinguir de un campo gravitacional. El estado de cosas que se percibe es por tanto compatible con la siguiente concepción: también S_2 es equivalente a un “sistema inercial”, pero respecto a S_2 existe un campo gravitacional (homogéneo) (Einstein 2004 103).

El argumento del tirón figura en el § 18 de *STR*. Einstein formula un experimento mental en el cual un observador dentro de un vagón percibe el tirón, como si el tren frenara:

Si el movimiento del vagón se hace no uniforme porque el tren frena violentamente, pongamos por caso, el viajero experimentará un tirón igual de fuerte hacia adelante. El movimiento acelerado del vagón se manifiesta en el comportamiento mecánico de los cuerpos respecto a él; el comportamiento mecánico es distinto que en el caso antes considerado [movimiento rectilíneo uniforme (MRU)], y por eso parece estar excluido que con relación al vagón en movimiento no uniforme valgan las mismas leyes mecánicas que respecto al vagón en reposo o en movimiento uniforme. En cualquier caso, está claro que en relación al vagón que se mueve no uniformemente no vale el principio fundamental de Galileo. De ahí que en un primer momento nos sintamos impelidos a atribuir, en contra del principio de la relatividad general, *una especie*

de realidad física absoluta al movimiento no uniforme ... Esta inferencia no es correcta (Einstein 2004 47).

Se observa aquí a todas luces que Einstein emplea el argumento de la solución tradicional de la paradoja únicamente como razonamiento dialéctico: la inferencia inmediata del carácter absoluto del movimiento no uniforme (acelerado) a partir del tirón no es una conclusión a la que forzosamente deba llegar el observador en el tren, conforme a lo que plantea la solución tradicional de la paradoja de los gemelos. La respuesta de Einstein a este argumento dialéctico del § 18 figura en el § 20 de STR, y podría denominarse “argumento del campo gravitatorio aparente”, argumento clave en su solución de la paradoja de los relojes gemelos:

Ahora nos damos cuenta de por qué el argumento esgrimido al final del § 18 contra el principio de la relatividad general no es concluyente. Sin duda es cierto que el observador que se halla en el vagón siente un tirón hacia delante como consecuencia del frenazo, y es verdad que en eso nota la no uniformidad del movimiento. Pero nadie le obliga a atribuir el tirón a una aceleración “real” del vagón. Igual podría interpretar el episodio así: “mi cuerpo de referencia (el vagón) permanece constantemente en reposo. Sin embargo (durante el tiempo de frenada) existe respecto a él un campo gravitatorio temporalmente variable, dirigido hacia delante. Bajo la influencia de este último, el terraplén, junto con la Tierra, se mueve no uniformemente, de suerte que su velocidad inicial, dirigida hacia atrás, disminuye cada vez más. Este campo gravitatorio es también el que produce el tirón del observador” (Einstein 2004 51; énfasis fuera de texto).

El principio de relatividad general dice: “todos los cuerpos de referencia S , S' , etc., sea cual fuere su estado de movimiento, son equivalentes de cara a la descripción de la naturaleza (formulación de las leyes generales)” (Einstein 2004 46). Por otro lado, Einstein responde en “Diálogo sobre objeciones contra la teoría de la relatividad” a un argumento bastante sólido contra la posibilidad de relativizar el movi-

miento del tren a partir del momento en que comienza a frenar. Dicho argumento podría llamarse “de la torre de la iglesia”:

[E]l principio de relatividad general no puede responder de un modo satisfactorio para la sana razón a la pregunta obvia de por qué entonces la torre de la iglesia que está junto al tren no se ha caído cuando éste experimenta el tirón junto con todo lo demás fuera del tren (Einstein 1918 700).

La respuesta es básicamente que cuerpos en caída libre actúan como si estuvieran en reposo, o sea como sistemas inerciales:

La torre no se parte porque... está en caída libre dentro del campo gravitatorio junto con el suelo y toda la Tierra (en el momento en que se produce el tirón); en cambio una fuerza externa (el frenado) evita la caída libre del tren. Un cuerpo en caída libre se comporta, en relación a los procesos internos, como un cuerpo que flota libre de influencias externas (Einstein 1918 701).

Esta respuesta da cuenta de que el argumento del tirón no expresa la opinión de Einstein, e incluso que la inferencia del carácter absoluto (real) del movimiento acelerado en que se basa la solución tradicional de la aporía es incorrecta. ¿Qué otra cosa puede querer decir relatividad “general”, sino que tanto el movimiento rectilíneo uniforme como el movimiento acelerado son relativos y que la expresión “relatividad *specialis*” (o *restringida* a movimientos no acelerados) expresa el carácter parcial de la teoría formulada en 1905, complementada por la de 1915?

5. VARIANTES DE LA PARADOJA DE LOS GEMELOS EN LA LITERATURA CIENTÍFICA

Hay más de trescientos artículos sobre la paradoja de los gemelos.³ En este breve *excursus* consideraremos algunos de los más relevantes y en los que figuran alternativas diferentes a la solución tradicional, e incluso a la propuesta por Einstein.

Low, por ejemplo, plantea una versión en la cual “ninguno de los dos observadores es acelerado” (1990 25). En esta línea de argumentación, Maudlin señala, en parte con razón, que la solución estándar de la paradoja de los gemelos se basa en al menos tres confusiones muy extendidas. Este autor propone una solución libre de aceleración, basada exclusivamente en la geometría del espaciotiempo de Minkowski. Afirma no solo que “las aceleraciones no juegan ningún rol en la explicación del resultado final” (2014 330), sino también que “el fenómeno de los gemelos se explica sin necesidad de atribuirle a nadie ningún tipo de ‘movimiento’, ‘velocidad’ o ‘reposo’; es una simple cuestión de geometría del espacio-tiempo” (2014 332-333). Como se verá en la sección siguiente, la propuesta de Einstein y la solución que ofrece a la paradoja son muy diferentes de la solución puramente geométrica y libre de aceleración que sugiere Maudlin, dado que el experimento mental del autor de la teoría de la relatividad presenta dos relojes acelerados, uno de ellos por una fuerza que no se especifica y el otro por un campo gravitatorio aparente.⁴

En algunos artículos se discute críticamente la solución de Einstein en “Diálogo sobre objeciones contra la teoría de la relatividad”. Unnikrishnan, por ejemplo, señala que: “hay fallas lógicas y físicas en la utilización de la dilatación del tiempo gravitacional para resolver la paradoja de los gemelos”.

³ Robert Shuler Jr. (2014) presenta datos interesantes sobre la historia de la paradoja de los relojes gemelos, con estadísticas precisas sobre el número de estudios dedicados al asunto en el siglo xx.

⁴ Al contrastar la solución de Maudlin con la de Einstein no se pretende poner en duda su “valor de verdad” apelando a un argumento de autoridad. Simplemente se intenta remarcar que se trata de soluciones diferentes.

Todas las resoluciones estándar de la paradoja de los gemelos que invocan aceleración o un campo pseudo-gravitacional equivalente como efecto físico responsable de la dilatación asimétrica del tiempo son defectuosas y la resolución de Einstein no es una excepción ... El fracaso de las visiones y resoluciones aceptadas puede rastrearse en el hecho de que el principio de relatividad formulado originalmente para una física de espacio vacío no es válido en un universo lleno de materia (Unnikrishnan 2014-2015.).⁵

Como alternativa, este autor propone algunas variantes del experimento mental en las que pone en juego intercambios de señales luminosas, indaga cuáles serían las consecuencias del efecto Doppler y propone usar la anisotropía del fondo cósmico de microondas como marco de referencia en la solución de la aporía. Grøn señala que:

Unnikrishnan critica a Einstein por haber usado la teoría de la relatividad general en su resolución de la paradoja de los gemelos, y por haber tomado en cuenta el período de aceleración del gemelo viajero cuando está por retornar junto a su hermano, dado que existen versiones de la paradoja con tres personas en movimiento inercial que han sido resueltas usando solamente la teoría de la relatividad especial (Grøn 2007 416).

Grøn también ha respondido a estas objeciones:

Unnikrishnan ha cometido algunos errores de cálculo al aplicar la teoría de la relatividad en diferentes versiones de la paradoja de los gemelos. Esto lo ha llevado a concluir que la mayoría de los análisis anteriores son insostenibles, aunque en verdad son correctos (Grøn 2007 418).

³ Cabe destacar que el propio Einstein sostiene que la relatividad general pone de manifiesto algo no contemplado en la relatividad especial (por cuanto, de hecho, se erige sobre un espaciotiempo plano), a saber: que no existe (como creía Descartes) un espacio libre de campo (Einstein 2004).

Chandru y Prabhu, por otra parte, analizan “la paradoja de los relojes en el caso en que el viaje de ida y vuelta cubren la misma distancia (según la observación del gemelo que viaja) pero a velocidades distintas... usando formulaciones de relatividad especial” (1). La conclusión a la que llegan estos autores es que “... cuando se encuentran por segunda vez, Stella [que viaja a una estrella cercana] observa que el reloj de Eartha [que permanece en la Tierra] corre más rápido” (Chandru & Prabhu 2007 7).

En un artículo escrito en coautoría, Grøn y Eriksen diseñan un experimento en el cual dos relojes realizan “movimientos hiperbólicos con velocidades y aceleraciones en direcciones opuestas relativamente a un marco de referencia inercial” (39), cuadro hipotético al que se agrega un “observador que sigue el reloj A [y] puede calcular el tiempo simultáneo del reloj B” (39). Estos investigadores concluyen su artículo del modo siguiente:

Concluimos que el reloj con mayor aceleración mostrará un tiempo propio de viaje menor entre dos eventos dados, o sea que si dos gemelos siguen los relojes, el que tenga más aceleración será más joven que su hermano cuando se encuentren nuevamente (44).

A esto agregan que “si los relojes tienen igual aceleración, como en la versión simétrica de la paradoja de los gemelos {Grøn 1988}, los relojes muestran tiempos de viaje iguales (*equal travelling times*)” (Grøn & Eriksen 1990 41).

En otro artículo relevante, Abramowicz y Bajtlik llegan a una conclusión similar a la de Chandru y Prabhu, es decir que dadas ciertas condiciones, el gemelo que acelera es quien envejece más:

Se afirma con frecuencia que la resolución de la clásica paradoja es que el gemelo que acelera es el más joven al momento de la reunión ... Nosotros cuestionamos esta idea, empezando por describir una situación en la que, como en la versión clásica, uno de los gemelos acelera y el otro no lo hace. De manera muy distinta a como sucede en la versión clásica, el gemelo acelerado es más viejo al momento de reunión (2007 1).

Abramowicz y Bajtlik llegan a la conclusión de que “el gemelo que se mueve más rápido con respecto al estándar global es más joven al momento de reunión, independientemente de la aceleración de los gemelos” (2018 3). En alusión a este estudio, Zyga señala:

Abramowicz y Bajtlik muestran ... que no es la aceleración lo que causa la diferencia de edad en la mayoría de los casos. Presentando un escenario en el que el gemelo acelerado es más viejo al momento de reunión, los científicos muestran que la diferencia final de tiempos entre los gemelos depende generalmente sólo de sus velocidades medidas con respecto a un estándar absoluto de reposo y no de la aceleración (2009 1).

Abramowicz y Bajtlik no son los únicos que afirman esto contra la interpretación clásica, también Shah sostiene en un texto reciente que si bien “las transformaciones de Lorentz no definen cuál gemelo será más joven (únicamente que no pueden tener la misma edad cuando al momento del regreso)...; el gemelo en la nave no puede regresar siendo el más joven” (2019 1).

El argumento principal contra el paradigma corrientemente aceptado [es que] si se asume que el gemelo que viaja será más joven, la velocidad de la luz aparente que mediría sería más veloz que el valor máximo permitido c , que es la velocidad de la luz a través del vacío en un sistema inercial. Esto pone de manifiesto una violación fundamental del límite universal aceptable para la velocidad de cualquier ente ... [E]l gemelo que viaja en la nave, de hecho, será más viejo, en lugar de más joven, y se invierte la relación de envejecimiento que se acepta actualmente (Shah 2019 1).

En otro artículo interesante, Iorio reformula el experimento mental tradicional de los relojes, atribuyendo la aceleración del (reloj) gemelo en la nave a una fuerza finita:

El movimiento *rectilíneo* (en el espacio) de un reloj sobre el cual actúa continuamente una fuerza que, en cierto instante, se revierte desacelerando al reloj hasta que invierte su movimiento, luego lo acelera nuevamente, revierte una vez más su acción y desacelera nuevamente al reloj en movimiento hasta que éste se detiene y se reencuentra con el reloj en reposo (2005 17).

En concordancia con Abramowicz y Bajtlik respecto a que la velocidad es el factor decisivo (no la aceleración), el autor concluye que “el reloj en movimiento siempre queda retrasado en relación al reloj en reposo en una cantidad que depende solo de la velocidad que alcanza el reloj en movimiento cuando la fuerza invierte su acción” (Iorio 2005 18).

Grøn señala correctamente que “la paradoja de los gemelos surge de usar relatividad general en la formulación y solo relatividad especial para calcular el envejecimiento que cada gemelo predice para el otro” (2006 885), cuando en realidad, “en ambos cálculos hay que tomar en cuenta el efecto de la gravedad sobre el tiempo..., por lo que una resolución completa de la paradoja de los gemelos involucra la teoría de la relatividad general” (2006 885).⁶ Plantea que en el campo gravitacional que experimenta “la gemela en la nave” (2006 888) cuando frena para dar la vuelta y regresar, su hermana en la Tierra se encuentra “más arriba que ella en este campo, y envejece más rápido..., efecto [que] es mayor cuanto más fuerte es el campo gravitacional que ella experimenta” (2006 888).

En otro de sus artículos, Grøn (2013) presenta la paradoja de los gemelos en el marco de la relatividad general a partir de tres modelos de espaciotiempo: espacio vacío (libre de masa) de Minkowski, espacio de Schwarzschild y espacio de Kerr. En el espacio de Minkowski, el principio de relatividad general no es válido y por tanto el movimiento acelerado es absoluto. Grøn presta especial atención en su hipótesis a lo que denomina “efecto temporal cósmico” (*cosmic time effect* [2013 8]). “Hemos

⁶ La solución de Einstein, como se verá, va en este sentido, solo que en el experimento que plantea con los relojes, solo uno está sujeto a la influencia de un campo gravitatorio.

considerado la paradoja de los gemelos en un espaciotiempo plano y la conclusión parece ser que el gemelo que acelera cuando se encuentran lejos uno de otro es el más joven cuando se reúnen tras el viaje” (2013 5). La relatividad general plantea que para un reloj en movimiento a lo largo de una geodésica, el tiempo propio (*proper time*) es máximo, comparado con el registro del tiempo de ese reloj en cualquier otra trayectoria hipotética posible. En ese sentido, dice Grøn que “el gemelo que se mueve a lo largo de una curva geodésica entre dos eventos en el espaciotiempo envejece más rápido, es decir, que el gemelo en caída libre envejece más rápido” (2013 5). En un espaciotiempo de Schwarzschild, no obstante, el resultado sería diferente: “Abramowicz y Bajtlik han mostrado que la afirmación respecto a que el gemelo en caída libre envejece más rápido ... no tiene el carácter de verdad general en un espaciotiempo curvo” (2013 5 ss.). Como se verá en la sección siguiente, el experimento de Einstein se basa en dos relojes acelerados, con lo cual difícilmente se puede hablar en términos de “estándar absoluto de reposo” e incluso de un estándar en absoluto, por cuanto considera inclusive en ciertos textos que la velocidad de la luz varía localmente en tanto se curva en presencia de campos gravitatorios.⁷

Cabe mencionar, por último, el estudio de Minguzzi, quien provee una “fórmula simple que conecta la dilatación inercial del tiempo en el viaje de ida y vuelta con la aceleración medida por un observador no-inercial” (2004 1), con la cual el autor busca persuadir sobre la “realidad del efecto de envejecimiento diferencial” (2004 4).

Como se ha señalado, hay una cantidad ingente de trabajos sobre la paradoja de los gemelos. En vez de discutir con base en formulaciones alternativas, escenarios posibles del problema, interesa acá examinar la respuesta que el propio autor de la teoría de la relatividad ofrece en un texto de 1918 poco referido en la literatura secundaria: “Diálogo sobre objeciones contra la teoría de la relatividad”.

⁶ “[La] ley de constancia de la velocidad de la luz en el vacío –que constituye uno de los dos supuestos básicos de la teoría de la relatividad especial– no puede aspirar a validez ilimitada, pues los rayos de luz solamente pueden curvarse si la velocidad de propagación de ésta varía con la posición ... [L]a constancia de la velocidad de la luz, ley que, sin embargo ... la teoría de la relatividad general no puede mantener; llegamos, por el contrario, al resultado de que según aquella [la relatividad general] la velocidad de la luz depende siempre de las coordenadas cuando existe un campo gravitatorio” (Einstein 2004 54-64).

6. LA PARADOJA DE LOS RELOJES GEMELOS: LA SOLUCIÓN DE EINSTEIN

En el aludido “Diálogo sobre objeciones contra la teoría de la relatividad” (en adelante, “Diálogo”), Einstein presenta una versión del experimento de los gemelos y una respuesta a la objeción que acusa la existencia de una presunta paradoja en la teoría de la relatividad. Uno de los interlocutores ficticios del texto, llamado Relativista, formula un experimento mental en el marco de la relatividad *general*. En dicho experimento se observa lo siguiente:

- a. Por un lado, un reloj $R1$ rígidamente ligado al sistema S y, por otro, un reloj $R2$ rígidamente ligado al sistema S' .
- b. El sistema S y el reloj $R1$ son acelerados por un campo gravitatorio homogéneo en el sentido del eje negativo x , en un movimiento de ida y vuelta.
- c. El sistema S' y el reloj $R2$ son acelerados por una fuerza externa desconocida en el sentido del eje x positivo, realizando un movimiento de ida y vuelta.
- d. El reloj que en cada caso se mueve ($R1$ desde la perspectiva de S' , $R2$ desde la perspectiva del sistema S) recorre un trayecto A-B.

Los gráficos que se muestran a continuación exponen más detalladamente este experimento con relojes hipotéticos de idéntica constitución (y que en ese sentido podrían ser considerados “relojes gemelos”). En el gráfico de la izquierda, se observa el movimiento del reloj $R2$ ($U2$ en el gráfico) desde el punto A (origen del sistema de referencia S [K en el gráfico]) hacia B y de regreso al punto A (“*hin und her bewegt*”), donde reposa (“*ruhend*”) el reloj $R1$ ($U1$). El gráfico de la derecha es una imagen de espejo del gráfico de la izquierda. En él se observa al reloj $R2$ ($U2$) en reposo en el origen del sistema de referencia S' (K'). El reloj $R1$ ($U1$) se mueve a lo largo del eje x' negativo (observar cómo cambia el sentido de las flechas en ambos gráficos) y regresa al origen del sistema de referencia, donde reposa $R2$.

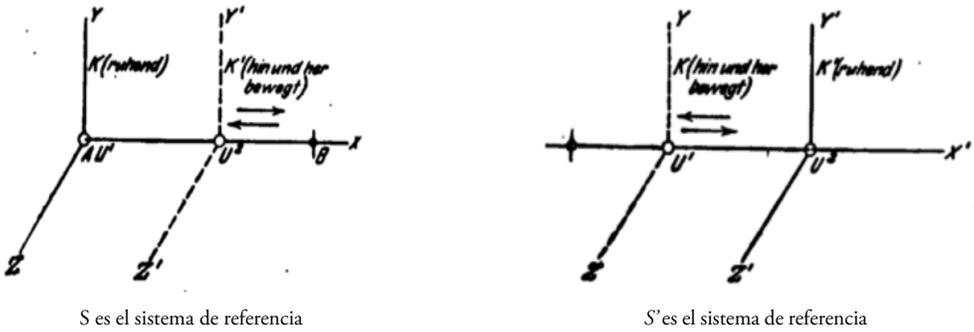


Figura 1.

Fuente. Einstein (1918 698)

El experimento mental de Einstein se despliega en cinco etapas, en cada una de las cuales se describe el movimiento de los relojes alternando el sistema de coordenadas (perspectiva). La fuerza externa y el campo gravitatorio son intermitentes, aparecen en las etapas 1 y 3, y desaparecen en las etapas 2 y 4 (MRU), durante las cuales los relojes se mueven con velocidad constante. Lo fundamental para el análisis del experimento se resume en la siguiente tabla:

Etapas	Perspectiva desde S (en "reposo")	Perspectiva desde S' (en "reposo")
1	R2 acelerado por fuerza (eje x) R1 reposo	R1 acelerado por campo (eje -x) R2 en reposo
2	R2 velocidad constante R1 reposo	R1 velocidad constante R2 reposo
3	R2 acelerado (-x) R1 reposo	R1 acelerado (x) R2 reposo
4	R2 velocidad constante R1 reposo	R1 velocidad constante R2 reposo
5	R2 reposo R1 reposo	R1 reposo R2 reposo

Tabla 1. Tabla ilustrativa de la situación de los relojes R1 y R2 en el experimento mental de "Diálogo"

Fuente. elaboración propia.

Los sistemas de referencia son como imágenes de espejo. Por eso, afirma el personaje Relativista:

[E]n las columnas de izquierda y derecha se describe exactamente el mismo proceso, sólo que la descripción de la izquierda se refiere al sistema S , mientras que la descripción de la derecha se refiere al sistema de coordenadas S' . Según ambas descripciones, al final del proceso considerado el reloj $R2$ se ha retrasado en relación al reloj $R1$ en una cantidad determinada. Desde la perspectiva del sistema de coordenadas S' este comportamiento se explica del siguiente modo: Es cierto que durante las etapas 2 y 4 del proceso el reloj $R1$ se mueve con velocidad v y marcha más lento que el reloj $R2$, que está en reposo. Este retardo, no obstante, queda compensado sobremanera en la etapa 3 del proceso porque entonces el reloj $R1$ mantiene una marcha más veloz. Según la teoría de la relatividad general, un reloj marcha más rápido cuanto mayor es el potencial gravitacional en el lugar en que se encuentra y resulta que durante la etapa 3 del proceso $R2$ se encuentra, de hecho, en un lugar con mayor potencial gravitacional que $R1$. El cálculo da como resultado que la marcha del reloj $R2$ se acelera en una cantidad equivalente al doble en comparación con el retardo correspondiente a las etapas 2 y 4 del proceso. En consideración de esto, la paradoja [*Paradoxon*] que has alegado queda completamente esclarecida (Einstein 1918 698).

A continuación se analizan las tesis principales en esta respuesta a la paradoja.

7. ANÁLISIS EXEGÉTICO DE LA SOLUCIÓN DE EINSTEIN

7.1 DILATACIÓN TEMPORAL POR EFECTO

DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

“Es cierto que durante las etapas 2 y 4 del proceso el reloj $R1$ se mueve con velocidad v y marcha más lento que el reloj $R2$, que está en reposo” (Einstein 1918 698).

Solo se puede afirmar que el reloj $R2$ está en reposo y que $R1$ se mueve con velocidad v si se adopta el sistema S' como marco de referencia. Si se toma S como sistema de referencia, es necesario afirmar que, durante las etapas 2 y 4, el reloj $R2$ se mueve con velocidad v y marcha más lento que el reloj $R1$, que está en reposo. En las etapas indicadas, la velocidad del movimiento relativo de los relojes alcanza uniformidad (tras la aceleración inicial de la etapa 1), de manera que la dilatación del pulso del tiempo correspondiente a dichas instancias se predice con la relatividad especial. No se equivoca Unnikrishnan cuando señala que:

Contrariamente a la mayoría de las versiones de la resolución presente en libros de texto, Einstein admitía que la dilatación temporal de la relatividad especial es simétrica para los gemelos, e invocaba, asimétricamente, la dilatación temporal de tipo gravitacional de la teoría de la relatividad general durante los breves períodos de aceleración para justificar el envejecimiento asimétrico (Unnikrishnan 2009).

7.2 EL CAMPO GRAVITATORIO APARENTE

“En las columnas de izquierda y derecha se describe exactamente el mismo proceso, sólo que la descripción de la izquierda se refiere al sistema S , mientras que la descripción de la derecha se refiere al sistema de coordenadas S' ” (Einstein 1918 698).

Se describe el mismo proceso porque, como se descubre a partir de la objeción final del otro personaje ficticio de “Diálogo” (llamado irónicamente Criticus), no hay realmente un campo gravitatorio actuando sobre los relojes, sino únicamente una fuerza que imprime aceleración al reloj $R2$. Sin embargo, dada la equivalencia entre aceleración y gravedad que postula la relatividad general, sucede que la situación del reloj $R2$ se interpreta desde el sistema S' como si dicha fuerza actuara previniendo la caída libre de $R2$, en “reposo” en el origen del sistema, mientras que $R1$ cae por efecto del campo gravitatorio aparente:

Has resuelto la paradoja apelando a la influencia de un campo gravitatorio relativo a S' que ejerce un dominio sobre los relojes. Pero ¿no es este campo gravitatorio algo meramente fingido (*bloß Fingiertes*)? La elección del sistema de coordenadas simula (*vortäuschen*) su existencia. Pero los campos gravitatorios reales son generados siempre por masas y no se los puede hacer desaparecer simplemente eligiendo un sistema de coordenadas adecuado. ¿Cómo alguien podría creer que un campo meramente ficticio puede tener alguna influencia sobre la marcha de relojes? (Einstein 1918 699).

Todo sucede como si un observador hipotético en reposo relativamente a $R2$ (por lo tanto también a S') razonara, al sentir el tirón provocado por la aceleración, que la fuerza impide su caída libre en el campo gravitatorio, mientras que $R1$ cae libremente. Esta “ficción” es completamente análoga a la que presenta Einstein en el experimento del cajón acelerado (Einstein 2004 50) mediante el cual pone de manifiesto que, en circunstancias como las que describe el experimento mental de “Diálogo”, resulta imposible distinguir un campo gravitatorio real de uno meramente fingido, por ejemplo, por un observador que interpreta el tirón que la fuerza imprime al sistema como si esta previniera su caída libre en el campo gravitatorio. En el experimento aludido, un hombre está dentro de una especie de cajón (como un ascensor o habitación) y un ser –cuya existencia el hombre en el cajón ignora por completo– tira de una cuerda atada al techo del cajón, que entonces se mueve en el vacío con aceleración constante. El hombre siente el tirón que lo empuja en dirección al suelo, percibe su propio peso, hace experimentos con péndulos y llega a la conclusión de que se halla dentro de una habitación en reposo, quizás en un planeta (o que hay un cuerpo masivo en la cercanía), luego también infiere que la causa del comportamiento físico de los objetos que “caen” al suelo y también del tirón es la gravedad.

[E]l hombre [dentro del cajón] llegará a la conclusión de que se halla, junto con el cajón, en el seno de un campo gravitatorio bastante constante. Por un momento se sorprenderá, sin embargo, de que el cajón no caiga en este campo gravitatorio, mas luego descubre el gancho en el centro del techo y la cuerda

tensa sujeta a él e infiere correctamente que el cajón cuelga en dicho campo. ¿Es lícito reírse del hombre y decir que su concepción es un error? Opino que, si queremos ser consecuentes, no podemos hacerlo, debiendo admitir por el contrario que su explicación no atenta contra la razón ni contra las leyes de la mecánica conocidas ... Para el hombre del cajón existe un campo gravitatorio, pese a no existir tal respecto al sistema de coordenadas inicialmente elegido. Diríase entonces que la existencia de un campo gravitatorio es siempre meramente *aparente* (Einstein 2004 50-51).

El paralelismo con el experimento de “Diálogo” se aprecia claramente en este párrafo. En un sistema de referencia la cuerda transmite aceleración al cajón (interpretación de un observador situado fuera del cajón), mientras que en el otro sistema la misma cuerda previene la caída del cajón en el campo gravitatorio, manteniéndolo en un reposo fingido. La situación del hombre dentro del cajón acelerado también es análoga a la del observador en el experimento mental del tren que frena anteriormente considerado (Einstein 2004) y, por extensión, a la situación del gemelo en la nave. El observador en cada uno de estos casos siente un tirón que atribuye a la influencia de un campo (fingido por la elección del sistema de coordenadas, como reprocha Criticus), así como que él es mantenido en reposo por una “fuerza externa” que evita su caída. La ficción –la cuerda previene la caída libre del cajón en el campo– resulta indistinguible de la situación real –un “genio maligno” tira de la cuerda del cajón que se mueve con aceleración constante en el espacio vacío. El principio de equivalencia entre aceleración y gravedad, a la base de la teoría de la relatividad general, lleva a Relativista a concluir que:

... la distinción real-irreal (*real-nichtreal*) no sirve de mucho en este caso. En relación a S’ “existe” un campo gravitatorio en el mismo sentido que cualquier otro objeto físico que pueda ser definido por referencia a un sistema de coordenadas y que, sin embargo, no está presente (*vorhanden*) en relación al sistema S ... Dado el caso especial de que todas las masas tengan la misma dirección y velocidades iguales se puede anular la energía cinética total mediante

la adecuada elección del sistema de coordenadas. Me parece que la analogía es total. En vez de distinguir entre “real” y “no-real” hay que distinguir más rigurosamente las magnitudes que corresponden al sistema físico como tal (independientemente de la elección del sistema de coordenadas) de las magnitudes que dependen del sistema de coordenadas (Einstein 1918 699).

Resulta notable la posición teórica que Einstein deja entrever en este párrafo respecto a la cuestión de la irrealidad o realidad (materialidad)⁸ del tiempo: la relatividad del tiempo simplemente no se puede plantear en términos de esa dicotomía. Cabe recordar que los críticos de la relatividad señalan, mediante la paradoja, que los efectos relativistas (el retraso de los relojes que afecta a todo proceso físico) no son “reales”, por lo que más allá de la discusión sobre qué reloj se retrasa más y cuánto, el argumento de base en “Diálogo” es de carácter ontológico-epistemológico, por cuanto se trata de redefinir lo “real” en concordancia con lo “relativo” y no ya como sinónimo de “absoluto”, o sea, independiente de los sistemas de coordenadas.⁹ Si bien acá no es el lugar apropiado para profundizar en esta cuestión, es oportuno señalar el vínculo entre esta problemática y el problema filosófico de la “aporía del tiempo” que comienza con la pregunta aristotélica por la relación entre tiempo y alma (*Física* Δ, 14) y con la constatación agustiniana del tiempo que el alma encuentra en sí misma y mide (*Confesiones* xi). Esta aporía ha mantenido en vilo el pensar de filósofos del siglo xx de la talla de Bergson, Ricoeur y Heidegger (entre muchos otros) y hoy persiste como una de las preguntas fundamentales del conocimiento humano.¹⁰

⁸ El campo es “fingido” porque no es material, debido a que no es provocado por un cuerpo masivo.

⁹ Sobre la cuestión del realismo en Einstein, véase Howard y Cassirer.

¹⁰ Sobre la “temporalidad” en el sentido filosófico de la *durée* bergsoniana, o el que tiene en el episodio de la magdalena en el texto de Proust (*En busca del tiempo perdido*), es decir, la vivencia subjetiva del tiempo —o incluso la temporalidad en relación al ser-para-la-muerte, la angustia (y el aburrimiento)—, Einstein dice realmente poco y nada: unas palabras sobre el tiempo como “ilusión persistente” en el funeral de Besso, que niegan la muerte o, en cierta forma, afirman la eternidad; por otro lado, un

7.3 EL POTENCIAL GRAVITATORIO COMO CAUSA DE LA ASIMETRÍA

“Un reloj marcha más rápido cuanto mayor es el potencial gravitacional en el lugar en que se encuentra y resulta que durante la etapa 3 del proceso $R2$ se encuentra, de hecho, en un lugar con mayor potencial gravitacional que $R1$ ” (Einstein 1918 698).

El reloj $R2$ está en reposo en el sistema S' y $R1$ en caída libre. El reloj $R2$ sería el que, trasladando el planteamiento a la paradoja de los gemelos, iría en la nave del observador que interpreta el tirón de la fuerza como efecto de la gravedad, así como que en realidad él está en reposo.

A esto agrega el personaje llamado Relativista que el “reloj $R2$ se acelera en una cantidad equivalente al doble en comparación con el retardo correspondiente a las etapas 2 y 4 del proceso”. Dado que claramente $R2$ viene a ser un análogo del gemelo en la nave, la conclusión a la que parece conducir la argumentación de Einstein es que al momento del reencuentro *el gemelo en la nave habrá envejecido más que su hermano*, contrariamente a lo que se plantea en la solución tradicional de la paradoja. Cabe recordar que algunas soluciones alternativas contemporáneas de la paradoja proponen la hipótesis de que el gemelo que viaja en la nave sería el más viejo al momento del reencuentro. Se ha aclarado en la introducción que en este escrito no se pretende determinar cuál de los gemelos envejece más. Solo señalaremos que un análisis completo del cuadro que se ofrece a partir del sistema de referencia S' debería tener en cuenta, además de los efectos relativistas que padecen los relojes en virtud de

chiste (dos horas sentado junto a una bella muchacha parecerían dos minutos, eso es la relatividad) y las famosas palabras en el debate con Bergson: el tiempo metafísico de los filósofos no existe. A riesgo de defraudar a los estudiosos de la “temporalidad”, el autor de este artículo piensa que el nexo entre el tiempo humano y el tiempo cósmico o tiempo de los relojes se encuentra en la paradoja de los gemelos, por cuanto no se trata simplemente de los efectos relativistas en máquinas como relojes, reglas o partículas, sino de humanos que tienen la capacidad de asombrarse ante la maravilla del tiempo, por ejemplo, al constatar que uno es más joven que su hermano gemelo. Una consideración interesante sobre el problema del tiempo en Heidegger y Einstein, se encuentra en Orozco. Sobre el debate entre Bergson y Einstein, un muy buen estudio es Canales. Sin duda, el texto de Bergson es una lectura obligatoria para un abordaje filosófico del problema del tiempo en relatividad.

las diferencias de potencial gravitatorio, el hecho de que $R1$ recorre un trayecto de ida y vuelta desde y hacia el origen de S' , recorriendo una geodésica (línea recta en un espaciotiempo curvo) que hace máximo su tiempo propio (*proper time*) de caída libre.

Por lo que respecta a la ratio de aceleración de $R2$, podemos rastrearla en un texto de 1907:

Si un reloj que da el tiempo local (Ortszeit) se encuentra en un punto P con potencial gravitacional Φ , resulta que ... su registro es $(1 + \Phi/c^2)$ mayor que el tiempo τ , es decir corre $(1 + \Phi/c^2)$ más rápido que un reloj de idéntica constitución situado en el origen del sistema de coordenadas ... [E]l reloj –y, en general, en todo proceso físico– marcha más velozmente cuanto mayor sea el potencial gravitacional del lugar en el cual tiene lugar (Einstein 1907 458).

En un texto de 1911, Einstein concluye tal como en “Diálogo”:

Para medir el tiempo en un lugar que tiene un potencial gravitacional Φ en relación al origen del sistema de coordenadas tendríamos que utilizar un reloj que –colocado en el origen del sistema de coordenadas– marche $(1 + \Phi/c^2)$ veces más lento que el reloj con el que se mide el tiempo en el origen del sistema de coordenadas. Si denominamos c_0 a la velocidad de la luz en el origen del sistema de coordenadas, resulta de lo anterior que la velocidad de la luz c en un lugar con potencial gravitacional Φ viene dada por la ecuación:

$$c = c_0 \left(1 + \frac{\Phi}{c^2} \right)$$

Según esta teoría el principio de la constancia de la velocidad de la luz no vale en el mismo sentido que tiene en la concepción que se ha procurado situar a la base de la teoría de la relatividad habitual (Einstein 1911 906).

CONCLUSIONES

Se ha puesto de manifiesto que la solución de Einstein, a diferencia de la solución tradicional de la paradoja, no se basa en el argumento del tirón, ni en la asimetría de sistemas inerciales y acelerados, o en el carácter absoluto del movimiento acelerado, sino en el argumento del campo gravitatorio aparente que acelera la marcha del reloj R_2 (solución de Einstein), situado en un lugar con mayor potencial gravitacional. Podemos ahora resumir los puntos centrales de discusión en este trabajo:

1. “Paradoja de los gemelos” es una expresión que tiene dos sentidos. Por un lado, alude a una consecuencia peculiar de la teoría de la relatividad: gemelos de edades distintas. Por otro, lo que se podría definir como el sentido propio de la expresión, alude a una contradicción lógica, señalando a la cual se pretendía mostrar un error en la teoría de Einstein y su invalidez como teoría científica: de la relatividad del movimiento y de la simetría de los sistemas de referencia se sigue una consecuencia absurda desde un punto de vista lógico, a saber, que al momento del reencuentro, Pablo (nave) sería *más joven que* Pedro (Tierra) y, *al mismo tiempo*, Pedro *más joven que* Pablo.
2. Contra el planteamiento de la paradoja, los defensores de la solución tradicional sostienen que no es más que un pseudoproblema, el cual nace de una interpretación errónea de la teoría de la relatividad especial. Según esta explicación, no se da ninguna paradoja porque los sistemas de referencia de la Tierra y la nave no están en pie de igualdad. No hay simetría, ya que uno de los sistemas es acelerado (la nave) y el otro no. Los sistemas no están en pie de igualdad, así que no se puede tomar la nave como sistema en “reposo” relativamente a la Tierra, con lo cual no surge la paradoja. La idea es que *en realidad*, la nave se mueve relativamente a la Tierra. El gemelo en el sistema acelerado, o sea la nave, no estaría autorizado (por las leyes de la naturaleza) a tomar su sistema de referencia como si estuviera en reposo para poder invertir la perspecti-

- va. La solución clásica y más difundida de la paradoja de los gemelos se basa en el argumento del tirón: únicamente el gemelo en la nave siente la atracción gravitacional, lo cual le da una pauta absoluta de su movimiento. Tanto él como el gemelo en la Tierra llegan a la misma conclusión acerca de quién está envejeciendo más lentamente en realidad: al momento del reencuentro, el viajero de la nave será más joven.
3. En diversos textos de Einstein se observa que este solo utiliza el argumento del tirón como un recurso dialéctico para introducir posteriormente el contraargumento del campo gravitatorio aparente, según el cual, el gemelo en la nave no está obligado a interpretar el tirón hacia delante como efecto de un frenazo (o hacia atrás, cuando la nave despega, como aceleración); con todo derecho (amparado por las leyes naturales), podría atribuir el tirón a la aparición repentina de un campo gravitatorio e interpretar que la nave es mantenida en reposo por una fuerza externa, así como que el gemelo en la Tierra está en caída libre en ese campo. Si los relojes midieran el tiempo de modo diferente cuando son acelerados por una fuerza externa que cuando la causa de aceleración es un campo gravitatorio, entonces un observador (el gemelo en la nave, por ejemplo) podría valerse de esas mediciones para saber con toda certeza si él se está moviendo o no (descubrir la causa del tirón). Como no es posible, el observador en la nave está autorizado a interpretar el tirón de la nave que frena como atracción gravitatoria y así también que la nave está en reposo.
 4. La solución de Einstein de la paradoja de los gemelos se encuentra en un texto de 1918 poco referido en la literatura secundaria: “Diálogo acerca de objeciones contra la teoría de la relatividad”. Einstein afirma allí que uno de los relojes queda retrasado, sea cual sea el sistema que se tome como marco de referencia. No hay paradoja. En este trabajo se ha intentado poner de manifiesto que la conclusión más coherente con el planteamiento general en el texto referido y otros del período en torno a la formulación de la relatividad general es que el reloj análogo al

gemelo en la nave ($R2$) “envejece más rápido” (para decirlo metafóricamente). Esta conclusión puede resultar desconcertante pues contradice la predicción de la solución clásica y también varias de las soluciones alternativas más actuales, si bien no a todas ellas, como se ha visto.¹¹

TRABAJOS CITADOS

- Abramowicz, Marek A. y Bajtlik, Stanislaw. “Adding to the Paradox: the Accelerated Twin is Older”. *Physics - Classical Physics* 19.10 (2018): 1-3. <arXiv:0905.2428>.
- Bergson, Henri. *Duración y simultaneidad (a propósito de la teoría de Einstein)*. Buenos Aires: Ediciones del Signo, 2005.
- Canales, Jimena. *The Physicist and the Philosopher. Einstein and Bergson and the Debate that Changed our Understanding of Time*. New Jersey y Oxfordshire: Princeton University Press, 2015.
- Cassirer, Ernst. *Zur einsteinschen Relativitätstheorie*. Hamburg: Felix Meiner Verlag, 2001.
- Chandru, Iyer y Prabhu, Gurpur. “A Variation of the Clock Paradox and a Distinguishing Feature of an Inertial Frame”. *Journal of Physics and Natural Sciences* 1.1 (2007): 1-8. <<https://arxiv.org/pdf/0809.4465v1.pdf>>.

¹¹ Es cierto que Abramowicz y Bajtlik plantean, como se ha visto, que el gemelo acelerado es más viejo al momento de la reunión. Sin embargo, el experimento mental no parte de la base de dos relojes acelerados, sino que “como en la versión clásica, uno de los gemelos acelera y el otro no lo hace” (Abramowicz & Bajtlik 2018 1). Por otro lado, la diferencia entre el planteamiento de Einstein y el de Shah es que este último aduce una violación del principio de constancia de la velocidad de la luz en la solución tradicional (según la cual el gemelo que va en la nave regresa más joven), cuando dicho principio, como se ha visto a partir de los textos de Einstein, no tiene validez en relatividad general, dado que c varía en función del potencial gravitacional según la ecuación que figura en el acápite 7.3 del presente trabajo.

- Einstein, Albert. "Zur Elektrodynamik bewegter Körper". *Annalen der Physik* 17 (1905): 891-921.
- _____. "Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen". *Jahrbuch für Radiaktivität und Elektronik* 4 (1907): 411-462.
- _____. "Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes". *Jahrbuch für Radioaktivität und Elektronik* 4 (1911): 898-908.
- _____. "Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie". *Annalen der Physik* 49 (1916): 769-822.
- _____. "Dialog über Einwände gegen die Relativitätstheorie". *Die Naturwissenschaften* 48 (1918): 697-702.
- _____. *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*. Madrid: Alianza, 2004.
- Feynman, Richard. *Física I. Volumen, radiación y calor*. México D. F.: Addison Wesley & Longman Iberoamericana, 1998.
- Grøn, Øyvind y Eriksen, Erik. "Relativistic Dynamics in Uniformly Accelerated Reference Frames with Application to the Clock Paradox". *European Journal of Physics* 11.1 (1990): 39-44. <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0143-0807/11/1/007>>.
- Grøn, Øyvind. "The Twin Paradox in the Theory of Relativity". *European Journal of Physics* 27.4 (2006): 885-889.
- _____. "Relativistic Resolutions of the Twin Paradox". *Current Science* 92.4 (2007): 416-418.
- _____. "The Twin Paradox and the Principle of Relativity". *Physica Scripta* 87.3 (2013): <<https://arxiv.org/pdf/1002.4154.pdf>>.
- Hafele, Joseph C. y Richard E. Keating. "Around the World Atomic Clocks: Predicted Relativistic Time Gains". *Science (New Series)* 177.4044 (1972): 166-168. <<https://doi.org/10.1126/science.177.4044.166>>.
- Howard, Don. "Was Einstein Really a Realist?". *Perspectives on Science* 1.1 (1974): 204-251.
- Iorio, Lorenzo. "An Analytical Treatment of the Clock Paradox in the Framework of the Special and General Theories of Relativity". *Foundation of Physics Letters* 18.1 (2005): 1-19. <[arXiv:physics/0405038v5](https://arxiv.org/abs/physics/0405038v5)>.
- Langevin, Paul. "L'évolution de l'espace et du temps". *Scientia* 10.1 (1911): 31-54.

- Laue, Max von. "Zwei Einwände gegen die Relativitätstheorie und ihre Widerlegung". *Physikalische Zeitschrift* 13.1 (1912): 118-120.
- Low, R. J. "An Acceleration-Free Version of the Clock Paradox". *European Journal of Physics* 11.1 (1990): 25-27.
- Maudlin, Tim. *Filosofía de la física. I. El espacio y el tiempo*. México: Fondo de Cultura Económica, 2014.
- Max-Planck-Gesellschaft ©. *Gravitational Waves Detected 100 years After Einstein's Prediction*, 2016. <<https://www.mpg.de/9953360/gravitational-waves-detected>>.
- Minguzzi, Ettore. "Differential Aging from Acceleration, an Explicit Formula". *American Journal of Physics* 73.9 (2004): 1-5. <<https://arxiv.org/pdf/physics/0411233.pdf>>.
- Newton-Smith, William. *The Structure of Time*. London: Routledge & Kegan Paul, 1984.
- Norton, John. "Spacetime, Tachyons, Twins and Clocks". *Einstein for Everyone*, 2018. <http://www.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/chapters/spacetime_tachyon/index.html>.
- Orozco, Edward. "Heidegger y Einstein: relación en torno al tiempo". *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 17.35 (2017): 65-89. <<https://doi.org/10.18270/rcfc.v17i35.2330>>.
- Shah, Manhar L. "Special Relativity: Resolving the Twin Paradox While Proving the Traveling Twin Cannot Be Younger". *International Journal of Theoretical and Mathematical Physics* 9.2 (2019): 55-61. <<https://doi.org/10.5923/j.ijtmp.20190902.06>>.
- Shuler, Robert L. Jr. "The Twins Clock Paradox History and Perspectives". *Journal of Modern Physics* 5.1 (2014): 1062-1078. <<http://www.scirp.org/journal/jmp> <http://dx.doi.org/10.4236/jmp.2014.512108>>.
- Tipler, Paul y Llewellyn, Ralph. *Modern Physics*. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.
- Unnikrishnan, C. S. "On Einstein's Resolution of the Twin Clock Paradox". *Current Science* 89.12 (2005): 2009-2015.
- Zyga, Lisa. "In the Twin Paradox Twist, the Accelerated Twin is Older". *Physics.org* (2009): 1-3. <<https://phys.org/news/2009-06-twin-paradox-older.html>>.

SOBRE EL ESTATUS ONTOLÓGICO DEL ESPACIOTIEMPO. UNA RESPUESTA AL REALISMO ESTRUCTURAL*

ON THE ONTOLOGICAL STATUS OF SPACETIME. A RESPONSE TO STRUCTURAL REALISM

GILBERTO CASTREJÓN

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
Unidad Legaria Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México.

gcastrejon@ipn.mx

RESUMEN

El problema del realismo sobre el espaciotiempo gira en torno de si es una substancia o una relación entre substancias. Para el realismo estructural óntico, “el espaciotiempo es una estructura real encarnada en el mundo”, donde la preeminencia la tiene la estructura matemática, de aquí su estatus ontológico. En este artículo configuro una respuesta a dicho realismo estructural, argumentando que la idea de una “metafísica de estructuras”, que da primacía ontológica a las estructuras por sobre los objetos, no logra evitar los inconvenientes de algunos aspectos básicos del realismo tradicional sobre el espaciotiempo.

Palabras clave: realismo estructural; relatividad general; espaciotiempo; substancialismo; relacionismo.

* Este artículo se debe citar: Castrejón, Gilberto. “Sobre el estatus ontológico del espaciotiempo. Una respuesta al realismo estructural”. *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 43-84. <https://doi.org/10.18270/rfvc.v19i39.2803>

ABSTRACT

The classic solution of the twin paradox is based on the idea that there is an asymmetry between accelerated and inertial systems of reference. This traditional solution points out that only the twin on the spaceship experiences the relativistic effects and therefore ages less during his space trip than his brother on Earth. In this paper we offer an exegesis of Einstein's own solution, which is not only different, but also provides reasons to ask whether he actually thought that the twin in the spaceship ages slower.

Keywords: structural realism; general relativity; spacetime; substantialism; relacionism.

1. INTRODUCCIÓN

El llamado realismo estructural óptico¹ (REO) (French & Ladyman 2003; Ladyman 1998; Ladyman et ál. 2007) postula que la ontología del mundo está dada por las estructuras. En este sentido, apuesta por una “metafísica de estructuras” en lugar de una “metafísica de objetos”. Muchas han sido las críticas que desde distintos frentes se le han hecho, sobre todo a la versión más radical del REO (Bueno 2010; Calvo Vélez 2006; Cao 2003; Chakravartty 2003; Lam & Wüthrich 2015; Madrid-Casado 2009; Psillos 1995, 2001; Rivadulla 2010; Van Fraassen 2006),² específicamente

¹ Desde que Worrall (1989) introdujo el realismo estructural como una respuesta al problema de la metainducción pesimista y el argumento del no milagro, dicha postura realista ha atraído una enorme atención. El autor proclamaba un realismo estructural epistémico, según el cual en la ciencia lo que perdura son las estructuras, y puede que no sea posible conocer ciertas entidades teóricas que las teorías científicas postulan.

² En general, existen dos versiones del REO, la radical y la moderada. Las tesis de la versión moderada se deben sobre todo a los trabajos de Dorato (2000, 2008) y Ensfield & Lam (2008). El primero defiende que el espaciotiempo es una “estructura ejemplificada” como una forma de relacionismo; los segundos consideran el espaciotiempo como estructura y los objetos ocupan el mismo estatus ontológico. Los argumentos que aquí defiendo van más encaminados a hacer una crítica a la versión radical del REO (Bain 2006, 2013; French & Ladyman; Ladyman et ál.2007).

en dos de sus premisas básicas: la insistencia en que “las estructuras son lo único que hay”, y por tanto, los objetos no poseen preeminencia ontológica; y en que la naturaleza de dichas estructuras resulta ser meramente matemática. En conjunción con estos aspectos, la tesis radical del REO respecto al problema del realismo sobre el espaciotiempo puede resumirse en las palabras de uno de sus más prominentes defensores:

Por tanto, como una forma de realismo con respecto al espaciotiempo, el estructuralismo del espaciotiempo puede ser caracterizado por lo siguiente: (a) No es un substancialismo. No es un compromiso con los puntos espaciotemporales. (b) No es un relacionismo. No adopta una actitud antirrealista hacia el espaciotiempo. (c) Más bien, éste afirma que el espaciotiempo es una estructura real encarnada en el mundo (Bain 2006 64).

Atendiendo a lo anterior, el REO está inspirado en dos características de la física moderna: 1) los fundamentos de la mecánica cuántica, en cuanto a que la noción de “objeto individual” deja de tener sentido (French & Ladyman 2003; Ladyman 2007; Ladyman et ál. 2007); por lo que respecto al realismo del espaciotiempo no puede hablarse de una identidad e individualidad de los puntos espaciotemporales, y 2) el carácter matemático formal que ha adquirido la física, según el cual las estructuras matemáticas pueden aprovecharse para sustentar las tesis del REO, en conjunción con el carácter contradictorio de lo que podría entenderse por “objeto físico” (Bain 2006, 2013; Ladyman et ál. 2007; Tegmark 2008), lo que implicaría concebir al espaciotiempo como una “estructura física” cuyo carácter es matemático.

Tradicionalmente en el contexto de la teoría general de la relatividad (TGR), el realismo sobre el espaciotiempo gira en torno de dos posturas: *substancialismo*: “El espaciotiempo es una sustancia” y *relacionismo*: “El espaciotiempo es una relación entre sustancias”. Asimismo, el problema estriba en identificar qué clase de entidad es el espaciotiempo, cuál es su estatus ontológico, ¿es una entidad que existe independientemente de los objetos?

La estrategia de este artículo consiste en configurar una respuesta a algunas de las tesis del REO sobre el problema del realismo del espaciotiempo, de aquí el énfasis

en su estatus ontológico. En la segunda sección establezco las coordenadas de análisis del debate entre substancialistas y relacionistas; en la siguiente, desde la perspectiva de algunos de los defensores del REO, analizo cómo estos tratan el problema del realismo sobre el espaciotiempo; en la cuarta sección, presento algunos argumentos contra dichas posturas; en las conclusiones, complemento la respuesta al REO, en términos de que sus argumentos no resuelven suficientemente los inconvenientes que surgen desde el debate entre substancialistas y relacionistas.

Uno de los puntos medulares de mi argumento es que algunos defensores del REO no distinguen claramente entre un realismo de estructuras (propriadamente matemáticas) y un realismo de entidades (de carácter físico), lo que no permite avanzar satisfactoriamente acerca de cuál es el estatus ontológico del espaciotiempo. También señalo que desde ciertos aspectos formales, vinculados a lo que se ha denominado “realismo semántico”, le surgen al REO varios problemas al no poder explicar el “isomorfismo entre los fenómenos físicos y las estructuras matemáticas”. Finalmente, identifiqué el problema de si se puede ser realista postulando una “nueva metafísica” en la ciencia, que deja a un lado el fisicalismo, donde la primacía la tienen los objetos, la materia, dando paso a “una primacía de las estructuras”.

2. EL REALISMO SOBRE EL ESPACIOTIEMPO: SUBSTANCIALISTAS VS. RELACIONISTAS

La TGR puede caracterizarse en términos de modelos de espaciotiempo (Earman & Norton 1987). Un modelo corresponde a una variedad diferenciable³ M pseudo-riemanniana⁴ de dimensión 4, junto con objetos geométricos $g_{\mu\nu}$ y $T_{\mu\nu}$ definidos en

³ Una *variedad diferenciable* es una variedad topológica (variedad de Riemann) en la que pueden extenderse las nociones del cálculo diferencial, definidas en espacios euclidianos. En la variedad diferenciable pueden definirse funciones diferenciables y campos de tensores diferenciables.

⁴ Una *variedad riemanniana* corresponde a una generalización del espacio euclidiano, en la cual se generaliza la métrica, por ejemplo, R^2 , el plano, es una variedad diferenciable.

cada punto de la variedad: $\langle M, g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu} \rangle$; tal que M posee una estructura intrínseca, $g_{\mu\nu}$ es el tensor métrico y $T_{\mu\nu}$ el tensor de energía-momento, que contiene la información sobre la presencia de masa y energía en cada punto de la variedad. Tales objetos, definidos sobre M , permiten representar las propiedades (dinámicas) y relacionales de los puntos (Rickles 2008). Según lo anterior, la variedad M representa los puntos del espaciotiempo con propiedades y relaciones absolutas, determinadas por la estructura topológica y diferencial de dicha variedad. Asimismo, un modelo de espaciotiempo corresponde a soluciones de las ecuaciones de campo de Einstein:⁵ $G_{\mu\nu} = kT_{\mu\nu}$, donde $G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R$ es el llamado tensor de Einstein, $R_{\mu\nu}$ es el tensor de curvatura de Ricci y R es la curvatura escalar. Además, si $\langle M, g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu} \rangle$ es un modelo, y d es un difeomorfismo,⁶ entonces $\langle M, d^*g_{\mu\nu}, d^*T_{\mu\nu} \rangle$ también es un modelo de espaciotiempo, y ambos modelos deben ser equivalentes, es decir, representan la misma situación física.

Ahora bien, respecto al problema del realismo sobre el espaciotiempo se tienen dos respuestas (Dieks 2006, 2008; DiSalle 2008; Dorato 2008; Earman 1989; Friedman 1987; Huggett; Sklar 1977). Estas respuestas, substancialismo y relacionismo, se desarrollan en las secciones siguientes.

2.1 SUBSTANCIALISMO

Una postura substancialista considera que el espaciotiempo es una clase de objeto que *podría*, en consistencia con las leyes de la naturaleza, existir independientemente.

⁵ En la versión de las ecuaciones de campo que involucra lo que se conoce como “constante cosmológica”: Λ , en el lado izquierdo de las ecuaciones, se suma el término: $\Lambda g_{\mu\nu}$. La constante cosmológica fue incluida por Einstein, con la finalidad de obtener una solución de las ecuaciones de campo que diera un universo estático.

⁶ Un difeomorfismo es una aplicación de M a M , tal que posee una aplicación inversa, y ambas aplicaciones son diferenciables. $d: M \rightarrow M$

te de las cosas materiales: se describe con propiedades intrínsecas, por encima de las propiedades de las cosas materiales que podrían ocupar partes de este. En tal concepción, el espaciotiempo tendría su significación específica como parte de la “ontología primitiva”⁷ de la TGR. En esta teoría, los objetos geométricos básicos, de los cuales puede predicarse existencia, serían: la variedad diferenciable M (conjunto de puntos con una estructura topológica y diferencial), el campo gravitacional (representado por el tensor métrico $g_{\mu\nu}$), y el tensor de energía-momento $T_{\mu\nu}$.

Según Carl Hofer (1996), se debe aceptar un substancialismo de la variedad más el campo métrico $M + g_{\mu\nu}$, puesto que la variedad M no es suficiente para distinguir entre direcciones espaciales y temporales, dado que solo es una estructura topológica sin propiedades geométricas esenciales para entender el concepto de espaciotiempo, y propiedades como identificar relaciones: “antes de”, “simultáneo a” y “después de” (Romero 2013). Así, Hofer propugna que se debe aceptar que el campo métrico sería el que mejor representa al espaciotiempo.

Robert Rynasiewicz (1996) afirma que con la llegada de las “teorías de campos”, específicamente lo que el autor llama la “visión electromagnética de la naturaleza”, puede considerarse la TGR como una “teoría de campos”, con lo que resultaría poco consistente distinguir entre “contenedor” y “contenido”. Como Dean Rickles (2008) menciona, en el substancialismo debe haber “una clara distinción entre ‘ma-

⁷ Puede entenderse por ontología primitiva (Allori 2013) el que toda teoría física fundamental tiene una estructura común. Para el caso de la TGR, esta estaría definida por:

- Un acuerdo con el mundo (imagen manifiesta), el cual parece ser constituido por objetos macroscópicos tridimensionales con propiedades bien definidas.
- El conjunto de objetos, de la ontología primitiva de la teoría, vive en un espacio o en el espaciotiempo. Las historias, a través del tiempo, de estos objetos, proveen una imagen del mundo acorde a la teoría.
- El formalismo de la teoría contiene variables primitivas para describir la ontología primitiva y variables no primitivas, que matemáticamente implementan cómo se envuelven en el tiempo las variables primitivas.
- Las propiedades de los objetos macroscópicos se siguen de un claro esquema explicativo en términos de la ontología primitiva.

teria' y 'espaciotiempo' ”, lo que implicaría decidir por una “prioridad ontológica” de la materia o del espaciotiempo. Para un substancialista, la prioridad la tiene el espaciotiempo, independientemente de concebirlo como “contenedor” o como el campo gravitacional (tensor métrico). De esto último, Rynasiewicz deduce que si algún substancialista considerara el campo métrico como representando al espaciotiempo, dicho campo métrico no admite definitivamente una interpretación como contenedor o contenido, ni como “estructura sustantiva” ni como “estructura relativa”.

Por su parte, Carl Hoefer (1996) piensa que el substancialismo podría tener significación si se centrara más alrededor del estatus ontológico del campo métrico, debido a la naturaleza dinámica de este en el ámbito de la TGR. Esto se relaciona con postular un substancialismo del campo métrico, referido directamente a las ecuaciones de campo, y considerar que tal “campo métrico puede existir sin materia”.

Cabe señalar que concebir el espaciotiempo como campo métrico nos conduciría a sostener que quizá los campos podrían interpretarse como que definen ciertas propiedades de la variedad diferenciable M . Dado que “un objeto geométrico campo” sobre M es una correspondencia F que le asigna a cada punto p de M con coordenadas X_i ($i = 0, 1, 2, 3$), una cuádrupla de números reales F_p , por lo que resulta factible definir un substancialismo de tipo $M + g_{\mu\nu}$ (Maudlin 1989; Stachel 1993). Siendo así, una cuestión que surgiría aquí tiene que ver con la existencia e identidad de los puntos espaciotemporales, es decir: ¿estos existen o son solo “etiquetas” de los eventos o fenómenos? Esta última interpretación de la TGR es la que el REO retoma como básica para argumentar contra la existencia del espaciotiempo en términos substancialistas, en favor del espaciotiempo como estructura, negando a su vez la identidad e individualidad de los puntos espaciotemporales.

El substancialismo se considera como una preferente interpretación realista, la cual presupone una estructura geométrica, que es natural interpretar como primitiva y como físicamente instanciada en una entidad ontológicamente independiente de la materia, el espaciotiempo (Pooley 2013). De aquí que el espaciotiempo, definido por la variedad diferenciable M , tendría su significación específica como parte de la “ontología primitiva” de la TGR. Sería, por tanto, una estructura topológica de dimensión 4, y a su vez, una “substancia física”. El substancialista acepta la existencia de la

materia y los campos, los cuales son ontológicamente distintos al espaciotiempo, sea este entendido como el campo métrico o como la variedad (o acaso como $M + g_{\mu\nu}$).

Así, un substancialista postula una estructura geométrica del espaciotiempo (aunque más bien como su representación); además de asignar identidad física a los puntos espaciotemporales, debe negar el “argumento del agujero”⁸ (Earman & Norton 1987) y de cierta forma darle un cierto sentido óntico a la geometría (Friedman 1987; Maudlin 2014). En esta interpretación, los cuerpos se mueven describiendo una geodésica, la cual se debe a la presencia de materia-energía, que constriñe al espaciotiempo a curvarse, por lo que existen a su vez ciertos objetos geométricos como el tensor métrico o el tensor de energía-momento, cuyo estatus ontológico sería distinto al del espaciotiempo.

2.2 RELACIONISMO

Una postura relacionista plantea que el espaciotiempo no goza de una existencia propia; lo que hay son relaciones entre objetos materiales y “los posibles patrones de las relaciones espaciotemporales entre ellos” (Rovelli 2008). Afirmar que el espacio o el espaciotiempo es una relación significaría que el mundo consiste enteramente de objetos físicos, los cuales tendrían la propiedad de estar o no en contacto unos con

⁸ El “argumento del agujero” se refiere a que para un modelo de relatividad general $\langle M, g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu} \rangle$ existe un difeomorfismo d^* (del “agujero”) y una región $D \in M$ donde $d^*: M \rightarrow M$, y tal que d^* sobre D es una aplicación de identidad “afuera y sobre la frontera de D ”, pero no “adentro”. Del resultado anterior, ya visto por Einstein, se ha interpretado que si se acepta un substancialismo (identidad de los puntos espaciotemporales), entonces debe aceptarse un indeterminismo en la TGR (Earman & Norton 1987). Formalmente, debe haber una correspondencia 1-1 entre el difeomorfismo sobre M y la transformación de coordenadas en un sistema coordinado particular de M , es decir, el difeomorfismo mapea un punto p en un punto d^*p . Basta señalar que los inconvenientes del “argumento del agujero” tienen que ver con las posibilidades empíricas de sus consecuencias, debido al indeterminismo en la “región Hole”: D .

otros, por lo que el espacio (o el espaciotiempo) sería este “estar en contacto”. Para el relacionista, no existe el espaciotiempo como una entidad independiente de la materia, más bien, “la presencia de materia permite que emerjan el espacio y el tiempo a partir de cómo se ubica dicha materia” (Montesinos 2007 69).

Parafraseando a Poincaré (1952), solo tenemos noción de las relaciones entre estos objetos reales, las cuales son la única realidad que podemos alcanzar. Para un relacionista, el espaciotiempo debe ser definido a través de la materia, por lo que la prioridad ontológica la tendría esta. Así, un relacionista como Carlo Rovelli afirma:

Por tres siglos, el espacio ha sido considerado como la entidad preferida con respecto a la cual todas las demás entidades son localizadas. En los siglos xx y xxi y con la relatividad general hemos aprendido que no es necesario este marco para en su lugar guardar realidad. La realidad guarda en sí misma su lugar. Los objetos interactúan con otros objetos, y esto es la realidad. La realidad es la red de estas interacciones. No necesitamos una entidad externa para sostener esta red. No necesitamos al espacio para sostener el universo (2008 32).

En este sentido, para el relacionista, lo único fundamental serían la materia y los campos, como el campo gravitacional. En esta interpretación, los cuerpos se mueven por la interacción propiamente de dos campos, el campo gravitacional y el tensor de energía-momento. Esto es:

La relatividad general está basada en la observación de que todo lo que existe en el universo son campos de materia, independientemente de la manifestación concreta de estos campos. No existe “espacio” ni “tiempo” *a priori*, i.e., sin la presencia de materia. La materia da origen, por decirlo así, a las nociones de tiempo y espacio. Los campos de materia no existen en el “espacio” y “tiempo”, sino que la existencia objetiva de ésta genera tales nociones. El aspecto fundamental es simplemente la existencia de la materia. La variedad y las coordenadas, que etiquetan los puntos de ésta, son sólo herramientas auxiliares en la descripción de los fenómenos físicos, y deben ser eliminados cuando se

requiera hacer predicciones de la teoría compatibles con la covarianza bajo difeomorfismos de la relatividad general (Montesinos 2007 69).

El debate sobre el realismo del espaciotiempo deja claro que dentro del marco epistémico de la TGR conviven distintas concepciones ontológicas, cada una con su muy particular manera de concebir al espaciotiempo. El punto que me interesa señalar aquí es que, desde una postura realista, si se afirma que “una teoría representa al mundo”, como se cree lo es la TGR, de ahí se podrían obtener elementos para afirmar la existencia y naturaleza de las entidades que postula, pero tales entidades deberían estar libres de controversias. A este tenor, el REO parece tener una respuesta a dicho problema (sección 3), la cual considero que no logra del todo librar algunos de los inconvenientes que surgen del debate presentado (sección 4).

2.3 ALGUNOS INCONVENIENTES DEL DEBATE ENTRE SUBSTANCIALISTAS Y RELACIONISTAS DEL ESPACIOTIEMPO

Aquí pretendo plantear ciertos problemas todavía no resueltos que ambas posturas presentan, considerando que estos resultan ser suficientes, como complemento, para configurar una respuesta a la postura del REO sobre el espaciotiempo.

1. Si en el enfoque substancialista, M , la variedad diferenciable, es el espaciotiempo, entonces, ¿se le otorga “realidad física” a una estructura matemática, es decir, un sentido óntico?; desde esta perspectiva, ¿el espaciotiempo existe como un conjunto de puntos con propiedades de una estructura matemática o de una estructura física?; ¿ M existe como entidad física o como entidad matemática?
2. Si desde el substancialismo del campo métrico $(M + g_{\mu\nu})$, $g_{\mu\nu}$ representa al campo gravitacional y, a su vez, este corresponde al espaciotiempo, ¿no es acaso un objeto geométrico que se especifica para cada punto o región, y por algo, se debe, en cierto sentido, aceptar la existencia de los puntos espaciotemporales?

3. Para una postura relacionista, la solución de las ecuaciones de campo en el vacío⁹ representa un dilema, puesto que parecería implicar que el espaciotiempo existe, y posee una estructura y propiedades, independientemente de la presencia de materia. Una solución a las ecuaciones de campo para este caso es el espaciotiempo de Minkowski de la relatividad especial, aunque no es la única solución.
4. Sea en una o en otra postura, dado que precisamente recurren a una representación geométrica, de aquí, ¿los puntos espaciotemporales poseen hecceidad?¹⁰
5. Dado que ambos enfoques tienen como base formal las ecuaciones de campo, ¿en qué sentido un modelo de espaciotiempo representa literalmente al espaciotiempo físico?, ¿la única condición es el isomorfismo¹¹ entre la estructura física y la estructura matemática?, ¿no surge con esto un problema de cardinalidad¹² entre una estructura matemática y una estructura física?
6. ¿Cómo explica cada uno de estos realismos lo que es un “evento en el espaciotiempo”? Si es entendido este último como “algo que sucede y se representa” en la variedad diferencial M , entonces, ¿un evento solo es un “etiquetado” de cierto fenómeno? o ¿este es una representación literal?
7. Si se es un substancialista sobre el espaciotiempo, se debe explicar qué tipo de substancia es, ya que la explicación geométrica no resuelve completamente la cuestión. Cabría incluso aquí la pregunta: ¿qué tipo de

⁹ Si hay ausencia de materia, las ecuaciones de campo son: $R_{\mu\nu} - (1/2)g_{\mu\nu}R = 0$. Esta nulidad no implica que el espaciotiempo pueda ser plano; en el vacío (ausencia de materia), el tensor de curvatura de Ricci es cero en todas partes, es decir, todas sus componentes son cero. Lo que sí podría implicar que el espaciotiempo sea plano es que todas las componentes del tensor de Riemann sean cero.

¹⁰ Esencia, lo que hace que una entidad posea propiedades. Asimismo, define identidad e individualidad.

¹¹ En términos generales, un isomorfismo es una función biyectiva $f: B \rightarrow C$ entre dos conjuntos. Es biyectiva porque a cada elemento x de B le corresponde solo un elemento y de C . Pretende captar la idea de que ambos conjuntos tienen la misma estructura.

¹² La *cardinalidad* de un conjunto se refiere al número de elementos que este contiene.

relación física existe entre el espaciotiempo y la materia?, ¿dicha relación es de tipo causal?

8. Preguntar sobre si existe el espaciotiempo es a su vez separar la pregunta entre (a) si existe únicamente como estructura matemática y (b) si existe únicamente como entidad física. ¿Cuál de las dos posturas realistas configura una mejor respuesta a la cuestión?
9. En cualquier postura realista, hay que apelar a regiones, conjuntos de puntos, etc., por tanto, dichas interpretaciones no quedan exentas de responder al “argumento del agujero”. Con respecto a este último, el caso de la postura substancialista ha sido tratado por Earman y Norton (1987), quienes proponen que si se acepta el substancialismo de la variedad, se niega a su vez el determinismo. Un autor como Tim Maudlin (2014) considera que el argumento no tiene que ver con aspectos empíricos, pues solo habla de una situación posible. Lo mismo afirma Jeremy Butterfield (1989), al plantear que el argumento solo se refiere a “meras representaciones matemáticas”, pero, ¿acaso no debe haber una consistencia del principio de covarianza¹³ para modelos de la teoría? Esto último tiene que ver que un aspecto sustantivo de los modelos de espaciotiempo (sección 4.1).
10. Si la idea de una entidad espaciotiempo, de carácter dinámico, no es más que una manera bastante fértil para representar y explicar ciertos fenómenos, y su poder explicativo es por demás evidente, ¿hace falta especular sobre su existencia, sobre si es o no un ente del mundo, y

¹³ Las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas de referencia, ya sea inerciales o en presencia de gravedad. Todos los sistemas de referencia son indistinguibles y equivalentes. Sobre este principio el mismo Einstein afirmaba: “*Las leyes generales de la naturaleza deben expresarse por ecuaciones que sean válidas para todos los sistemas de coordenadas. Es decir, sean covariantes con respecto a cualesquiera sustituciones (generalmente covariantes)*” (Einstein 2005 441).

predicar cierta naturaleza de este, ya sea substancial o relacional? Surge aquí la idea de entender al espaciotiempo solo como una entidad de carácter heurístico en el marco epistémico de la TGR, lo que podría apoyar el enfoque relacionista. ¿Cómo juega lo anterior, ya sea a favor o en contra, respecto del REO del espaciotiempo?

3. EL ESPACIOTIEMPO EN EL REALISMO ESTRUCTURAL ÓNTICO

Quisiera comenzar con una anécdota de Ian Hacking, presentada en su ya clásico texto *Representar e intervenir*, sobre cómo se convenció de la existencia de los electrones. El autor se refiere a un experimento de física de partículas, basado en el experimento de Millikan de la gota de aceite (que permitió encontrar la carga del electrón), pero que para el caso de la física de partículas pretendía calcular la carga de un quark ($\pm 1/3$ la carga del electrón) mediante una gota de niobio. Al final de la anécdota, Hacking menciona:

Ahora bien, ¿cómo alteramos la carga de la bola de niobio? Pues bien, “en este estadio”, dijo mi amigo, “la rociamos con positrones para aumentar la carga o con electrones para disminuir la carga”. A partir de ese día he sido un realista científico. *Hasta donde a mí concierne, si se puede rociar algo con ellos, entonces son reales* (1996 41).

Esta singular situación nos permite recordar una de las premisas básicas del realismo científico: la existencia de las entidades que una teoría postula, y que en el contexto del REO, resulta ser una premisa un tanto controversial, dados los logros de la física moderna, por lo que habríamos de apostar por una especie de “metafísica de las estructuras”.

Así, el REO considera que la primacía ontológica la tienen las estructuras, no los objetos, de manera que:

Existen relaciones modales entre los fenómenos (tanto posibles como actuales) pero esas relaciones no son supervenientes a propiedades de objetos inobservables, y de relaciones entre estos. En cambio, esta estructura es ontológicamente básica. Esto es suficiente para hacer al realismo estructural diferente del realismo estándar (Ladyman et ál. 2007 128).

Para el caso específico del espaciotiempo, este correspondería a “una estructura matemática encarnada en el mundo”. Es decir, el espaciotiempo sería un “objeto geométrico de dimensión 4” con propiedades relacionales. Y por tanto, la primacía ontológica la tendría la estructura (matemática), no la materia, el campo gravitacional o el tensor de energía-momento. Además, el carácter matemático-estructural de dicha estructura estaría dictado por la teoría de grupos.

En la presente sección me enfoco en revisar las posturas que ciertos representantes del REO han presentado respecto al problema del realismo sobre el espaciotiempo.

3.1 EL REO Y EL FORMALISMO ESTÁNDAR DE LA TGR

En primera instancia, me referiré a algunos de los argumentos que el REO considera para sustentar el carácter matemático de las estructuras. Jonathan Bain (2006, 2013) ha tratado los aspectos formales de la TGR en un conjunto de artículos, sobre todo al tomar el formalismo tensorial estándar de las teorías clásicas de campos, la teoría de grupos y la teoría de categorías, y se inclina por un realismo estructural del espaciotiempo. En uno de sus primeros trabajos, Bain (2006) busca responder a la cuestión: si es posible hacer la teoría clásica de campos, sin una variedad diferenciable M de dimensión 4, ¿qué podría sugerir esto respecto al realismo semántico del espaciotiempo? Este postula una realidad de los modelos matemáticos de las teorías, “una *literal interpretación* de las sentencias que hacen las teorías a través de sus modelos” (Earman & Norton 1987; Horwich 1982).

Lo que hace Bain (2006) es indagar sobre el estatus ontológico del espaciotiempo desde el formalismo tensorial estándar de las teorías clásicas de campos (que

consideran una variedad cuatridimensional diferenciable M), e identifica su equivalencia en la teoría twistor, las álgebras de Einstein y el álgebra geométrica. Cabe señalar que todo formalismo, en el contexto de la TGR, debe atender a isomorfismos entre variedades, y a la vez, cumplir el principio de covarianza respecto a que las ecuaciones deben preservar su forma bajo difeomorfismos. Bain resalta que mientras los alternativos formalismos difieren en cuanto a la clase de “ontología de individuos”, estos mismos formalismos están de acuerdo en el nivel de la estructura, con lo cual concluye:

La estructura conforme, por ejemplo, puede ser realizada en muchos diferentes tipos de “individuos”: puntos de la variedad, twistors o multivectores... Qué es real, el estructuralista del espaciotiempo afirmará, la estructura en sí, y no la manera en que alternativos formalismos la instancian...; el espaciotiempo es una estructura real que es encarnada en el mundo (Bain 2006 64).

En este sentido, el estatus ontológico del espaciotiempo se refiere a que este es una estructura matemática real, puesto que en los distintos formalismos lo que se preserva es la estructura. El sustento formal de los argumentos del autor se refiere a que al obtener la equivalencia de la TGR en los distintos formalismos:¹⁴

- Puede construirse una relación de isomorfismo entre conjuntos.
- Por lo que dichos conjuntos, dígame la variedad diferenciable M y las álgebras de Einstein, etc., poseen la misma cardinalidad.¹⁵

¹⁴ Esta equivalencia se debe entender en que pueden obtenerse modelos en el nuevo conjunto; por ejemplo, en las álgebras de Einstein: una tripleta (R^∞, R, g) , donde R^∞ es un anillo conmutativo (estructura algebraica), R un subanillo de R^∞ isomorfo a los números reales y g es un mapeo multilineal definido sobre el espacio de derivadas de (R^∞, R) y su espacio dual, y que a su vez satisface las ecuaciones de Einstein (Geroch 1972).

¹⁵ Existe un aspecto problemático relacionado con la cardinalidad y los isomorfismos entre conjuntos, vinculado a las tesis del REO. El caso de la mecánica cuántica ya ha sido tratado por Madrid-Casado (2009). El autor se refiere a la demostración de von Neumann de que hay un isomorfismo entre

- Si se obtiene una equivalencia entre el formalismo tensorial estándar y el formalismo de las álgebras de Einstein, se “pierde” el darle sentido a una ontología de objetos, identificando una primacía de la estructura.

Los argumentos de Bain (2006) se sostienen desde la teoría de grupos continuos de transformaciones,¹⁶ según la cual si puede haber una correspondencia entre dos conjuntos, y dicha correspondencia preserva entre estos la estructura conforme,¹⁷ entonces puede esto apoyar un realismo estructural. Para el caso específico de la TGR, el autor obtiene la equivalencia entre un modelo clásico de espaciotiempo (véase sección 2.2) y las álgebras de Einstein o la teoría twistor, y concluye que lo que se preserva es la estructura matemática, lo cual para él opera a favor del REO del espaciotiempo. Por lo que “El hecho de que estos modelos son isomórficos indica que ellos comparten una estructura común”. Asimismo, en un trabajo posterior, Bain (2013) mantiene su compromiso con el realismo estructural del espaciotiempo, intentando dar respuesta a diversas críticas, al considerar que desde la teoría de categorías¹⁸ puede sostenerse el REO.

la formulación matricial y la de ondas, mecánica matricial (MM) y mecánica de ondas (MO), respectivamente. El argumento de Madrid-Casado toma el enfoque de la teoría de la representación matemática, tal que si precisamente hay un isomorfismo entre MM y MO, entonces debe haber también un isomorfismo entre la realidad que MM proyecta (RMM) y la realidad de MO (RMO), lo que a su vez debería verse reflejado en que RMM y RMO deberían tener la misma cardinalidad, lo cual no es el caso. RMM es discreta, y RMO es continua. La conclusión del autor es que las realidades que ambas formulaciones representan no pueden ser isomórficas.

¹⁶ La teoría de grupos continuos de transformaciones en espacios abstractos generalizan los conceptos de rotación y traslación de cuerpos materiales en atención a las reglas del movimiento en espacios euclidianos o no euclidianos.

¹⁷ La estructura corresponde a un conjunto con operaciones y relaciones entre los elementos del conjunto.

¹⁸ “Una categoría C consiste de objetos A, B, \dots , y morfismos entre objetos $f: A \rightarrow B, \dots$ ” (Bain 2013 1623). A su vez, deben cumplirse tanto morfismos de identidad para cada objeto, como morfismos entre cada par de objetos, a la vez de la ley asociativa para estos; además, “la teoría de conjuntos puede ser formulada como una categoría, un conjunto, en el cual los objetos son conjuntos, y los morfismos son funciones definidas sobre los conjuntos” (Bain 2013 1623). El autor pretende dar cuenta de críticas a su enfoque del REO (Dorato 2008; Esfeld & Lam 2008; Wüthrich 2009; Dorato 2008), al considerar que un marco

Uno de los problemas con la perspectiva de Bain, como lo veremos en la siguiente sección, tiene que ver con un aspecto formal de la TGR, dado que dicha teoría es una Gauge Theory (teoría de norma), carácter propio con el que comúnmente se encuentran modelos físicamente aceptables de espaciotiempo en la TGR, dada la relevancia del tipo de simetrías gauge.¹⁹ Asimismo, el autor sustenta su REO en casos que resultan más de carácter heurístico, donde la relevancia de su enfoque estriba, por ejemplo para el caso de las álgebras de Einstein, en el estudio de singularidades espaciotemporales.²⁰ ¿Qué es una singularidad? Una característica topológica del espaciotiempo, como un agujero negro, cuyos aspectos estructurales dependen directamente de considerar objetos como campos y materia. Por tanto, ¿cómo estudiar las características de la estructura espaciotiempo sin considerar relatas? Asimismo, el enfoque del autor debe atender al problema de cómo diferenciar entre una estructura física y una matemática.

3.2 EL REO Y LA FÍSICA MODERNA

James Ladyman et ál., en una postura más radical, sentencian que *la física moderna motiva una metafísica de realismo estructural óntico* (2007), específicamente lo

estructural adecuado para fundamentar un realismo estructural lo ofrece la teoría de categorías. Bain identifica que la raíz de las críticas se ubica en cómo se definen relaciones y relatas en el contexto de la teoría de grupos, que da sentido a dichas críticas, por ello intenta dotar al REO de un marco formal donde pueda presentarse una noción de estructura carente de apelar a relatas. Aun así, Vincent Lam y Christian Wüthrich (2015) han mostrado que la teoría de categorías no logra del todo ser un marco adecuado para sustentar un realismo estructural, pues desde la teorías de categorías sigue apelándose a relatas.

¹⁹ Sobre la importancia de las simetrías gauge puede consultarse el volumen de Brading y Castellani, en especial el artículo de Michael Redhead: “The Interpretation of Gauge Symmetry”.

²⁰ Para mayores detalles sobre estos aspectos puede verse Geroch, aunque el autor no se enfocó en tratar aspectos observacionales en su formulación. Un tratamiento interesante sobre la importancia de las álgebras de Einstein en la TGR, puede encontrarse en Heller (1992).

que concierne a las dos grandes teorías en que está cimentada: la mecánica cuántica y la relatividad. Estos autores son enfáticos para el caso del realismo sobre el espaciotiempo. Consideran que este denota una estructura matemática sin “objetos individuales”, en la cual *alguna medida tomada en cualquier parte del universo es en parte una medida de esta estructura*. (2007) Lo anterior está basado en dos aspectos esenciales del REO, ejemplificados por la física moderna:

- La herramienta apropiada para representar teorías científicas es la matemática.
- Las relaciones entre sucesivas teorías, y teorías en diferentes escalas ya sea espacio-temporales o energéticas, son a menudo relaciones restringidas y de semejanza a estructuras matemáticas (formalmente capturadas por estructuras que preservan mapeos o morfismos de varias clases), al igual que las relaciones lógicas entre proposiciones.

Para los autores, lo que hay son “patrones reales” que llegan a “comportarse como objetos”, en otros casos como eventos y procesos. “Desde el punto de vista metafísico, lo que existe son sólo patrones reales”²¹ (Ladyman et ál. 2007 121).

De todo lo anterior se sigue que respecto al problema del realismo sobre el espaciotiempo, la preeminencia ontológica la tendría aquello que instancia dichos patrones, esto es, la estructura matemática. Se define así una “metafísica de estructuras” que pretende sustentar un realismo del espaciotiempo. “El realismo estructural óntico (REO) es el punto de vista de que el mundo tiene una estructura modal objetiva que es ontológicamente fundamental, en el sentido de que no sobreviene sobre las propiedades intrínsecas de un conjunto de individuos” (Ladyman et ál. 2007 130).

Para Ladyman et ál. (2007) los problemas con respecto al estatus ontológico del espaciotiempo, en términos del debate substancialistas vs. relacionistas, estriban

²¹ Los autores complementan afirmando: “Uno comienza por localizar patrones reales, y entonces descubre su descripción estructural” (Ladyman et ál. 2007 122).

en la insistencia de interpretar al espaciotiempo en términos de una ontología de entidades subyacentes y sus propiedades. De este modo, dar respuesta al problema del realismo sobre el espaciotiempo sería entender la TGR como una teoría en la que resulta secundaria la descripción de entidades con identidad e individualidad. La primacía la tiene la estructura relacional en la que dichas entidades están embebidas. Se habla así de una “ontología de estructuras”, no de objetos o materia. Se anuncia por tanto una nueva metafísica. Sin embargo, ¿cuáles serían las categorías que sostienen dicha “metafísica de estructuras”?

Considero que no es del todo viable una “metafísica de estructuras” para fundamentar la física moderna, sobre todo porque, entre otros aspectos, el contenido de las mismas teorías de la física sigue atendiendo al fisicalismo, lo que da incluso sustento a sus aspectos experimentales. El REO tiene que explicar adecuadamente lo que desde su “nueva metafísica” entiende por “objeto físico”, ¿este sería solo el tipo de entidad que una teoría de la física postula, aunque posea distinta naturaleza entre las diversas formulaciones de la teoría? Como es sabido, el REO considera que lo que se preserva en las teorías es la estructura. A continuación daré una respuesta a los argumentos del REO desde los dos frentes tratados en la presente sección.

4. UNA RESPUESTA AL REALISMO ESTRUCTURAL ÓNTICO DEL ESPACIOTIEMPO

En términos generales, el REO afirma que las relaciones espaciotemporales de los objetos quizá no podrían sobrevenir en propiedades intrínsecas, pero sí en las propiedades relacionales de los relata que son mutuamente independientes; de aquí la preeminencia ontológica de la estructura; sin embargo, ¿cómo puede afirmarse que se conoce una estructura sin apelar a relatas?, y asimismo ¿la ciencia solo da cuenta de propiedades extrínsecas de los relata, puesto que estas son relacionales y permiten conocer estructuras? Responder afirmativamente a ambas cuestiones implicaría que las propiedades espaciotemporales, así como la identidad e individualidad de los objetos, se reducen a meramente aspectos relacionales.

Los argumentos del REO nos llevan a aceptar una disolución de lo físico por lo matemático, esto es, un cambio de ontología, que da preeminencia a las estructuras matemáticas por sobre las sustancias, los objetos. En el caso del espaciotiempo, habría que aceptar que existe solo como estructura matemática, lo cual define su estatus ontológico. Sin embargo, ¿cómo se podría entender que el espaciotiempo es a su vez una estructura física “encarnada en el mundo”?

4.1 ESTRUCTURAS MATEMÁTICAS COMO ESTRUCTURAS FÍSICAS

El REO de Jonathan Bain atiende a aspectos formales. Su apuesta se ubica en una de las premisas principales del REO: lo que hay son estructuras matemáticas. Por ello en la visión de autores como Tian Yu Cao (2003), esto se vierte en “un intento de disolver las entidades físicas en estructuras matemáticas”. De lo anterior surgen problemáticas como el papel de los isomorfismos en las teorías, la naturaleza de la representación, el sentido óntico de las entidades matemáticas, etc.

Bain afirma que “el espaciotiempo es una estructura matemática encarnada en el mundo” (2006 64). Es partidario de que los isomorfismos tienen un papel primordial, dado que las estructuras matemáticas con las que las teorías describen el mundo se relacionan con los fenómenos físicos “a través de isomorfismos, isomorfismos parciales, similitud, o algún vínculo análogo” (Borge 2017 79). Por ello, al establecer isomorfismos entre conjuntos (la teoría twistor, las álgebras de Einstein y el álgebra geométrica) desde la teoría clásica de campos, para el problema del estatus ontológico del espaciotiempo, llega a la conclusión de que lo que se preserva es la estructura, independientemente del aspecto sustantivo del espaciotiempo en diferentes formulaciones de la TGR.²²

²² Con relación a este problema, Roger Jones planteó lo que se conoce en la literatura como la “Jones Undetermination”, en contra del realismo científico. Él afirma que la existencia de los distintos formalismos de una teoría, que difieren en el nivel de su ontología, precisamente indetermina el argumento semántico

En atención a lo anterior, cabe señalar que Ruy Utiyama (1956) demostró que la TGR es una “teoría de norma” (Gauge Theory)²³ asociada al grupo de Lorentz. Lo que conduce a identificar que el lenguaje descriptivo de la TGR no es único, pues puede considerarse el campo gravitacional como una variedad riemanniana (enfoque geométrico) o como un “campo normado” (enfoque de espacios abstractos). Dicha formulación mostró que el lenguaje descriptivo (geométrico) con el que se presentan las ecuaciones de campo de Einstein no es el único posible. ¿No es acaso una condición formal que generaliza un aspecto meramente matemático y que permite establecer isomorfismos entre conjuntos que cumplen el principio de covarianza²⁴? El argumento de Bain, por tanto, resulta un tanto evidente desde su aspecto meramente formal, dado que el mismo carácter de la TGR sustenta que puedan obtenerse equivalencias de la teoría en distintos espacios. El verdadero problema que se le plantearía tiene que ver con las razones de que efectivamente una estructura matemática “represente literalmente el mundo”, aspecto que deja de lado en su argumentación. El hacer modelos de espaciotiempo en distintos conjuntos, como los que Bain lleva

realista de interpretar literalmente las teorías, lo que de manera extensiva también impacta en las tesis del REO. Andrés Rivadulla (2010) ha tratado también este aspecto, sobre todo en términos de una tesis fuerte del REO, que el autor llama “un dogma del realismo estructural”: la conservación de las estructuras respecto al cambio teórico en ciencia.

²³ “Las teorías gauge (normadas) están basadas en dos conceptos matemáticos fundamentales, desarrollados alrededor del siglo XIX: los espacios matemáticos abstractos y la teoría de grupos continuos de transformaciones” (Hacyan 2007: 7). Los espacios abstractos pueden definirse sin apelar a sistemas de coordenadas; los grupos continuos de transformaciones en espacios abstractos generalizan los conceptos de rotación y traslación de cuerpos materiales, en atención a las reglas del movimiento en espacios euclidianos o no euclidianos. Lo importante es que puede obtenerse una generalización del movimiento (global), es decir, las ecuaciones dinámicas, a partir de una simetría particular (local), que puede ser descrita en un álgebra no conmutativa, que forma un grupo de Lie. Un álgebra conmutativa es una rama de las álgebras abstractas, enfocada en el estudio de los anillos conmutativos, esto es, estructuras algebraicas donde pueden definirse operaciones conmutativas entre los elementos de dicha estructura. Un grupo de Lie es una estructura matemática, con ciertas relaciones (operaciones) que pueden establecerse entre los elementos.

²⁴ *Principio de covarianza*. Las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas de referencia, ya sea inerciales o en presencia de gravedad. Todos los sistemas de referencia son indistinguibles y equivalentes.

a cabo, tiene más interés heurístico, y no sustantivo, esto último relacionado con el estatus ontológico del espaciotiempo.

El argumento contra el REO del espaciotiempo de Bain que pretendo configurar retoma un aspecto ya señalado por John Earman (2006) respecto a la ontología del espaciotiempo en el marco de la TGR. El autor distingue entre:

- a. Un enfoque formal del principio de covarianza de la TGR, donde las leyes deben preservarse bajo difeomorfismos, condición de un adecuado modelo de la TGR, y ad hoc con el enfoque de Utiyama (1956). Lo que puede incidir tanto neutral como negativamente en los aspectos de contenido de la teoría, dado que llega a restringir el considerar solo modelos con “simetrías gauge”, lo cual Bain pretende atender al escribir modelos de TGR en álgebras de Einstein, teoría twistor y álgebra geométrica, a pesar de que el mismo autor reconoce que no existe una completa equivalencia en alguno de los modelos que él trata;²⁵ y
- b. Un enfoque sustantivo, donde, si se satisfacen las condiciones de covarianza para dos modelos $\langle M, g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu} \rangle$ y $\langle M, d^*g_{\mu\nu}, d^*T_{\mu\nu} \rangle$, con d un difeomorfismo, entonces ambos modelos representan la misma situación física. Lo último permite sustentar que hacer modelos de la TGR en distintos espacios, que implícitamente contienen la idea de isomorfismo y cardinalidad entre conjuntos, da sustento a que “lo que predomina es la estructura matemática”, siempre y cuando puedan establecerse condiciones observables.

²⁵ Es el caso del formalismo de la teoría twistor. Bain reconoce que, para este caso, no puede obtenerse una total equivalencia entre el formalismo tensorial clásico de las teorías de campo, en espaciotiempos con contenido masivo de materia y el formalismo twistor. ¿No es acaso un hecho significativo, que juega en contra del enfoque de Bain, dada la importancia del formalismo tensorial de la TGR para el análisis de modelos de espaciotiempo con contenido masivo de materia? (Puede verse Bain 2006).

Sin embargo, esa misma consideración semántica del REO (inciso a), que si bien juega a favor del contenido de los modelos de la TGR, también sustenta que el mismo contenido se debe referir a objetos, no solo a estructuras. Asimismo, la relevancia de considerar el enfoque sustantivo (inciso b) tiene que ver directamente con encontrar modelos de espaciotiempo que sean físicamente aceptables. En el contexto del inciso a, hacer modelos de espaciotiempo en álgebras de Einstein, por ejemplo, es relevante para el estudio de singularidades,²⁶ lo cual da cabida a por qué es importante dicha formulación en términos heurísticos y experimentales concretos, pero no permite tener una visión global y estructural, físicamente hablando, del espaciotiempo físico. ¿Dónde queda aquí el aspecto ontológico (sustantivo), geométrico y estructural del espaciotiempo, cuando el objetivo es solo analizar aspectos concretos? Cabe señalar que los modelos de espaciotiempo generalmente aceptados por la comunidad científica son los que precisamente atienden a simetrías gauge,²⁷ a la vez que los modelos más relevantes consideran los aspectos geométricos y topológicos “representables”. ¿Cómo aceptar que distintas formulaciones representan literalmente la estructura del espaciotiempo, cuando estas solo se usan para abordar problemas que más bien parecen “excentricidades matemáticas”? Cada modelo aceptable de espaciotiempo debe ser *físicamente interpretable*, en el sentido de que los *objetos* que el modelo concibe deben estar asociados a ciertos conceptos físicos, tener un correlato con algún fenómeno físico y cumplir con el “principio cosmológico”.²⁸ Todo lo

²⁶ El artículo de Rosenstock et ál. (2015) hace una sustanciosa revisión de la relación entre las álgebras de Einstein y el espaciotiempo relativista.

²⁶ Como Michael Redhead señala: “The gauge principle is generally regarded as the most fundamental cornerstone of modern theoretical physics. In my view its elucidation is the most pressing problem in current philosophy of physics” (2003 138). Asimismo, *gauge principle* puede traducirse como principio de norma.

²⁶ En general, los modelos (soluciones de las ecuaciones de campo) de la TGR, que se considera representan la forma del universo, deben atender al llamado “principio cosmológico”: a gran escala, 1) el universo es espacialmente homogéneo, y 2) el universo es espacialmente isotrópico (el mismo para cualquier observador y en cualquier dirección). Dichos modelos, que podrían considerarse “físicamente representables”, atienden a simetrías gauge, a la vez que permiten configurar condi-

anterior permite considerar una “ontología fundamental” para los modelos de espaciotiempo, que tiene en cuenta aspectos geométricos y objetos fundamentales, como campos o el tensor de energía-momento. Obtener modelos en distintas estructuras a la geométrica, como las estructuras algebraicas, podría no tener relevancia, si tales modelos no tienen objetos que posean un correlato empírico, y una equivalencia con los objetos geométricos de la *ontología fundamental*.

Además, mi objeción al enfoque de Bain también está relacionada con el carácter propio de la TGR, que ya Roger Jones había mencionado:

Para aplicar la teoría al mundo concreto uno debe asumir una solución de las ecuaciones de campo. Pero es desconocida una solución que describa todos los detalles del cosmos conocido, y casi ciertamente se desconoce esta, y todas las soluciones conocidas son enormes idealizaciones. Para algunas soluciones, las estructuras pueden ser definidas con atributos que hemos asociado con conceptos tales como espacio, tiempo, masa, energía, carga y momento. A veces estas estructuras pueden ser definidas convenientemente, otras veces las definiciones son extremadamente incómodas, y a menudo no están disponibles (1991 175).

El autor está señalando los problemas de carácter ontológico en las distintas formulaciones de los modelos en la TGR. Desde esta perspectiva, el espaciotiempo parece ser una entidad “difícil de ubicar” de manera precisa en términos ontológicos, sobre todo en modelos construidos en espacios cuya estructura no es geométrica. ¿Se puede seguir siendo realista respecto a la entidad básica, el espaciotiempo, que la TGR postula? Bain (2006) pretendió dar cuenta de este problema planteado por Jones, sin embargo, su argumento no logra superar los inconvenientes que he identificado

ciones observacionales. El ejemplo clásico de este tipo de modelos es la solución de Schwarzschild, respecto a cómo obtener soluciones exactas de las ecuaciones de campo de Einstein para un campo gravitacional exterior de un cuerpo estático, esféricamente simétrico, tal como el Sol. Al respecto, véase Wald (1984).

anteriormente. Jones muestra que en la física moderna las teorías no comparten ontologías (caso específico de la TGR y la mecánica cuántica) y que en una misma teoría existen varias formulaciones que dan paso a considerar ontologías distintas (caso analizado por Bain). ¿Cómo se puede ser realista estructural cuando la teoría exhibe distintos modelos con ontologías diferentes? Ni siquiera el que Bain se dedique a demostrar que pueden obtenerse distintos modelos de la TGR, en diferentes estructuras matemáticas, resulta ser un argumento contundente a favor del REO del espaciotiempo, dado que, por ejemplo, Bain reconoce que resulta complicado encontrar una total equivalencia entre los *objetos* de dichas estructuras²⁹ y el formalismo tensorial clásico de la TGR.

Otro inconveniente que identifico en el REO de Bain es que considera como un hecho que existe un isomorfismo³⁰ entre “una realidad de objetos y fenómenos físicos”³¹ y una realidad matemática. De aquí surge una de las principales objeciones al REO, ya señalada por van Fraassen, Psillos (2001) y Cao (2003), entre otros: ¿cómo, en principio, algo que solo es matemático, puede representar fielmente algo que no lo es? Y en este mismo sentido: ¿el isomorfismo entre un “conjunto físico” y

²⁹ “Debe observarse que no se ha dado una descripción twistor consistente para campos masivos o teorías de campo en espaciotiempos con contenido de materia. Esencialmente, como he observado, el formalismo twistor es construido sobre invariancia conforme, y surgen problemas cuando estas llegan a representarse en teorías clásicas de campos en invariancia no conforme. Esto indica que el formalismo twistor no se puede expresar completamente equivalente al formalismo tensorial...” (Bain 2006 45-46).

³⁰ Bain no se detiene a analizar una de las premisas básicas del enfoque semántico estructuralista de las teorías, ya sentenciado por Sneed (1971): “Si un modelo de una teoría es adecuado, entonces existe un *isomorfismo* entre estructuras abstractas y estructuras reales”. Parecería que se da por hecho que “la naturaleza posee una estructura de tipo algebraico”. Si de entrada en el REO de Bain se supone una relación de identidad entre “un conjunto abstracto y otro que no lo es”, entonces, ¿qué es la representación que se ejemplifica en los modelos?

³¹ Ejemplo de este tipo de REO es la postura de Tegmark (2008).

³² Bain (2013) ha intentado dar respuesta a este y otros problemas del REO en general asumiendo que un mejor fundamento de la ontología en términos estructuralistas la ofrece la teoría de categorías. Aun así, Vincent Lam y Christian Wüthrich (2015) han dado una respuesta al plantear que la teoría de categorías no ofrece un marco suficiente para sustentar una ontología de estructuras.

uno matemático, da cuenta de que ambos conjuntos tienen la misma cardinalidad?³² (Calvo Vélez 2006). Si se aplica a lo anterior uno de los postulados básicos del realismo científico: “existe una realidad externa que podemos conocer”, ¿podríamos establecer una clara distinción entre “realidad física” y “realidad matemática”³³? Como bien menciona Bruno Borge: “¿cómo es posible mantener de modo significativo una distinción si se postula una identidad entre ambas? Podría pensarse que la pretendida identidad enmascara una suerte de emergencia de la realidad física de una estructura matemática más fundamental” (2017 77). A su vez, ¿cómo puede sustentarse que el estatus ontológico del espaciotiempo se refiere a un aspecto meramente estructural y matemático, cuando de una u otra forma el contenido de los modelos debe referirse a relatas, a “algo en el mundo”? Todo modelo de espaciotiempo toma condiciones iniciales. Este es el punto de partida de su conexión con relatas; por algo la sentencia del REO de que “la estructura es lo único que hay” nos debe un relato sobre cómo dicha estructura necesita de un referente para fundamentar su aspecto empírico, y a su vez, el porqué la estructura se refiere a “algo en el mundo”.³⁴ Incluso, el REO debería ser capaz de construir un modelo de espaciotiempo que demuestre tanto que

³³ De principio, solo puede darse una relación de isomorfismo entre dos estructuras matemáticas, entre conjuntos abstractos. Algunos defensores del REO han tratado de solventar esta objeción planteando la idea de “estructura compartida” (French 2014) en términos de que el isomorfismo no es entre una realidad física y una matemática, sino entre una estructura abstracta (matemática) y otra que es posible construir a partir de los inputs de la realidad física. Lo que en este problema está en juego es la distinción entre “presentar un objeto” y “representar un objeto”, que en las estructuras matemáticas dicha distinción se disuelve; y el cómo es que las estructuras matemáticas representan y se “engarzan” con la realidad de los fenómenos.

³⁴ En cierto sentido, los partidarios del REO han pretendido atender este problema retomando el concepto de “estructura compartida”, explicado por Brading y Landry (2006) en términos de distinguir entre presentación y *representación* de algo. En física, presentar un objeto no es lo mismo que representarlo; en matemáticas, parece no haber una distinción, pues presentar un objeto es lo mismo que representarlo. En las “estructuras físicas” está presente su carácter modal (causal), en las estructuras matemáticas no, de aquí, una “estructuras compartidas”, las cuales son estructuras parciales que relacionan datos, modelos, etc., y que precisamente “presentan” los objetos físicos, siendo las estructuras matemáticas las que “representan” a dichos objetos. Véase nota 29.

este representa globalmente el universo, como que ha sido construido sin apelar a condiciones iniciales (véase los argumentos de Jones presentados arriba).

Con todo lo anterior, supongamos un modelo de espaciotiempo, llamémosle M_1 , en una estructura matemática C ; y denominemos a otro modelo M_2 , en una estructura matemática D . En ambos modelos debe haber una equivalencia entre los objetos tensoriales $\langle g_{\mu\nu}, T_{\mu\nu} \rangle$, definidos en una variedad topológica y geométrica M , y otros objetos y relaciones entre estos, con los respectivos objetos definidos en cada estructura matemática. Ahora bien, si hay un isomorfismo, entre M y las estructuras C y D , entonces, debe haber un isomorfismo entre los modelos M_1 y M_2 , respectivamente. Sin embargo, también debe entenderse que la realidad, en sentido físico, que proyecta el modelo M_1 , llamémosle R_{M_1} , debe ser “isomórfica” a la realidad R_{M_2} que proyecta el modelo M_2 .³⁵ Desde el punto de vista lógico-matemático se esperaría que sí hay tal “isomorfismo”, aunque eso implicaría enfrascarse en encontrar una prueba de ello. Sin embargo, ¿puede considerarse que es así en todas las estructuras matemáticas que trata Bain? Como se identificó líneas arriba, esto no parece ser así, pues el mismo autor acepta las limitaciones de su tratamiento para el caso de la teoría twistor. Además, resultan de poca relevancia las formulaciones de la TGR en álgebras de Einstein fuera del estudio de las singularidades. Todo esto permite cuestionar la realidad física, en los sentidos global y empírico que podrían proyectar los modelos “no sustantivos” de la TGR, como los tratados por Bain. Así, creo haber dado algunos argumentos suficientes contra el REO de Bain y haber tratado implícitamente algunos de los puntos de la sección 2.3.

Darle sentido óntico a las estructuras matemáticas, específicamente a la “estructura matemática espaciotiempo”, como es el caso de uno de los argumentos básicos del REO, es disolver lo físico en lo matemático, ¿qué queda aquí, ontológicamente hablando, respecto al espaciotiempo? Queda un mero platonismo. Quizá, un marco ontológico más atractivo para el realismo sobre el espaciotiempo podría encaminarse

³⁵ Varias de las consecuencias de esta problemática tienen que ver con si puede haber isomorfismos entre conjuntos con distinta cardinalidad (véase nota 16) y con el problema, quizá más amplio, de la representación en ciencia.

a considerar disolver lo matemático en lo físico, a la manera de los trabajos de László E. Szabó (2017), en lo que el autor llama “psycho-formalism interpretation of mathematics”, que parte del supuesto de si el fisicalismo es cierto (en un sentido fuerte: la doctrina de que todo lo que existe es material), entonces los hechos lógico-matemáticos deben ser necesarios para los hechos físicos del mundo.

4.2 UNA CRÍTICA AL REO Y SU METAFÍSICA DE ESTRUCTURAS

En el corazón del REO vinculado a la física moderna se inserta la reflexión de James Ladyman et ál. (2007). Los autores claman por una metafísica de las estructuras, que por ejemplo es ilustrada en la TGR por la estructura matemática del espaciotiempo, entendida como entidad física. La primacía ontológica la tendrían no los puntos y regiones, tampoco los campos o la materia, sino la estructura relacional, de carácter matemático. De esto, uno de los argumentos fuertes resulta ser:

El aspecto físico de la estructura (espaciotiempo) está dado por su carácter modal (causal), el cual está ausente en las estructuras matemáticas.

¿Una entidad, digamos inicialmente de carácter matemático, puede en sí misma poseer un carácter causal? El carácter causal, ya sea considerar al espaciotiempo como la variedad diferenciable o como el campo métrico o como ambos: $M + g_{\mu\nu}$ (véase sección 2), solo tiene sentido una vez que se establece la conexión entre la “estructura relacional espaciotiempo y el mundo”. Por ejemplo, Rudolp Carnap (1922) y otros positivistas lógicos distinguían, en el contexto de la TGR, entre “geometría matemática y geometría física”. La primera no tiene ningún referente empírico, no está referida a ningún aspecto cualitativo del mundo, además de ser causalmente inerte (Cao 2003); la segunda, que corresponde precisamente al tipo de geometría

³⁶ Específicamente, estamos hablando aquí del tipo de geometría que fundamenta una métrica específica para resolver las ecuaciones de campo de Einstein (véase sección 2) y que permite encontrar un modelo de espaciotiempo a partir de ciertas condiciones iniciales.

de la TGR, tiene un carácter empírico, se refiere a “algo en el mundo”, toma referentes (condiciones iniciales) y tiene, en cierto sentido, un carácter causal.³⁶ Pero entonces, ¿a qué se refiere la estructura espaciotiempo sin relatas de la que habla el REO? Para Ladyman et ál. (2007), la interpretación clásica de la ontología de la TGR, referida al espaciotiempo, está dada por el conjunto de puntos de la variedad diferenciable M (Wüthrich 2009), de aquí que, si puede mostrarse que los puntos espaciotemporales no poseen hecicidad (identidad, individualidad, o como los autores llaman “primitive thisness”), entonces puede considerarse que el espaciotiempo corresponde a una estructura relacional sin relatas. Así, para los autores, los puntos espaciotemporales no cuentan con propiedades intrínsecas, más bien, externas, y son relacionales, por lo que estos solo tienen sentido respecto a su “ubicación en la estructura relacional”.

Cabe señalar que una propiedad “trivial” intrínseca de un objeto es la existencia. Si un punto espaciotemporal no existe, puesto que su carácter relacional ejemplifica un aspecto cualitativo, no primitivo de estos, entonces se afirmaría que carece de identidad; si es así, ¿cuál sería la función de un punto espaciotiempo en la estructura? Asimismo, ¿cómo se sustenta el aspecto empírico de cualquier teoría en términos de verificar que las entidades que postula existen? A partir de establecer una correlación entre un conjunto de elementos –teoría, aparatos, cognición, etc. (véase Will 1993, para el caso específico de la TGR)– y los “objetos”, que según el REO no existen. ¿Tiene sentido verificar que “algo está ahí” y a su vez, negar que “está ahí”? Para el caso de los puntos espaciotemporales, estos podrían concebirse como “etiquetas” de objetos o eventos, y si bien –supongamos que el REO tiene razón– lo que “etiquetan dichos puntos quizá no existe”, o en un sentido, resulte indistinguible cada etiqueta,³⁷ aun así: ¿cómo distinguir el carácter modal de la estructura física espaciotiempo de otra

³⁶ En cierta tradición filosófica, se concibe que un ‘individuo’ que tiene más o menos bien definidos su localización espacial y temporal, puede considerarse un “objeto físico”, y a su vez, se diría que posee identidad. De aquí surge el problema de cómo dicho objeto puede distinguirse de otro que posee los mismo atributos o propiedades, o casi todos. Si un punto espaciotemporal ‘etiqueta’ a un objeto, ¿cómo puede distinguirse de otro punto que ‘etiqueta’ a un objeto que comparte las mismas propiedades? Parte del problema anterior es del que el REO se vale para considerar que los puntos-espaciotemporales, como los objetos, no poseen propiedades intrínsecas.

estructura matemática que la representa, cuando se ha postulado “implícitamente” un isomorfismo entre ambas estructuras, que de principio son meramente matemáticas³⁸? Si se acepta un isomorfismo, se dice que los conjuntos, estructuras, etc., poseen la propiedad de identidad. Asimismo, en el marco de la TGR, los puntos espaciotemporales pueden distinguirse unos de otros, en cierto sentido, en términos de “a qué objeto etiqueta cada uno”, sin embargo, estructuralmente puede que sean en sí mismos indistinguibles, puesto que para el REO del espaciotiempo todos los puntos espaciotemporales comparten las mismas propiedades, por algo son indistinguibles y no poseen “individualidad”; ellos sobrevienen en propiedades relacionales. El punto específico que podría jugar a favor del REO es que el espaciotiempo, como estructura matemática, funciona muy bien para afirmar solo propiedades relacionales de los puntos, sin necesidad de apelar a su individualidad; aunque cuando se le dota de un sentido físico, la noción de objeto, y su “etiqueta”, resulta relevante. Cuando se habla de que las estructuras sustentan aspectos relacionales de una estructura real, que no sobreviene a aspectos intrínsecos de objetos, sino de “patrones reales”, ¿los relata son solo “aquello que representan las etiquetas”?, y por tanto, se dice que no tendrían aspectos intrínsecos puesto que lo único que se conoce son propiedades extrínsecas, relacionales, instanciadas por las estructuras. Entonces, ¿cómo puede haber estructuras sin relatas en una estructura (espaciotiempo) que por definición es considerada una “estructura física”, de carácter modal, esto es, causal? De nuevo, considero que independientemente de que se defina que las propiedades extrínsecas sean relacionales y estas instancian estructuras, aun así hay cierta suposición de que “existe algo distinto a las estructuras”, si no fuera así, ¿cómo puede sustentarse el aspecto modal (causal) de la estructura? Siempre y cuando se tomen condiciones iniciales que permitan encontrar modelos de espaciotiempo, y en términos generales, dichas condiciones apelan a relatas, esto es, objetos, eventos, etc., de carácter físico,

³⁸ Como se ha mencionado (*véanse* notas 32 y 33), los defensores del REO creen solventar esta problemática a partir del concepto de “estructura compartida”, sin embargo, sus argumentos no resultan contundentes, sobre todo debido a que tienden a confundir entre presentar y representar un objeto.

con propiedades intrínsecas. Curiosamente, en el REO se niega la existencia de algo (los objetos) que soporta la estructura, esto último lo que, según, es lo único que existe. Resulta así ser incapaz de sostener el argumento de que “las estructuras son lo único que hay” sin tener que comprometerse con la existencia de *objetos*, de *algo* más que la mera estructura.

¿La descripción de los fenómenos propios de la TGR en términos de objetos puede ser sustituida por una descripción en términos estructurales, de propiedades relacionales? Esto tiene que ver con la distinción entre un “objeto matemático” y un “objeto físico”, ¿el espaciotiempo, como estructura, es una “representación” de un objeto físico o de un objeto matemático? Resultan pertinentes aquí las palabras de van Fraassen: “¿cómo puede una entidad abstracta, como un espacio matemático, representar algo que no es abstracto, algo en la naturaleza?” (2006 537). Lo anterior tendría que ser explicado por el REO en términos de qué es lo que representa una estructura matemática respecto al mundo. Como Becker Arenhart y Bueno mencionan:

(i) Los realistas acerca de la estructura de las teorías deben ser realistas acerca de las partes matemáticas de estas teorías, tal que no es posible separar su contenido matemático de su contenido nominalista. El contenido matemático se refiere a objetos matemáticos, relaciones y funciones; el contenido nominalista no. Por tanto, (ii) si la teoría de conjuntos es usada para caracterizar las estructuras matemáticas en cuestión, conjuntos —como entidades abstractas— serán de este modo incluidas como parte de los compromisos realistas (2015 115).

Los autores se refieren al hecho de que asumir tales compromisos implica aceptar el carácter “indispensable” de las matemáticas en ciencia y un compromiso ontológico respecto a los objetos matemáticos. Esto es darles ya implícitamente un sentido óntico. Cabe señalar que el aspecto nominalista³⁹ de las teorías no implica

³⁸ Específicamente se ha de entender por *contenido nominalista* el contenido de las teorías en términos de postular entidades particulares.

un compromiso con sus aspectos matemáticos. El punto estriba en que el REO, al afirmar que el espaciotiempo es una estructura real encarnada en el mundo, cuyo carácter es matemático, está de una u otra forma asumiendo un compromiso con la existencia de un objeto matemático: la estructura relacional espaciotiempo. Y de aquí afirma también que dicha estructura es independiente de nuestras percepciones y estructuras mentales, pero asimismo, al darle dicho sentido óntico, abre de nuevo la puerta hacia el platonismo. Desde el “contenido nominalista” de una teoría física como la TGR se plantearía la cuestión: ¿dónde existe el objeto matemático, la estructura espaciotiempo? Con lo anterior, deberíamos preguntarnos: ¿sobre qué clase de estructura, en cuanto a la naturaleza de ésta, es realista el REO del espaciotiempo?

En este punto, respecto a la naturaleza de las estructuras que el REO plantea, Becker Arenhart y Bueno (2015) señalan dos posibilidades: 1) el REO podría tomar a las estructuras como primitivas y proclamar una nueva metafísica o 2) abandonar las categorías de la metafísica ordinaria (existencia, identidad, individualidad, etc.), incluyendo su conexión con el sentido común, y desarrollar una nueva metafísica con nuevas conexiones. Ambos aspectos resultan problemáticos y todavía no resueltos por el REO, incluyendo ciertos otros que ya hemos tratado (sección 4.1 y presente). Los partidarios del REO aún no ofrecen un conjunto de categorías que sustenten una “metafísica de estructuras”, que sería decantarse por el punto 2.⁴⁰ ¿Las estructuras poseen identidad? Desde la teoría de conjuntos, que apoya el aspecto matemático del REO, la identidad de una estructura está dada por sus objetos y las relaciones entre estos. Esto es: “La identidad de la estructura emerge de la identidad de sus objetos y

⁴⁰ Bruno Borge (2017) , avanza en tratar de establecer un marco adecuado para el REO, que permita caracterizar lo que sería un “objeto físico”. El autor afirma: “una entidad es física si y solo si (i) es investigada, de modo al menos aproximado, por la física fundamental, y (ii) es, o puede argumentarse convincentemente que resulta, compatible con intuiciones filosóficas” (2017 94). No es el lugar para discutir las ideas del autor, sin embargo, cabe señalar que para el caso de la TGR, 1) ¿qué tipo de entidades son las que esta teoría investiga?: fenómenos cósmicos, distribución de materia, campos gravitacionales, curvatura del espaciotiempo, agujeros negros...; y 2) ¿resultan compatibles dichas entidades con intuiciones filosóficas? La respuesta a la última cuestión es más que evidente, entonces, ¿dónde quedan las estructuras postuladas por el REO?

sus relaciones”. Desde el punto de vista matemático, presentar la estructura es también presentar el tipo de objetos que la conforman.

Ahora bien, ¿el conocimiento de los eventos solo puede darse en aspectos estructurales, que son de carácter modal (causal)? Según los defensores del REO (French & Ladyman 2003; Ladyman et ál. 2007), el carácter modal está ausente en las estructuras matemáticas, no en las físicas, sin embargo, si entendemos la estructura matemática que define al espaciotiempo como la variedad diferenciable M , ¿dónde está su aspecto modal, pues resulta una entidad meramente matemática⁴¹? Si entendemos que el espaciotiempo es el campo gravitacional, ya hay contenido físico, pero asimismo, está presente su aspecto estructural-matemático, de carácter geométrico, y para algunos autores, intrínseco: “La relatividad general se desarrolló como una teoría de la gravedad que incorpora la explicación cualitativa de la estructura del espaciotiempo que se encuentra en la relatividad especial” (Maudlin 2014 198). Esta teoría le atribuye una estructura geométrica intrínseca y objetiva al espaciotiempo y “la distribución de la materia influye en la geometría del espaciotiempo, pero la distribución de la materia no determina la geometría del espaciotiempo” (Maudlin 2014 198). De lo anterior, ¿cuál interpretación del espaciotiempo resulta más factible, la de entenderlo como “contenedor” (solo la variedad diferenciable), como el “campo gravitacional”, o como ambos? ¿Qué tipo de objeto es el espaciotiempo? Hasta aquí, se pueden distinguir las siguientes respuestas:

- El “contenedor” donde se llevan a cabo los fenómenos, el escenario en que suceden las cosas. Un “continuo físico”. Dicho “contenedor” es ontológicamente independiente de los campos y materia (sección 2.1).

⁴¹ En ciertas interpretaciones de la TGR, se considera que en dicha teoría, respecto a la estructura dinámica y geométrica del espaciotiempo, el aspecto causal deja de tener sentido. ¿Cuál es la causa de que el espaciotiempo se curve?, ¿la presencia de materia?, pero si es así: ¿cómo interactúa la materia con el espaciotiempo, si se considera que este es meramente geométrico? De esto último es que se sustentan especulaciones sobre el aspecto causal, presente o no en la TGR, específicamente respecto a la naturaleza del espaciotiempo.

- El campo gravitacional, un “objeto” cuya representación es matemática. No habría así tal “contenedor”, solo materia y campos (sección 2.2).
- Una estructura matemática encarnada en el mundo. Dicha estructura sería de carácter relacional y ontológicamente fundamental, materia y campos solo están sustentados por sus aspectos relacionales (sección 3 y presente).

Entonces, ¿cuál de estas alternativas resulta más coherente con una postura de realismo científico?

Tomando en cuenta lo anterior, surgen cuestiones como: ¿qué es un *objeto físico*?⁴² ¿el espaciotiempo corresponde, desde la visión del REO, a un tipo distinto de objeto físico del que las teorías clásicas han postulado? En su nueva “metafísica de estructuras”, el REO cree haber dado respuesta a dichas cuestiones, sin embargo, considero que su respuesta dista de ser satisfactoria. Una de las razones es que puede interpretarse la TGR como una “teoría de campos”, donde la preeminencia la tendría el campo gravitacional por sobre la variedad diferenciable, pero de aquí resulta prácticamente imposible separarse de la idea de que hay materia, pues en la TGR precisamente “la presencia de materia influye sobre la estructura del espaciotiempo”. En términos del contenido de la TGR, ¿es una teoría que solo habla de estructuras o de materia y campos, o de todos estos aspectos? El REO tiene que explicar adecuadamente por qué su “metafísica de estructuras” debe llevarnos a abandonar una ontología de objetos físicos. El REO de autores como Ladyman et ál. (2007) está inspirado en la física moderna, sobre todo en los aspectos fundamentales de la mecánica cuántica,⁴³

⁴² Toda teoría física asume un compromiso implícito con el tipo de objetos que postula. Resulta curioso el caso de la mecánica cuántica, en la que dicha teoría acepta la existencia de objetos individuales como no individuales. Sin embargo, eso no invalida ni sus fundamentos, ni su carácter empírico.

⁴³ Según los defensores del REO, la mecánica cuántica acepta el considerar las partículas como a) individuos (con condiciones de identidad y atributos propios) y b) no individuos (su identidad ni sus atributos están definidos). Lo anterior para una postura realista resulta insostenible, por lo que tales defensores apuestan por una “metafísica de estructuras”, extensible al caso de la TGR.

donde ya no puede hablarse categóricamente de “individuos”, de aquí que, como se ha visto, para el caso del espaciotiempo, los “individuos” serían los puntos espaciotemporales. Para los autores, el espaciotiempo tiene una existencia objetiva, pero no como substancia, sino como estructura. Sin embargo, al suponer, por ejemplo, una interpretación de que el espaciotiempo es el campo gravitacional, se inserta la idea de que este último corresponde a un cierto tipo de objeto con un carácter no estructural,⁴⁴ puesto que es una especie de “individuo”, que posee identidad, y no necesariamente puede entenderse como “una estructura ejemplificada”. Por tanto, si niega el substancialismo, el REO debe aceptar un cierto tipo de relacionismo,⁴⁵ al que le resulta imposible negar la existencia de materia y campos. Pero si niega el relacionismo, debe enfrentar aspectos substanciales de la teoría que fundamentan la existencia de los puntos espaciotemporales, como las soluciones de las ecuaciones de Einstein en el vacío, siendo una de estas el espacio de Minkowski.

Finalmente, si las estructuras son lo único que hay, como la estructura matemática espaciotiempo, ¿no se está cayendo en una petición de principio dado que se supone que la “estructura de lo físico es matemática”?

Resulta difícil agotar todas las objeciones al REO, sobre todo en su versión dada por Ladyman et ál. (2007), en donde los autores pretenden sustentar una metafísica de las estructuras inspirada por los hallazgos de la física moderna. Sin embargo, he querido traer a colación algunos inconvenientes que estos y otros simpatizantes del REO tendrían que afrontar, específicamente para el caso del problema del realismo sobre el espaciotiempo, en el marco de la TGR. El REO tendría, a su vez, que responder la cuestión: ¿cómo podría predicarse la existencia física de algo que una teoría postula, cuando en primera instancia se afirma que corresponde a algo no físico, a una estructura matemática?

⁴⁴ Para este tipo de interpretación, puede consultarse Dorato (2000, 2008).

⁴⁵ De nuevo, a este tenor, puede verse el trabajo de Mauro Dorato (2008).

5. CONCLUSIONES

Para concluir, quisiera remitirme brevemente a los nueve puntos señalados al final de la sección 2, a los cuales a mi modo de ver, gran parte de los argumentos del REO todavía no logran darles respuesta.

- Respecto a los puntos 1 y 2 de la sección 2.3, por un lado, el REO considera que el espaciotiempo existe como estructura matemática, pero, por otro, debe negar la existencia de los puntos espaciotemporales. Entonces, ¿logra saldar alguno de los inconvenientes substancialistas? Si existe como entidad matemática, hay un platonismo que hace extensivo el supuesto de que los puntos espaciotemporales existen.
- De acuerdo al punto 3, un dilema para el relacionismo estriba en que diversas soluciones de las ecuaciones de campo en el vacío permiten fundamentar el carácter substancialista del espaciotiempo, ya que una de estas soluciones es el espaciotiempo de Minkowski. De aquí, ¿cómo respondería el REO a esto, siendo que fundamenta un carácter sustantivo del espaciotiempo?, ni siquiera diversas respuestas al “argumento del agujero”⁴⁶ (respecto al substancialismo) sustentan un REO del espaciotiempo.
- Los puntos de 4 a 9 fueron tratados implícitamente en la sección 4. Por ejemplo, con relación a los argumentos de Bain, identifiqué ciertos problemas formales respecto a isomorfismos y cardinalidad entre conjuntos. Todavía está por resolverse el marco formal adecuado que dé sustento al REO. Los intentos de Bain desde la teoría de conjuntos, las transformaciones continuas, la teoría de categorías, etc., siguen sin ser contundentes. Vincent Lam y Christian Wüthrich (2015) tomaron para sí el caso de Bain (2014) respecto a la reformulación de las teorías fundamentales de la física, en términos de la teoría de categorías como

⁴⁶A este tenor, pueden verse Earman y Norton (1987); Nerlich (1994).

fundamento de los compromisos del REO. Estos autores mostraron que la teoría de categorías no es un mejor marco para el REO que la teoría de conjuntos; también que la aplicación de la teoría de categorías como herramienta, para el marco formal de la teoría cuántica de campos y la relatividad general en las álgebras de Einstein (similarmente al caso de Bain), no es una garantía de que la descripción de estas teorías en términos de estructuras esté libre de apelar a objetos. Asimismo, en la respuesta al REO de Ladyman et ál. (2007), pude identificar algunas de las carencias de la “metafísica de estructuras”, aplicada al caso de concebir el espaciotiempo como una estructura matemática, que a su vez niega la existencia de los puntos espaciotemporales. En su caracterización del espaciotiempo como una “estructura física de carácter modal”, los autores no logran evitar las consecuencias de, por un lado, considerar dicha estructura como matemática, y por el otro, de afirmar que “es una estructura física”.

Un realista estructural niega el substancialismo del espaciotiempo, ya que no lo concibe como una substancia física, más bien como una estructura matemática relacional; pero el REO niega también el relacionismo, pues afirma que no existen materia y campos, solo la “estructura encarnada en el mundo”. Como pudo verse, en su concepción del espaciotiempo, el REO no logra dar respuesta a varios de los inconvenientes todavía no resueltos por substancialistas y relacionistas. ¿Puede, por tanto, ser aceptada como una postura realista legítima? El espaciotiempo es una entidad postulada por una teoría física, y de una u otra forma, si se desea ser realista con la teoría, se debe aceptar la existencia de dicha entidad, pero, ¿qué clase de objeto es? Aun así, lo más seguro es que el problema sobre cuál es su estatus ontológico aún siga abierto. El espaciotiempo quizá sí exista, pero ¿existe como entidad matemática, como estructura, como un ‘continuo físico’?

TRABAJOS CITADOS

- Allori, Valia. "Primitive Ontology and the Structure of Fundamental Physical Theories". *The Wave Function. Essays on the Metaphysics of Quantum Mechanics*. Eds. Alyssa Ney y David Z. Albert. New York: Oxford University Press, 2013. 58-75.
- Bain, Jonathan. "Spacetime Structuralism". *The Ontology of Spacetime*. Ed. Dennis Dieks. The Netherlands: Elsevier, 2006. 37-65.
- _____. "Category-theoretic Structure and Radical Ontic Structural Realism". *Synthese* 190 (2013): 1621-1635. <<https://doi.org/10.1007/s11229-011-9896-6>>.
- Becker Arenhart, Jonas R. y Bueno, Otávio. "Structural Realism and the Nature of Structure". *Euro. Jnl. Phil. Sci.* 5 (2015): 111-139.
- Borge, Bruno. "¿Qué es el realismo estructural óntico?: una aproximación al debate actual sobre el realismo científico". *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 13.27 (2013): 149-175. <<https://doi.org/10.18270/rcfc.v13i27.1636>>.
- _____. "Realismo estructural óntico y estructuras físicas". *Revista Internacional de Filosofía Campinas* 4.2 (2017): 71-97. <<https://doi.org/10.1590/0100-6045.2017.v40n2.bb>>.
- Brading, Katherine y Elena Castellani, eds. *Symmetries in Physics. Philosophical Reflections*. New York: Cambridge University Press, 2003.
- Brading, Katherine y Landry, Elaine. "Scientific Structuralism: Presentation and Representation". *Philosophy of Science* 73 (2006): 571-581.
- Bueno, Octavio. "Structural Empiricism, Again". *Scientific Structuralism*. Eds. P. Bokulich y A. Bokulich. Springer Science+Business Media B.V, 2010. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9597-8_5>.
- Butterfield, Jeremy. "The Hole Truth". *British Journal for the Philosophy of Science* 40.1 (1989): 1-28.
- Calvo Vélez, David. "Crítica del isomorfismo de los modelos estructuralistas". *Teorema* 24.3 (2006): 57-72.

- Carnap, Rudolf. "Der Raum. Ein Beitrag zur Wissenschaftstheorie". *Kant Studien Ergänzungshefte* 56 (1922).
- Cao, Tian Yu. "Can We Dissolve Physical Entities into Mathematical Structures?" *Synthese* 136.1 (2003): 57-71.
- Chakravartty, Anja. "The Structuralist Conception of Objects". *Philosophy of Science* 70.5 (2003): 867-878.
- Dieks, Dennis, ed. *The Ontology of Spacetime*. The Netherlands: Elsevier, 2006.
- _____. *The Ontology of Spacetime II*. The Netherlands: Elsevier, 2008.
- DiSalle, Robert. *Understanding Space-Time*. New York: Cambridge University Press, 2008.
- Dorato, Mauro. "Substantivalism, Relationism and Structural Spacetime Realism". *Foundations of Physics* 30 (2000): 1605-1628.
- _____. "Is Structural Spacetime Realism Relationism in Disguise? The Supererogatory Nature of the Substantivalism/Relationism Debate". *The Ontology of Spacetime II*. Ed. Dennis Dieks. The Netherlands: Elsevier, 2008. 17-38.
- Earman, John. *World enough and Space-Time. Absolute versus Relational Theories of Space and Time*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1989.
- _____. "The Implications of General Covariance for the Ontology and Ideology of Spacetime". *The Ontology of Spacetime*. Ed. Dennis Dieks. The Netherlands: Elsevier, 2006. 3-23.
- Earman, John y John Norton. "What Price Spacetime Substantivalism? The Hole Argument". *The British Journal for the Philosophy of Science* 4.38 (1987): 515.
- Einstein, Albert. "Fundamentos de la teoría de la relatividad general". *Einstein: obra esencial*. Barcelona: Crítica, 2005.
- Esfeld, Michael y Vincent Lam. "Moderate Structural Realism about Spacetime". *Synthese* 160 (2008): 27-46.
- French, Steven. *The Structure of the World: Metaphysics and Representation*. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- French, Steven y James Ladyman. "Remodeling Structural Realism: Quantum Physics and the Metaphysics of Structure". *Synthese* 136.1 (2003): 31-56.

- Friedman, Michael. *Foundations of Space-Time Theories. Relativistic Physics and Philosophy of Science*. Princeton: Princeton University Press, 1987.
- Geroch, R. "Einstein algebras". *Communications in Mathematical Physics* 26.1 (1972): 271-275.
- Hacyan, Shahan. "Geometry as an Object of Experience: Kant and the Missed Debate between Poincaré and Einstein". *European Journal of Physics* 30.1 (2007): 337-350.
- Hacking, Ian. *Representar e intervenir*. México: Paidós, 1996.
- Heller, Michael. "Einstein Algebras and General Relativity". *International Journal of Theoretical Physics* 31.2 (1992): 277-288.
- Hoefer, Carl. "The Metaphysics of Spacetime Substantivalism". *Journal of Philosophy* 93.1 (1996): 5-27.
- Horwich, Paul. "Three Forms of Realism". *Synthese* 51.1 (1982): 181-201.
- Huggett, Nick. *Space from Zeno to Einstein*. United States of America: The MIT Press, 1999.
- Jones, Roger. "Realism about what?" *Philosophy of Science* 58 (1991): 185-202.
- Ladyman, James. "What is Structural Realism?" *Studies in History and Philosophy of Science* 29 (1998): 409-424.
- _____. "On the Identity and Diversity of Objects in a Structure". *Proceedings of the Aristotelian Society* 81 (2007): 45-61.
- Ladyman, James, et ál. *Every Thing Must Go. Metaphysics Naturalized*. New York: Oxford University Press, 2007.
- Lam, Vincent y Christian Wüthrich. "No Categorial Support for Radical Ontic Structural Realism". *British Journal of Philosophy of Science* 66 (2015): 605-634.
- Madrid-Casado, C. "Do Mathematical Models Represent the World? The Case of Quantum Mathematical Models". *Nature and Life. Philosophical Essays and Physics and Biology*. Ed. J. L. González Recio. Hildesheim: Georg Olms Verlag, 2009. 67-89.
- Maudlin, Tim. "The Essence of Space-Time". *Proceedings of the Philosophy of Science Association Meetings*. Vol. 2. Comps. A. Fine y J. Leplin. East Lansing: Philosophy of Science Association, 1989.

- _____. *Filosofía de la física I. Espacio y tiempo*. México: FCE, 2014.
- Montesinos, Merced. "El problema del tiempo en la relatividad general". *Revista Mexicana de Física S* 53.2 (2007): 68-74.
- Nerlich, Graham. "Holes in the Hole Argument". *What Spacetime Explains?* New York: Cambridge University Press, 1994. 206-224.
- Poincaré, Henri. *Science and Hypothesis*. New York: Dover Publications, Inc., 1952.
- Pooley, Oliver. "Substantialist and Relationalist Approaches to Spacetime". *Philosophy of Physics*. Ed. Robert Batterman. New York: Oxford University Press, 2013. 522-586.
- Psillos, Stathis. "Is Structural Realism the Best of Both Worlds?" *Dialectica* 49 (1995): 15-46.
- _____. "Is Structural Realism Possible?" *Philosophy of Science* 68 (2001): 513-524.
- Rickles, Dean. *Symmetry, Structure and Spacetime*. The Netherlands: Elsevier, 2008.
- Redhead, Michael. "The Interpretation of Gauge Symmetry". *Symmetries in Physics Philosophical Reflections*. Eds. K. Brading y E. Castellani. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 124-139.
- Rivadulla, Andrés. "Two Dogmas of Structural Realism. A Confirmation of Philosophical Death Foretold". *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía* 42.124 (2010): 3-29.
- Romero, Gustavo E. "The Ontology of General Relativity". *General Relativity and Gravitation*. Eds. M. Novello y S. E. Pérez Bergliaffa. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. 1-15.
- Rosenstock, Sarita, et ál. "On Einstein Algebras and Relativistic Spacetimes". *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 52 (2015): 309-316.
- Rovelli, Carlo. "The Disappearance of Space and Time". *The Ontology of Spacetime*. Ed. Dennis Dieks. The Netherlands: Elsevier, 2008. 25-36.
- Rynasiewicz, Robert. "Absolute versus Relational Space-Time: An Outmoded Debate?" *Journal of Philosophy* 93.6 (1996): 279-306.
- Sklar, Lawrence. *Space, Time and Spacetime*. Berkeley: University of California Press, 1977.

- Sneed, John. *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht: D. Reidel, 1971.
- Stachel, John. "The Meaning of General Covariance". *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds: Essays of the Philosophy of Adolf Grünbaum*. Eds. John Earman et ál. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1993. 129-162.
- Szabó, Lázló E. "Meaning, Truth, and Physics". *Making it Formally Explicit*. European Studies in Philosophy of Science 6. Eds. G. Hofer-Szabó y L. Wronski. Dordrecht: Springer International Publishing, 2017. 1-16.
- Tegmark, M. "The Mathematical Universe". *Foundations of Physics* 38 (2008): 101– 150.
- Utiyama, Ruy. "Invariant Theoretical Interpretation of Interaction". *Physical Review* 5.101 (1956): 1597-1607. <<https://doi.org/10.1103/PhysRev.101.1597>>.
- Van Fraassen, B. C. "Representation: The Problem for Structuralism". *Philosophy of Science* 73.5 (2006): 536-547.
- Wald, Robert M. *General Relativity*. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.
- Will, C. M. *Theory and Experiment in Gravitational Physics*. New York: Cambridge University Press, 1993.
- Worral, John. "Structural Realism: The Best of Both Worlds". *Dialectica* 43 (1989): 99- 124.
- Wüthrich, Christian. "Challenging the Spacetime Structuralist". *Philosophy of Science* 76 (2009): 1039-1051.

PROTOIDEAS DE TERMODINÁMICA Y EVOLUCIÓN EN LA OBRA BIOLÓGICA DE ARISTÓTELES*

THERMODYNAMICS AND EVOLUTION PROTO-IDEAS IN ARISTOTLE'S BIOLOGY

HORACIO SERNA
Instituto de Físico-Química
de la Academia Polaca de Ciencias
Varsovia, Polonia
hasernas@unal.edu.co

CARLOS EDUARDO DE JESÚS
SIERRA CUARTAS
Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia.
cesierra@unal.edu.co

RESUMEN

Las ideas gestadas en la Antigua Grecia son un mar de contrastes. Si bien muchas de ellas propiciaron a la postre el desarrollo de la ciencia y la filosofía, algunas otras fueron verdaderos obstáculos epistemológicos que retrasaron y entorpecieron su desarrollo. Este artículo tiene como principal objetivo realizar un recorrido crítico por algunos de los textos más relevantes de la obra biológica de Aristóteles en busca de protoideas sobre termodinámica y evolución. En particular, se revisarán los tratados *Sobre las partes de los animales* y *Sobre la locomoción de los animales*.

Palabras clave: termodinámica; biología; protoidea; obstáculo epistemológico; Aristóteles; Parménides.

* Este artículo se debe citar: Serna, Horacio y Carlos Eduardo de Jesús Sierra Cuartas. "Protoideas de termodinámica y evolución en la obra biológica de Aristóteles". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 85-122. <https://doi.org/10.18270/rfc.v19i39.2783>

ABSTRACT

The ideas developed in Ancient Greece are a sea of contrasts. While many of them eventually led to the development of science and philosophy, some others were true epistemological obstacles that delayed and hindered their development. The main objective of this text is to make a critical journey through some of the most relevant texts of Aristotle's biological work searching for proto-ideas on thermodynamics and evolution. In particular, a review of the tractates: *On the parts of the animals* and *On the locomotion of the animals* will be made.

Keywords: thermodynamics; biology; proto-idea; epistemological obstacle; Aristotle; Parmenides.

1. INTRODUCCIÓN

En la Antigua Grecia, en el siglo VII a. C., más o menos hacia el año 640, emerge una filosofía que traía consigo una nueva forma de ver el mundo que pretendía descifrar todas las cosas del cosmos, incluidos los seres vivos, teniendo como base un principio o, en el lenguaje de los antiguos griegos, *arjé*. Este concepto se puede interpretar como la sustancia que no requiere de nada ni de nadie para existir. Una versión primigenia de la causa incausada de santo Tomás de Aquino (2001) como vía para la demostración de la existencia de Dios. De este modo, se puede sostener que a partir del *arjé* surgen todos y cada uno de los componentes del universo. Antes de entender el origen de las cosas en términos de una sustancia o principio material, los antiguos griegos atribuían todo cuanto les pareciera inexplicable a la intervención divina de múltiples deidades, de ahí que su cultura desarrollara una de las mitologías más ricas de la historia. Se podría decir que en el seno de la filosofía presocrática nace el modo racional de ver el mundo, ya que se privilegiaba la observación como fuente primaria para las interpretaciones filosóficas subsecuentes, dejando de lado las explicaciones basadas en deidades y fantasías. Aun con esto, los dogmatismos todavía

desempeñaban un papel fundamental en el discurso filosófico, convirtiéndose en verdaderos obstáculos epistemológicos a la sazón. La misma concepción de *arjé* es un dogmatismo por definición, a pesar de que cambiara de forma y propiedades dependiendo del humor y el razonamiento de cada pensador (tierra, aire, fuego, agua, o alguno más exótico como el apéiron, lo indeterminado).

En contraste, algunos autores consideran que la filosofía presocrática es el origen no solo de la racionalidad sino del modo científico de ver el mundo. Pensadores de la talla de Karl Popper (1999) sostenían que el modo científico de ver el mundo vio la luz en la filosofía presocrática. Con dogmatismos todavía presentes en ella, es difícil hablar de un posible origen de la ciencia en la Antigua Grecia. Sin embargo, se han utilizado el *principio de ignorancia* (Schneider 2005) –que establece que el ser humano no puede desvelar los secretos del universo únicamente con la experiencia de los sentidos– y el sesgo cultural (Estrada Esquivel 2000; Popper 1999) en defensa de la tesis de que el modo científico de ver el mundo surgió en la Grecia Clásica pues la ciencia es, entre otras cosas, hija de la duda y la razón.

Hacia el 385 a. C. nace Aristóteles en Estagira, en lo que hoy corresponde a la ciudad de Stavro. Con el Estagirita aparece una nueva forma de entender la realidad como un conjunto de dos elementos constitutivos: materia y forma. En síntesis, un objeto real está definido por materia y forma de manera separada y es el sujeto, por medio de la experiencia y la observación, quien funde los dos elementos en un concepto durante el proceso intelectual. Si bien esto no deja de ser un esquema harto simplificado de la realidad, sirvió para avanzar hacia una teoría del conocimiento más integral que poco a poco dejó de lado los dogmatismos presentes en la filosofía presocrática. No obstante, esto no libró a Aristóteles de llegar a conclusiones desafortunadas. Con sus especulaciones erróneas sobre el vacío, lo que denominó *horror vacui*, retrasó el desarrollo de la tecnología del vacío en Occidente (Sierra 2012). Como veremos a lo largo de este texto, este no sería el único obstáculo epistemológico que puede atribuírsele.

Con este panorama, es menester estudiar la filosofía natural con las cautelas pertinentes, máxime si muy pocas de las observaciones y aseveraciones de sus exponentes clásicos pueden elevarse al nivel de científicas. El microbiólogo Ludwik

Fleck utilizó el recurso conceptual de *protoidea* en el desarrollo de sus teorías en metodología de la investigación. Sostenía que prácticamente todas las investigaciones en temas nuevos partían de una o varias protoideas que podían venir de la filosofía o la religión y que habían estado en el conocimiento popular mucho antes de que adquirieran el carácter de ideas científicas. Una *protoidea* es un elemento de conocimiento vago aceptado como verdadero que obedece a un mínimo de racionalidad y suele instaurarse en el imaginario colectivo (Sady 2017). Los pasos siguientes para que estas se conviertan en ideas científicas suelen ser una generalización y una comprobación experimental. El átomo de Demócrito, el heliocentrismo clásico y la noción de microbio fueron protoideas hasta su consolidación como ideas científicas propiamente dichas de la mano de John Dalton, Nicolás Copérnico y Antón van Leeuwenhoek, respectivamente.

Así, la lectura crítica de la obra biológica de Aristóteles se llevará a cabo con el enfoque de Ludwik Fleck en un intento por rescatar protoideas de conceptos o principios termodinámicos y de evolución biológica a la par que se señalarán las conclusiones desafortunadas a las que también llegó el Estagirita y que causarían atascamientos epistemológicos que, en algunos casos, persistieron por siglos. Desde luego, no se trata aquí de cuestionar los aportes de Aristóteles desde la mirada de hombres de nuestro tiempo o siglos inmediatamente precedentes, como si fuese perfecto lo de ahora, sino de procurar ubicar vislumbres de ideas que tengan el semblante de antecedentes de los principios fundantes de la termodinámica y la biología, de suerte que permita comprender algo mejor el proceso de su génesis.

Las líneas que escribió Aristóteles sobre el estudio de los seres vivos son más que las que escribió sobre otros temas, de aquí que se le considere como un filósofo de la naturaleza en toda regla. La obra biológica que aún se conserva está constituida por *Sobre las partes de los animales*, *Historia de los animales*, *Sobre la generación de los animales*, *Sobre el alma*, *Sobre la locomoción de los animales*, *Sobre el movimiento de los animales* y un tratado de varios estudios titulado *Pequeños estudios naturales*. Lamentablemente algunos de sus tratados se perdieron. Es el caso de un volumen sobre animales fabulosos, un tratado sobre las plantas, una descripción sobre animales y un conjunto de dibujos y planchas anatómicas a las que se refiere en

el desarrollo de su biología (Bartolomé & Marcos 2010). Este trabajo se detendrá en dos tratados: *Sobre las partes de los animales* y *Sobre la locomoción de los animales*.

2. CAUTELAS Y PRIMERAS CONSIDERACIONES

Como documenta bien Alfredo Marcos en la introducción del texto escrito en compañía de Rosa Bartolomé (2010), los antecedentes de la obra biológica no solo se encuentran entre los presocráticos. También se cuenta con las siguientes fuentes previas a Aristóteles:

- Conocimientos populares: pesca, ganadería, caza y agricultura. En las técnicas de la crianza de animales, se obtuvieron conocimientos empíricos que despertaron el interés de los más perspicaces.
- Medicina y farmacia popular griega: recolectores de raíces medicinales y médicos propiamente dichos.
- Primera historiografía jonia: Demócrito, Heródoto y Ctesias en el siglo v a. C. Expediciones y viajes de exploración.
- El testimonio del cartaginés Hanón en el siglo vi a. C. de su encuentro con gorilas en el norte de África.
- Estudios clasificatorios que llevaban a cabo Platón y Espeusipo en la Academia. La manera dicotómica de clasificar fue blanco de la crítica de Aristóteles.
- Medicina hipocrática. Hipócrates (460 a. C.-375 a. C.).
- Selección y cría de caballos por parte de Simón de Atenas y Jenofonte en el siglo v a. C.

Aquí conviene hacer una aclaración de lo más pertinente sobre la forma en que se concebían la ciencia y la filosofía en Occidente. Es evidente que la medicina hipocrática fue la base de la medicina en la Antigüedad y el pilar a partir del cual evolucionó la medicina moderna. Sin embargo, el enfoque racional de la medicina de la tradición hi-

pocrática no era el único presente en las civilizaciones de Occidente, pues contrastaba con este un enfoque más espiritual, o bien chamánico-religioso, en el que se inducían estados alterados de consciencia, bien fuera con propósitos curativos o de revelación del conocimiento por parte de los dioses del inframundo (Sierra Cuartas 2018).

En las décadas de 1950 y 1960, se hicieron varios hallazgos arqueológicos en el sur de Italia, en las ruinas de la otrora ciudad de Elea-Velia, patria de los célebres filósofos eleatas. Entre ellos había varias inscripciones muy llamativas. Las primeras, descubiertas en 1958 sobre basamentos de estatuas rezaban así: “Oulis hijo de Euxinos ciudadano de Elea sanador phôlarchos en el año 379; Oulis hijo de Ariston sanador phôlarchos en el año 280; Oulis hijo de Hyeronimus sanador phôlarchos en el año 446” (Kingsley 2010). Más tarde, en 1960, se hallaron, sobre un bloque de mármol, estas tres palabras: “Ouliadês, iatromantis, Apolo” (Kingsley 2010). En 1962, se descubrió una inscripción reveladora sobre Parménides, padre de la lógica occidental: “Parmeneides hijo de Pyres Ouliadês Physikos” (Kingsley 2010). *Oulis* y *Ouliadês* eran títulos de alguien dedicado al dios Apolo, denominado Oulios, el “destructor que sana” o el “sanador que destruye” (Morales Ripalda 2016). *Phôlarchos* es una palabra que solo se ha encontrado cinco veces, y todas ellas en Elea. Es una palabra compuesta de archos ‘señor, jefe’ y *pholeos* ‘guardida’, por lo que se podría proponer un concepto como “el señor de la guardida” (Morales Ripalda 2016).

Peter Kingsley (2010) asegura que esta “guardida” hace alusión a las cavernas subterráneas usadas como santuarios de Apolo donde se realizaba la incubación de los sueños, práctica que consistía en meditar profundamente en posición tumbada y en inmovilidad absoluta. Si se hacía con maestría, podía llevar a un estado alterado de consciencia llamado “muerte aparente”, un sueño consciente que permitía a los iniciados de Apolo acceder al conocimiento divino (Kingsley 2010; Morales Ripalda 2016). Otro concepto interesante que aparece en las inscripciones es el de *iatromantis*, que hace referencia a practicantes de la incubación de sueños con propósitos proféticos y curativos. Teniendo estos conceptos claros, la última inscripción define a Parménides como un iniciado apolíneo y, por ende, practicante de la incubación de sueños. Basado en estos descubrimientos, Kingsley (2010) reinterpreta el Poema del ser de Parménides, también conocido como *Poema de la naturaleza*, cuyos versos

bien pudieron venir de las experiencias del Eleata durante la incubación de sueños más que de la razón (Kingsley 2010; Morales Ripalda 2016; Sierra Cuartas 2018). Esta interpretación del Poema del ser en la época de Parménides representaría la más probable desde el punto de vista cultural, pues como demuestran los datos hallados en los basamentos de estatuas de 1958, era una tradición de cientos de años, iniciada en la ciudad griega de Focea, sita en Anatolia, de la cual procedían los fundadores de Elea-Velia y Marsella, tradición que se vio alterada por Platón quien, al tomar las ideas de Parménides como fundamento de su lógica, se esforzó en ocultar la dimensión espiritual de la obra del Eleata (Sierra Cuartas 2018).

Estos llamativos hallazgos ponen en entredicho la idea de un Occidente exclusivamente racional en marcado contraste con un Oriente espiritual. Queda así en evidencia la continuidad de una tradición chamánica entre Occidente y Oriente, que tuvo su influencia en campos como la medicina y el derecho, con una tradición médica distinta a la hipocrática, cual expresión de una filosofía práctica. Hoy por hoy, la tradición espiritual ya se está tomando en cuenta en la historia de la medicina y la filosofía, como bien demuestran el libro *Medicina antigua: De Homero a la peste negra* de Orlando Mejía (2018) y el análisis lingüístico del *Poema de la naturaleza* de Miguel Candel (2016) que, entre otras cosas, sugiere ajustes en la traducción en armonía con esta tradición.

Así, es importante incluir la tradición espiritual de la medicina y la filosofía de la escuela de Elea como fuente previa a la obra biológica de Aristóteles, máxime si él no fue totalmente ajeno a la tradición espiritual de la medicina como se detallará más adelante en este artículo. El Estagirita trató de entender a cabalidad el concepto de ser viviente y realizó una completa descripción de las partes de los animales justificando sus observaciones con conceptos heredados de su filosofía. El concepto de la obra biológica por excelencia es el hilemorfismo, idea que propone la conformación de todas las cosas, y en este contexto específico de los vivientes, por dos elementos primordiales: materia y forma. Aristóteles utiliza el hilemorfismo para explicar la teleología de las partes de los seres vivos, esto es, sus causas y finalidades.

Existen diversas posiciones con respecto a la capacidad de observación que tenía Aristóteles, algunas de ellas completamente opuestas. Lewes (1864) arguyó

que el Estagirita estaba lejos de ser un buen observador, puesto que no le dio la importancia necesaria a verificar las fuentes de información que utilizaba. Se sabe que Aristóteles se informó en varias ocasiones de pescadores, cazadores y, en general, del conocimiento popular, de manera que las imprecisiones científicas eran muy probables si el saber del pueblo no se sometía a prueba. En favor de Lewes, aparece el episodio de la mandíbula del cocodrilo: Aristóteles afirmó equivocadamente que el cocodrilo mueve, a diferencia de los demás animales, la mandíbula superior mientras la inferior permanece anclada al cráneo. Jesús Mosterín (1984) comenta que la imprecisión de Aristóteles se debe a que tomó la afirmación de marras directamente de un texto de Heródoto sin someterla a confirmación.

Por otro lado, Carlos García Gual (1992) defiende la calidad de buen observador de Aristóteles. Si bien acepta que en algunas ocasiones pecaba por afirmar cosas a la ligera, hubo otras tantas en las que concluía tras haber realizado observaciones propias bastante juiciosas. Una prueba está en la constante referencia a las planchas anatómicas en los textos de su biología (Bartolomé & Marcos 2010). Dado que se trata de una obra perdida no se podría confirmar con total certeza su existencia, pero, teniendo en cuenta las demás autorreferencias que Aristóteles suele presentar de textos que todavía se conservan, es posible asumir que las planchas anatómicas en realidad existieron. El desarrollo de tales planchas habría requerido, cuando menos, de una observación muy detallada de los vivientes.

Otro episodio que apoya la hipótesis de Aristóteles como buen observador es el experimento del desarrollo embriológico del pollo, el cual consistía en tomar 20 o más huevos fecundados y ponerlos a empollar con dos cluecas. A partir del segundo día, hasta el día de la eclosión, se retiraba y se abría un huevo para observar el desarrollo del embrión. La sugerencia del ensayo apareció por primera vez en un tratado hipocrático *Sobre la naturaleza del niño*, pero fue Aristóteles el que aparentemente desarrolló el experimento y lo describió con tremenda exactitud.

Con esto en mente, ponemos en contexto los aspectos generales de la biología aristotélica para entender cómo utilizaba su filosofía para proponer interpretaciones. En *Sobre las partes de los animales*, define dos tipos de partes, a saber:

- *Partes no homeómeras o heterogéneas*: son aquellas cuyas partes que no son fundamentalmente iguales al todo, es decir, existen a su vez otras partes que las constituyen. Por ejemplo, la cabeza, que está compuesta del rostro, el cabello, etc.
- *Partes homeómeras u homogéneas*: son aquellas cuyas partes son formalmente iguales al todo. Por ejemplo, una parte de la sangre sigue siendo sangre. Esto funciona solo en la observación directa.

Esta clasificación de las partes se corresponde con lo que hoy serían los órganos y los tejidos, respectivamente.

Además Aristóteles separa los animales en dos grupos: sanguíneos y no sanguíneos, lo que encaja bien con la clasificación actual de vertebrados e invertebrados. Y, necesariamente, encaja habida cuenta de que, según señala Jesús Bustamante: “Una de las herencias más importantes que el pensamiento moderno debe a la filosofía aristotélica medieval es el concepto de ciencia como inventario sistemático del mundo” (1999 171). Es más, el Renacimiento se encargó de revitalizar este concepto. Y el Barroco lo llevó al paroxismo, al punto que se hizo el inventario no solo de plantas, animales y minerales, sino el de la forma de los remolinos y las turbulencias del agua, los espíritus de la naturaleza (tales como fantasmas, trasgos y hadas) y hasta los órdenes angelicales. En suma, listas y más listas. Aún cabe decir más: Francis Bacon mantuvo esta dimensión recolectora, con lo cual echó a andar el paradigma baconiano de conquista de la naturaleza que nos rige y sojuzga en la actualidad.

Si bien Aristóteles no indagó a fondo sobre el origen de la vida, en *Generación de los animales*, un escrito que trata fundamentalmente los mecanismos de reproducción de los animales, afirma que ciertos insectos y todos los testáceos surgen por generación espontánea. En la época del Estagirita, era común la creencia de que de la carne podrida surgían moscas. Esta imprecisión se debía a las observaciones superficiales que se hacía de ciertos fenómenos como la putrefacción, y a los vestigios de la teoría de Anaximandro del origen de los animales a partir del limo. El Estagirita defendió el paradigma de la generación espontánea que permaneció durante muchos

siglos obstaculizando el desarrollo de la ciencia (Bartolomé & Marcos 2010). Sobre este nefasto suceso volveremos luego.

Un recurso argumentativo que Aristóteles emplea mucho en su biología, y que lo lleva a cometer muchas imprecisiones, es la diferencia axiológica entre las distintas direcciones del espacio. Él afirmaba que el lado izquierdo era siniestro comparado con el derecho. No obstante, es en el costado izquierdo donde se localiza el que consideraba el centro de la sensación: el corazón. Por los frecuentes choques conceptuales a los que llegaba con la axiología direccional, se veía obligado a recurrir a explicaciones ad hoc. Por ejemplo, justificaba que el corazón se encontrara en el lado siniestro para compensar la frialdad intrínseca de esta parte, puesto que este órgano era la fuente del calor de cocción para la síntesis de las demás partes del individuo. En esto tuvieron mucho que ver los conocimientos heredados de otros pensadores. Su maestro Platón postuló la teoría del mundo de las ideas, en el cual se encontraban las esencias de todos los entes materiales, y se ubicaba arriba de la esfera material, es decir, de la tierra. Por su parte, Aristóteles defendía al mundo material como única realidad. De esta suerte, si se toma como referencia el cuerpo, hacia arriba se encuentra la esencia de los vivientes y hacia abajo su realidad material. Así mismo, la izquierda y la derecha desempeñan un papel importante en el pensamiento aristotélico. Esta anisotropía espacial se puede marcar como una limitante de la obra biológica, ya que induce al error (Bartolomé & Marcos 2010).

De todas maneras, la vinculación de la filosofía en la argumentación biológica fortaleció el marco teórico de sus tratados, lo que se tradujo en varios éxitos explicativos. Por ejemplo, la elucidación de las funciones del cordón umbilical y la placenta, la diferencia entre los caracteres sexuales primarios y secundarios, se suman a su lista de aciertos. Por otro lado, rechazó algunas teorías erróneas, entre las cuales se encuentran:

- *Preformacionismo*: doctrina que sostiene que los individuos se encuentran preformados en el fluido seminal del macho. Así, el proceso de desarrollo embrionario se reduce al mero crecimiento de los órganos preformados.

- *Pangénesis*: proceso en el cual el semen recibe aportaciones de cada una de las partes del organismo. Aún el propio Darwin creyó en la teoría pangenetista.
- *Teoría encéfalo-mielógena*: propuesta por Alcmeón de Crotona. Afirma que el semen se sintetiza en el cerebro y que baja a los testículos por medio de un hipotético conducto que une la cabeza con los genitales.

Otra obra de vital importancia en la biología aristotélica es *Sobre el alma*. La pretensión del autor en este tratado era realizar una teoría general de los vivientes utilizando su típico esquema de argumentación teleológico, con el que dejó claro que la diferencia que existe entre los entes vivos y los no vivos era el alma. Esta es responsable de la identidad del ser vivo como tal, es decir, es la causa primera de todas las funciones básicas que diferencian a un viviente, esto es: nacer, alimentarse, crecer, reproducirse, sentir, desplazarse, entre otras. Se puede decir que el alma es la fuerza motriz de los vivientes, el ente metafísico que cambia la potencia del ser vivo en acto. Así, en el lenguaje aristotélico, un ser vivo se define en la medida en que posea alma. Una definición un poco más fresca de ser vivo, con un marcado enfoque termodinámico, se encuentra en Jorge Wagensberg:

Un ser vivo es un rincón del universo empeñado en distinguirse de sus alrededores. Estar muerto significa seguir mansamente los azares del entorno inmediato: calentarse cuando se calienta, secarse si se seca, agitarse cuando se agita, desgastarse si se desgasta, fluctuar cuando fluctúa... Estar vivo es evitar que el resto del mundo devore las diferencias, es eludir el tedioso equilibrio final (1998 17).

Con esto en mente, es posible aseverar que, en un contexto físico, los seres vivos son sistemas altamente alejados del equilibrio termodinámico, y que esta situación solo puede sostenerse mientras se siga con vida, o bien, en el lenguaje de Aristóteles, se posea alma. En este punto, la inclusión de la termodinámica en el discurso aristotélico toma sentido con lo que viene a continuación. El propio Estagirita, de manera algo implícita, ya concebía los seres vivos como sistemas termodinámicos,

algo que evidentemente hizo sin percatarse. La influencia del cardiocentrismo lo llevó a considerar el corazón como centro de la sensación y fuente de calor de cocción, como se mencionó antes. Por otro lado, arguyó que el cerebro y la respiración constituían el sistema de refrigeración, de manera que el calor del corazón se viese compensado y se mantuviera un equilibrio térmico dentro del organismo. Si bien las funciones que le atribuía al cerebro y el corazón estaban lejos de coincidir con las verdaderas, su argumento guardaba coherencia y lógica.

En la tesis doctoral de Laura Nuño de la Rosa García, se encuentra una justificación filosófica de la concepción, aparentemente termodinámica, que tenía el macedonio de los organismos vivos:

En ese lugar intermedio se localiza “el punto de donde procede el movimiento” (GA II. 742b35): el corazón en los sanguíneos y el órgano análogo en los no sanguíneos, que en ambos casos actúa como principio articulador de todas las partes animales. En él reside el calor, “chispa vivificante de la naturaleza” y responsable, por tanto, de la mayoría de las funciones vitales, como los cambios sustanciales implicados en la digestión, los procesos regenerativos o el crecimiento. Pero ningún principio puede darse en Aristóteles sin su contrario, que aquí vendrá encarnado por el cerebro, la estructura anatómica más fría, y su función refrigerante...

En realidad, el calor acogido por el corazón y distribuido por los cuerpos animales a través de la sangre que bombea no es él mismo un principio, sino instrumento del verdadero principio de los animales: el alma (2005 38).

Aquí las explicaciones teleológicas vuelven a aparecer, el alma funciona como *arjé* y el fin es la vida misma que, como aclara la autora, consiste en el correcto desarrollo de las funciones vitales. Es de resaltar que, en la filosofía del Estagirita, se recurre a una especie de ley de compensación. En el pasaje anterior, se argumenta que la presencia del corazón depende de manera directa de su contrario: el cerebro. El uso de este recurso argumentativo da pie a casos particulares interesantes que

constituyen protoideas. El caso de la dualidad cerebro-corazón decanta en una ley de compensación de calor, una protoidea del principio de conservación de la energía como se explicará más adelante.

3. SOBRE LAS PARTES DE LOS ANIMALES: DE LA COMPENSACIÓN DEL CALOR INNATO

Este es el tratado más extenso de los tres que se analizarán, y constituye un buen compendio de las explicaciones de las partes de los animales teniendo en cuenta sus causas y fines. En este tratado, Aristóteles comienza diciendo que una buena posibilidad para el estudio de los seres vivos es la asociación de atributos comunes para un estudio conjunto, de manera que trata aspectos como el movimiento, la organización, el crecimiento, el sueño, la respiración, la decadencia y la muerte por ser características distintivas de los sistemas vivos en general. Es precisamente con esta metodología como se puede llegar a una teoría unificada de la vida, incluyendo su origen y la diversificación de las especies (Kauffman 2003). Darwin (2009) propuso que todas las especies que se conocen evolucionaron de un ancestro común y la selección natural fue tomando variaciones beneficiosas para cada una de las especies y las acumuló en virtud de preservar la existencia de las más aptas en la carrera de la vida. El problema más complejo hoy en día es identificar el ancestro común, ubicar su aparición en el tiempo y el espacio, y entender cómo surgió. Esto, en última instancia, se traduce en descubrir el origen de la vida en la Tierra, enigma que persiste. Sin embargo, si el descubrimiento llegase a darse únicamente con el estudio de las características comunes de todos los organismos vivos, se le podría sacar provecho, y solo de esta forma se entendería la complejidad de la materia viva. De esta suerte, Aristóteles utilizó una metodología apropiada para el estudio de la complejidad biológica acorde con los métodos actuales. Por otra parte, también advirtió que, dentro de los atributos comunes, los animales utilizan distintos mecanismos para llevar a cabo sus funciones. Es el caso de la locomoción, pues cada ser tiene su modo particular de moverse, como la natación, el vuelo, la marcha y la reptación.

La biología aristotélica hereda muchos aspectos de la filosofía del Estagirita. Uno de los más importantes es la distinción de cuatro causas que intervienen en los fenómenos naturales: la forma, el fin, la materia y el motor. Las cuatro causas fundamentales las contrasta con la dualidad acto-potencia, pues la forma y el fin se relacionan directamente con el acto, mientras la materia se refiere a la potencia. Es aquí donde convergen el hilemorfismo y la teleología. La teoría de las cuatro causas es la base argumentativa de la obra biológica y, si se analiza con cuidado, se pueden encontrar algunas equivalencias con la concepción termodinámica de los vivientes. Como botón de muestra cabe mencionar las potencias, que son las manifestaciones sensibles de los cuatro elementos naturales, esos mismos que, siglos atrás, los filósofos presocráticos propusieron como *arjé*. Así, las potencias son el calor, el frío, la sequedad y la humedad, conceptos a los que, según Aristóteles, se puede reducir todo el entramado de los vivientes y la naturaleza. Las potencias están definidas por la presencia o ausencia de uno de los elementos constitutivos de la materia, a saber: calor es exceso de fuego mientras frío es su ausencia; humedad es exceso de agua y sequedad, su ausencia. Estamos ante una visión primitiva del concepto de fuerza motriz, entendida hoy como una diferencia o gradiente en las variables termodinámicas de estado capaz de generar un flujo de materia o energía. Para la época no existía una definición consolidada de temperatura, por lo que el fuego sería el concepto que haría su papel en la filosofía aristotélica. Aunque Aristóteles nunca propuso cómo las potencias podían dar lugar a un flujo, sí les concedió la capacidad de sintetizar tejidos durante los procesos de cocción, i.e., de generar un efecto verificable, la capacidad de hacer trabajo. En este orden de ideas, la potencia aristotélica es la protoidea de gradiente, pieza fundamental de la termodinámica de procesos irreversibles.

Todos los fenómenos naturales tienden al equilibrio termodinámico, esto es, a igualar temperatura, presión y potencial químico con los alrededores. Para un ser vivo, alcanzar el equilibrio termodinámico representaría la muerte; por esto necesita de mecanismos que le permitan estar alejado del equilibrio o, en otras palabras, mantener los gradientes. En la biología aristotélica, las potencias constituyen la materia prima de los vivientes, de manera que el Estagirita ya asociaba su idea de gradientes con los seres vivos. Como anota Alfredo Marcos (1992), Daniel Brooks y Richard

O'Grady diferencian varios tipos de actividades dirigidas a un fin: las denominadas *teleomáticas*, que enmarcan todas aquellas actividades que se dirigen a un estado final, en algunos casos de equilibrio, sin que tenga importancia el hecho de que los actores de tales actividades sean vivientes o no. Por su parte, una actividad teleonómica es aquella en la que el estado final se logra en función de la estructura (forma) de los entes involucrados; por ejemplo, la homeóstasis, el desarrollo ontogénico y, en general, todos los procesos irreversibles que acontecen en el orbe (Marcos 1992). Las *actividades* teleológicas implican que el acontecimiento último se relacione directamente con la consciencia, como es el caso de una herramienta concebida para un fin impuesto desde el comienzo por su fabricante o el sigilo propio de un tigre de Bengala cuando se dispone a emboscar un grupo de ciervos. El discurso de Aristóteles sobre la causalidad es teleológico por definición. No obstante, la forma en que lo matiza en sus textos no implica la existencia de un agente-diseñador consciente y externo a los procesos teleológicos que refiere, por lo que, desde la óptica de la filosofía moderna, debe considerarse como un discurso teleonómico (Marcos 1992).

La relación entre teleonomía y teleología sirve para dar paso al análisis de otro concepto importante e interpretable a la luz de la ciencia moderna: la necesidad. El Estagirita identificó varios tipos de necesidad, a saber (Bartolomé & Marcos 2010):

- *Necesidad absoluta*: algo existe por necesidad absoluta si no puede no existir. Por ejemplo, los seres eternos como los dioses y las verdades matemáticas.
- *Necesidad hipotética*: se da en los seres naturales, los que devienen. Este tipo de necesidad explica, según Aristóteles, las características propias de las partes de los animales.

La necesidad hipotética se manifiesta en la nutrición de los animales. Para ellos, esta es indispensable; a su vez, la nutrición requiere de la existencia de partes que funcionen en pro de ella: boca, esófago, estómago y el resto del sistema digestivo; además, para que todas estas partes existan son necesarios bloques estructurales más pequeños: tejidos, células, el aparato enzimático y todo el entramado metabó-

lico sin ir más lejos. En un sentido estricto, todo lo que concierne a los niveles de organización molecular y la lucubración de la fisiología de los seres vivos conforman gran parte de la vanguardia de los estudios sobre complejidad biológica. Como uno de muchos ejemplos, se presenta a continuación un pasaje en donde se asocia directamente la necesidad o, más precisamente la teleonomía, de los seres vivos con el azar y su valor para la comprensión de la vida, sobre todo en lo que respecta a la información genética y su transferencia en función de la evolución:

Decimos que estas alteraciones [genéticas] son accidentales, que tienen lugar al azar ... se deduce necesariamente que solo el azar está en el origen de toda novedad ... El puro azar, el único azar, libertad absoluta pero ciega, en la raíz misma del prodigioso edificio de la evolución: esta noción central de la biología moderna no es ya hoy en día una hipótesis, entre otras posibles o al menos concebibles. Es la sola concebible, como única compatible con los hechos de la observación y experiencia. Y nada permite suponer (o esperar) que nuestras concepciones sobre este punto deberán o incluso podrán ser revisadas (Monod 1970 125).

En determinados escenarios ciertas capacidades son harto beneficiosas para los seres vivos, teleonómicos por naturaleza. Sin embargo, la adquisición de tales capacidades solo puede darse alterando el código genético que, por vías naturales, se logra únicamente al azar, tal como lo aclara Monod (1970).

Aunque Aristóteles sostuvo que para la generación de un nuevo ser se precisaba de progenitores y germen, también fue defensor de la generación espontánea de algunos animales e insectos, como los testáceos y los escorpiones. El Estagirita llegó a tan nefasta conclusión tal vez basado en la observación superficial de procesos de descomposición de materia orgánica durante los cuales larvas de insectos parecían surgir espontáneamente. Para salir de este embrollo, argumentó que, aun cuando ciertos animales no requirieran de progenitores, tenían procesos de generación particulares que siempre daban origen a la misma especie de organismo; se podría decir que el papel de los progenitores lo cumplía ahora el proceso de generación, pues es la causa del nuevo ser (Bartolomé & Marcos 2010). Aquí queda claro que el método

científico que Aristóteles parecía utilizar correctamente en algunos de sus estudios sobre los vivientes, no lo emplea de modo adecuado en este caso, lo cual demuestra que el método científico jamás ha sido estático.

El paradigma de la generación espontánea frenó el desarrollo de la ciencia por veinte siglos. Los primeros experimentos en su contra no se realizaron sino hasta el siglo xvii, cuando Francesco Redi llevó a cabo su famoso experimento de los vasos con los pedazos de carne. Tomó dos vasos y en cada uno puso un pedazo de carne; dejó uno de los vasos al descubierto y tapó el otro con una gasa. Al cabo de unas horas las moscas se acercaron al vaso descubierto y se posaron sobre la carne, alimentándose y dejando sus huevecillos en la superficie. Más tarde, aparecieron las larvas y, posteriormente, nuevas moscas. Por el contrario, el pedazo de carne del vaso cubierto permaneció intacto (De Kruif 2006). Este fue el primer experimento que trató de demostrar la falacia de la generación espontánea.

Más tarde, en el siglo xviii, Lazzaro Spallanzani reafirmó la desmitificación de la generación espontánea con los primeros ensayos de esterilización. Por esos días, John Turberville Needham, un clérigo inglés, había hecho experimentos en los que concluía, erróneamente claro está, que del caldo de carnero emergían animales microscópicos de modo espontáneo. Spallanzani, que se dice gozaba con la destrucción de las ideas contrarias a las suyas, montó todo un arsenal de experimentos en los que probaba que los experimentos de Needham adolecían de errores metodológicos que lo llevaron a concluir mentiras. La serie de experimentos de Spallanzani consistían, en lo básico, en hervir durante mucho tiempo el caldo y en sellar herméticamente los recipientes donde los disponía. Una descripción más detallada se puede encontrar en el bellissimo libro de Paul de Kruif (2006), *Los cazadores de microbios*. Los experimentos de Spallanzani dieron pie a que las ideas de generación espontánea se debilitaran mucho, preparando el panorama para Pasteur un siglo más tarde.

Así las cosas, Louis Pasteur dio un contundente golpe a la ya agonizante generación espontánea con su famoso experimento (Brack 1998). El momento cumbre de su descubrimiento lo representa la conferencia que dio en 1864 en el marco de las veladas científicas de La Sorbona. Uno de los pasajes más importantes se reproduce a continuación:

Coloco una porción de esta infusión de materia orgánica en un recipiente de cuello largo, tal como este. Supongamos que hago hervir el líquido y que después lo dejo enfriar. Al cabo de algunos días, tendrá mohos o animalculos infusorios desarrollados en el líquido. Haciéndolo hervir, he destruido los gérmenes que podían existir en el líquido y en la superficie de las paredes del recipiente. Pero, como esta infusión se encuentra de nuevo puesta en contacto con el aire, se altera como todas las infusiones.

Ahora supongamos que repito esa experiencia, pero que antes de hacer hervir el líquido, estiro con la lámpara de esmaltador el cuello del matraz, de forma que resulte adelgazado, dejando, sin embargo, abierta su extremidad. Hecho esto, llevo el líquido del matraz a la ebullición, después lo dejo enfriar. Ahora bien, el líquido de este último matraz quedará completamente inalterado, no dos días, ni tres, ni cuatro, ni un mes, un año, sino tres, cuatro años, pues, la experiencia de que hablo ha durado ya este tiempo (Pasteur 1964 15).

Con este experimento, sencillo, pero contundente, Pasteur puso en evidencia la falacia de la generación espontánea y comprobó que todos los seres vivos necesitan germen para formarse.

Aunque Pasteur parecía haber concluido con el mito de la generación espontánea, todavía quedaba un episodio más, poco conocido, pero real, que refleja cómo el orgullo científico y el reduccionismo más extremo pueden llevar a conclusiones erróneas. En el primer cuarto del siglo xx, Alfonso Herrera López (1932), científico mexicano, puso todos sus esfuerzos en el desarrollo de la plasmogenia, una presunta ciencia experimental que pretendía crear vida en el laboratorio. Tal era su orgullo que llegó a proclamar que su plasmogenia era “la nueva ciencia del origen de la vida” y, además, afirmó, exhibiendo un reduccionismo nocivo para la ciencia, que: “Vivir es realizar una función física y química. Nada más”. De otro lado, siempre mantuvo una actitud altiva contra la Iglesia y contra Pasteur, por ser abiertamente creyente, cruzando el límite de la desfachatez. Tal actitud altanera contra los pensadores creyentes no podía dejar más en evidencia su desconocimiento de la historia

de la ciencia, pues la esta cuenta con grandes exponentes creyentes. Gregor Mendel, Miguel Servet, Nicolás Copérnico, Max Planck y James Clerk Maxwell son dignos ejemplos. Aún más, la mayor parte de los científicos que han existido son cristianos.

Lo paradójico de este fallido intento de sintetizar la vida en el laboratorio fue el hecho de que un religioso, el padre Jaime Pujiula, biólogo y jesuita español, puso punto final a tal despropósito. El episodio de la plasmogenia es una continuación necia del paradigma de la generación espontánea, pues, filosóficamente hablando, la creación artificial de la vida sería verdadera generación espontánea, esto es, vida sin preceder germen de vida (Pujiula 1921). En su entrada “Plasmogenia”, aparecida en la *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, el padre Pujiula desmonta todos los intentos de sintetizar artificialmente la vida haciendo un análisis juicioso de las diferencias estructurales y fisiológicas de los artefactos obtenidos en el laboratorio –principalmente utilizando técnicas de crecimiento osmótico– y las células de los vivientes que intentaban emular (Pujiula 1921). Sus críticas fueron la estocada final de la generación espontánea. Ahora bien, hace poco, se ha visto un libro sobre la obra de Herrera (Cleaves et ál. 2014), amén de la de otros entusiastas de la plasmogenia, que no alude a las críticas del padre Pujiula, lo cual constituye un sesgo indeseable.

Ahora, retomando la idea de germen, se puede leer en el siguiente pasaje de Bartolomé y Marcos (2010) que Aristóteles define dos tipos de germen, los cuales se relacionan con su ya expuesto hilemorfismo y con la teoría de las potencias.

Pero aún antes que el germen está aquello de lo cual es germen, pues el germen es un devenir y el fin una sustancia. E incluso antes que ambos está aquello que da lugar al germen. Pues hay dos tipos de germen: germen de aquello de que proviene y germen de aquello a que dará lugar. En efecto, está el germen como producto del ser del cual proviene, por ejemplo de un caballo, y el germen como principio del que surgirá a partir de él, por ejemplo, de un mulo. Se llama igual en los dos casos, pero no es lo mismo. Además el germen es en potencia algo, y conocemos la relación entre potencia y acto (Bartolomé & Marcos 2010 104).

La dinámica que propone Aristóteles aquí es una especie de cadena causa-efecto. En primer lugar, se habla de un progenitor, luego del germen del progenitor y, finalmente, del germen del ser al cual dará origen el progenitor; todos se acogen bajo el mismo concepto, pero es claro que hay notables diferencias. Lo importante aquí es identificar la conexión entre el concepto de germen y la relación acto-potencia. Como el germen es un devenir, de entrada, se puede catalogar como acto, ya que el cambio propio del devenir hace del germen un movimiento, que es acto en el sentido más estricto. Es fácil pensar que el germen es potencia, pues es lo que da origen al ser vivo que es fin y sustancia, pero, en la biología de Aristóteles, el germen es un ente material, por lo tanto, es acto. Es análogo a un embrión en las primeras fases de gestación.

En este orden de ideas, y realizando una interpretación más fresca de las aseveraciones del Estagirita, se puede proponer el siguiente esquema: en primer lugar, está la esencia del ser vivo: su ser, que puede interpretarse como la potencia, pues es esta idea la que luego pasará a ser un ente material. Ahora, aparece el germen del progenitor, que es acto. Más tarde, una vez nace el progenitor, entra en fase de desarrollo en busca de un fin, que es convertirse en un ejemplar adulto capaz de ejercer como tal, de mostrar su verdadera esencia. Luego, cuando alcanza su fase última de desarrollo y está listo para procrear, ya es sustancia, o bien, fin, y puede originar el germen de otro ser que pasará nuevamente por el mismo proceso. Este esquema funciona de maravilla si se presupone la existencia de todas las especies desde un principio, pero exhibe varios problemas si se plantea bajo la lente darwinista del ancestro común, ya que se regresaría a la típica paradoja evolutiva: “¿Qué fue primero: el huevo o la gallina?”. Sin embargo, puede aprovecharse para entender las características que diferencian a los seres vivos de los demás entes materiales, algo que logró bien el sabio macedonio.

Otro aspecto que no se puede pasar por alto es la afirmación que hace Aristóteles sobre la sangre, ya que la consideraba parte de la esencia de cada ser vivo, es decir, que la sangre diferencia a cada individuo, incluso a los de la misma especie.

Ahora bien, al comenzar el segundo libro de este tratado, Aristóteles plantea una teoría sobre la organización de la materia viva, en la cual describe con todo detalle el proceso que la materia inerte debe atravesar para convertirse en un viviente, que es precisamente uno de los problemas fundamentales de la ciencia moderna. El

Estagirita define tres tipos de composición o síntesis: en la primera, se propone una interacción de los cuatro elementos en forma de potencias, es decir, calor, humedad, sequedad y frío, para construir la materia de los tejidos con sus características particulares: pesadez, ligereza, densidad, rareza, aspereza, entre otras, las cuales dependen de la proporción en la que se mezclan las potencias. En la segunda síntesis, la materia que se produjo en la interacción previa se convierte en los tejidos propiamente dichos, es decir, en el lenguaje aristotélico, las partes homeómeras, las indivisibles como la carne y el hueso. La tercera síntesis corresponde a interacciones de las partes homeómeras para dar origen a las partes no homeómeras, esto es, a los órganos y a los miembros del organismo. Con las tres síntesis, Aristóteles desarrolla un discurso muy lúcido de fisiología y organización biológica, todo esto con una base argumentativa teleológica. Se antepone las partes homeómeras a las no homeómeras, ya que son estas las que contienen las potencias en la proporción correcta para desempeñar las diferentes funciones del organismo, y además son las unidades estructurales de las segundas, que son entelequia en su máxima expresión. Aristóteles también advierte que los animales poseen partes instrumentales y sensoriales: las primeras son no homeómeras y las segundas tienen su origen en las homeómeras, de las cuales se derivan los órganos sensoriales.

1. *Los simples*: son los cuatro elementos que se desdobl原因 en las potencias. Tierra es sequedad más frío, agua es humedad más frío, fuego es sequedad más calor y aire humedad más calor. Son los entes completamente homogéneos e indivisibles.
2. *Los compuestos*: resultan de la combinación de los cuatro elementos; son ejemplos la madera y los metales. También se denominan sustancias, pues siguen siendo homogéneos y existen de manera independiente sin necesidad de formar parte de un todo.
3. *Partes homeómeras*: como se explicó antes, son las que, hasta cierto punto, conforman sustancias uniformes y homogéneas en los organismos, y tienen funciones muy específicas; algunas son la carne, la sangre, la bilis y el semen.

4. *Estrato interfásico*: se compone de las partes de naturaleza ambigua pues se comportan como partes homeómeras y no homeómeras al mismo tiempo. Es el caso de los huesos y las venas; aunque son divisibles en partes idénticas, es decir, una parte de una vena es de naturaleza venosa y una parte de un hueso es de naturaleza ósea, no podrían desempeñar su función si no se acompañan de otras partes homólogas, esto es, constituyen un todo funcional como el sistema circulatorio u óseo.
5. *Partes no homeómeras*: se forman a partir de las homeómeras y cumplen funciones muy específicas dentro de los vivientes.
6. *Los animales*: es el compendio orgánico de las partes no homeómeras, de cuyo todo son indisolubles; es el nivel más alto de organización para Aristóteles.

Es curioso que el Estagirita no incluya a las plantas dentro de sus niveles; quizá sería más preciso hablar de organismos vivos en el nivel 6 más que de animales.

Para hacer un contraste de épocas, Jorge Wagensberg (1998) propone un esquema de la organización de la materia conforme a la termodinámica irreversible, algo que él llama “breve historia universal de la materia”. El primer nivel corresponde a las partículas fundamentales, como los electrones y los no tan populares muones y piones. Estas partículas pueden encontrarse libres en el espacio, por ejemplo, en los aceleradores de partículas, o pueden hallarse formando parte de átomos, que son el segundo nivel de organización. Los elementos, salvo los gases nobles, poseen átomos aislados muy inestables, lo que lleva a formar asociaciones con otros átomos, bien sean del mismo elemento o de otro distinto. Estas asociaciones son las moléculas, que corresponden al tercer nivel. Las moléculas pueden ser muy ligeras, como las de hidrógeno, o muy masivas, como las del ADN. Ahora bien, las moléculas pueden agruparse de una manera específica y construir otra individualidad aún más compleja, la célula, que sería el cuarto nivel. Aún existen muchos interrogantes para construir el puente que relacione los niveles 3 y 4, pero se tienen suficientes evidencias para proponer un modelo en el cual intervengan la termodinámica, la teoría matemática de la información, la teoría de la evolución y la biología mo-

lecular (Wagensberg 1998; Sagan & Schneider 2008; Schrödinger 2005). Como un nivel intermedio que relaciona lo inerte con lo vivo, puede proponerse lo que Oparin (1995) llamó “coacervados”, que son asociaciones espontáneas de moléculas proteínicas que forman conglomerados lo bastante grandes como para diferenciarse del medio acuoso, lo que luego les permite intercambiar materia y energía con el medio y formar complejos de coacervados. Ahora bien, los coacervados no son seres vivos, sino entes orgánicos que exhiben características similares a las células, como la diferenciación con el medio, el intercambio de materia y energía con el entorno, así como la capacidad de asociarse y formar complejos.

Retomando los niveles de organización, las células pueden agruparse y formar un organismo, que ahora conforma el quinto nivel, en el cual se incluye desde las bacterias hasta los mamíferos superiores. En el sexto nivel aparece lo que Wagensberg denomina “sociedad familiar de una sola madre”, que admite como claros ejemplos las colonias de hormigas y abejas y los núcleos familiares sencillos de mamíferos. A partir del sexto nivel, se hace indispensable la vinculación de las ciencias humanas para el entendimiento de la vida, pues los vivientes no solo son complejos desde el punto de vista fisiológico, sino también desde el punto de vista social y cultural, algo que sería imposible de tratar sin las ciencias del hombre. Se continúa entonces con el séptimo nivel, la sociedad multifamiliar, típica de los mamíferos superiores. En el nivel más alto de la organización de la materia, está el octavo nivel, la sociedad de sociedades multifamiliares con soberanía sobre sí misma, como es el caso de un Estado, una individualidad propia de los humanos. En este punto, resulta oportuna la idea planteada por Isaac Asimov en su conocida trilogía de la *Fundación*, algo así como un noveno nivel: un imperio galáctico, cuyo sustento teórico es una nueva ciencia planteada por Asimov: la psichistoria, basada en la ley de los grandes números para seguir la evolución de la humanidad más allá de la Tierra.

Para finalizar su discurso, Wagensberg (1998) dice que desde hace más de 10 000 millones de años hasta hace 3800 solo existieron los tres primeros niveles, es decir, la *materia inerte*. Más tarde, durante los siguientes 3000 millones de años, aparece el nivel cuatro, que constituyó el comienzo de la *materia viva*. Hace unos mil millones de años surge el quinto nivel, pero solo hasta hace unos 100 millones

de años los individuos del quinto nivel lograron tomar decisiones con base en las condiciones del entorno, esto no es más que la *materia inteligente*. Luego, después de la aparición del séptimo nivel y del amanecer del octavo, hace unos cien mil años, la materia inteligente accede al conocimiento y se convierte en la materia civilizada, la cual es capaz de volverse hacia su historia y preguntarse por su devenir.

Volviendo a la lectura de *Sobre las partes de los animales*, Aristóteles propone una visión cardiocéntrica de los vivientes, pues sostiene que, en el proceso de gestación, es el corazón el primer órgano que se forma, ya que el calor necesario para las diferentes cocciones que sufre la materia para convertirse en las partes homeómeras proviene del corazón. Define el sentido en el que se puede decir que un objeto está más caliente que otro, encontrando siete casos diferentes para hacerlo: (1) si calienta más lo que toca; (2) si produce mayor sensación de calor al tacto; (3) si funde mejor lo fundible; (4) si quema mejor lo combustible; (5) si, a igualdad de otros factores, es mayor en tamaño; (6) si se enfría más lentamente; o (7) si se calienta más rápidamente. Vale la pena detenerse en esta clasificación. Los casos (1) y (2) son básicamente indistinguibles a los ojos de la ciencia moderna. Al poner en contacto un cuerpo caliente y uno frío, debido a la diferencia de temperatura entre los dos cuerpos, se establece un flujo de calor que va desde el cuerpo más caliente hacia el más frío hasta que se alcanza el equilibrio térmico, momento en el cual ambos cuerpos poseen la misma temperatura y el flujo de calor cesa. En la medida en que la temperatura de equilibrio sea más o menos elevada, se puede decir lo mismo de la temperatura del cuerpo caliente al comienzo del proceso. En este orden de ideas, de los casos (1) y (2) se puede rescatar la protoidea de temperatura en el sentido de “cantidad de calor”, que, si bien es ambigua y demuestra una confusión entre los conceptos de calor y temperatura, es la única referencia, y, además implícita, de tal concepto en toda la obra de Aristóteles. Para la época un concepto explícito de temperatura era inexistente.

Los casos (3) y (4) representan vagas nociones de los conceptos de calor latente y calor de combustión, respectivamente. El caso (3) reconoce que algunos sólidos pueden fundirse por acción del calor, lo que es un gran acierto explicativo. Con el caso (4) es preciso ser cauteloso, pues, en la forma en que lo concibió Aristóteles, se entiende que el calor de combustión sería la cantidad de energía necesaria para que

una masa de combustible arda, cuando justamente es todo lo contrario: la cantidad de energía que libera una masa de combustible al arder. Los casos (5), (6) y (7) constituyen, en conjunto, la protoidea de calor sensible, resumida en la propiedad de la materia denominada capacidad calorífica, que, en lo básico, indica cuánta energía hay que proporcionar, o retirar, a una unidad de masa de sustancia para aumentar, o disminuir, su temperatura en un grado. En los puntos de marras, se relaciona la cantidad de calor (protoidea de temperatura), el tamaño (la masa) y el tiempo en el que ocurren los cambios. La idea de “rapidez” solo sería importante para determinar si un cuerpo tiene más o menos calor sensible (capacidad calorífica), si en un estudio comparativo los cuerpos tuviesen igual masa, igual forma, igual temperatura inicial y recibieran el mismo flujo uniforme de calor. Así, la única diferencia estaría dada por la naturaleza de los materiales que se comparan, teniendo una capacidad calorífica más elevada el que tarde más tiempo en aumentar o disminuir su temperatura. Es decir, los puntos (6) y (7) son contradictorios per se, ya que, si un cuerpo tarda un tiempo dado en calentarse de T_i a T_f tardaría el mismo tiempo en enfriarse de T_f a T_i . A pesar de que se ha demostrado la incongruencia de los puntos (6) y (7), no se puede desconocer que Aristóteles utilizó el enfoque apropiado al relacionar la cantidad de calor, la masa y el tiempo del proceso, sembrando una idea generatriz que se fue ajustando con el paso del tiempo.

Ahora, analicemos el caso de la humedad y la sequedad. Para explicar lo húmedo y lo seco, el Estagirita acude a un ilustrativo ejemplo:

Un hielo y todo líquido helado se denomina seco en acto y por accidente, aunque en potencia y en sí mismos sean líquidos; por otro lado, la tierra, la ceniza y sus semejantes, mezcladas con un líquido, son, en acto y por accidente, húmedas, pero en sí mismas y en potencia, secas (Bartolomé & Marcos 2010 140).

La conclusión más básica que se puede extraer del pasaje anterior es la de que Aristóteles relacionaba la humedad con la presencia de líquidos y la sequedad con la ausencia de ellos. Esto es de fácil sometimiento a prueba empírica y, seguramente, fue la vía que él utilizó para establecerlo. Dice el Estagirita que el hielo es “seco en acto

y por accidente”, pues, en condiciones ambientales, “en potencia”, es agua líquida. En el caso particular del agua, Aristóteles parecía tener bastante claro que al enfriarla podría esta transformarse en hielo. Análogamente, realizando una comparación entre la nutrición y la lluvia dice: “... al elevarse el vapor de la tierra y ser llevado por el calor a lo alto... (Bartolomé & Marcos 2010 152)”. Con esto queda claro que era consciente de los cambios de fase del agua en condiciones ambientales estándar. Además propone un esquema de secado de sólidos por evaporación para explicar la naturaleza terrosa del cerebro, como se aprecia en el siguiente pasaje:

Que el cerebro está compuesto de agua y tierra, lo demuestran las circunstancias siguientes: cuando se cuece se vuelve seco y duro y al evaporarse el agua por la acción del calor, queda la parte terrosa, como cuando se cuecen las legumbres y otros frutos, ya que en su mayor parte son de tierra y una vez que se ha ido el líquido mezclado con ellos, estos también se vuelven duros y totalmente terrosos (Bartolomé & Marcos 2010 153).

En este sentido, Aristóteles atinó bastante en las condiciones típicas para las cuales se logran cambios de fase en el agua. Estas ideas, junto con el caso (3) de la comparativa entre cuerpos calientes descrito, demuestran una relación acertada entre el calor y los cambios de fase.

En este punto, es preciso aclarar que la humedad en Aristóteles siempre tiene su origen en el agua. Él consideraba que un líquido era tal debido a su composición mayoritariamente acuosa. Si bien incluía el agua como uno de los elementos constitutivos del cosmos, además de ser generadora de una de las potencias fundamentales formadoras de la materia, no reconoció su importancia para la vida más allá de ser parte constituyente de los vivientes.

La explicación de las potencias y los elementos en el marco de la fisiología de Aristóteles desempeñan un papel importante para entender los procesos de cocción del alimento y la generación de las partes homeómeras. En la descripción de la digestión, muestra nuevamente su lucidez argumentativa y sus aciertos parciales en fisiología:

La elaboración del alimento es propia de muchas partes. En efecto, la primera operación visible en los animales se efectúa mediante la boca y sus partes, donde el alimento tiene que ser troceado. Pero esta operación no causa ninguna digestión sino que más bien, la posibilita. Pues la división del alimento en pequeños trozos facilita bastante la acción del calor. La función de la cavidad superior e inferior es realizar la digestión con ayuda del calor natural (Bartolomé & Marcos 2010 141).

El calor al que hace referencia proviene del corazón, que transforma el alimento triturado, que se encuentra en el estómago, en la sangre gracias a un primer proceso de cocción. Posteriormente, una serie de cocciones sucesivas transforman la sangre en otras partes homeómeras. Es claro entonces que la sangre es pieza vital de la fisiología aristotélica, pues, en dos palabras, es la responsable de materializar todas las partes del organismo con la ayuda del calor del corazón y de la interacción entre las potencias. Incluso, atribuye a la sangre la razón de las diferencias comportamentales de las diferentes especies y tipos de vivientes, lo que podría interpretarse como una rudimentaria teoría sobre la herencia. La siguiente cita muestra esto claramente:

La naturaleza de la sangre es causa de numerosas diferencias, no sólo en el temperamento de los animales sino también, razonablemente, en su sensibilidad, pues es la materia del cuerpo entero. En efecto, la nutrición es materia y la sangre es la nutrición última. Por consiguiente, existe una gran diferencia si la sangre es caliente o fría, fina o espesa, turbia o clara (Bartolomé & Marcos 2010 145).

Para el Estagirita, la sangre da identidad a los vivientes, los animales de sangre fría son temerosos mientras los de sangre caliente son temerarios. Así las cosas, sin percatarse, dibujó un primer, y rudimentario, boceto de la biología molecular, pues las potencias harían las veces de componentes del material genético (nucleótidos) con la información necesaria que lleva los pormenores de la morfología y la fisiología de cada organismo, incluyendo también patrones etológicos. Es claro que se trata de

un pequeño indicio, ya que para la consolidación de la biología molecular hicieron falta la teoría celular, así como las tecnologías asociadas con la microscopía y con las pruebas bioquímicas con marcadores radiactivos, sin ir más lejos. No obstante, es interesante notar que para ese entonces Aristóteles ya pensaba que las características de los seres vivos provenían de ciertos procesos que ocurrían en su interior y que la proporción de las potencias que constituían la sangre estaba directamente relacionada con el tipo de animal y su comportamiento.

Ya se habló del corazón y la sangre, y se hizo especial énfasis en su papel en la fisiología aristotélica. En secciones anteriores, se discutió la función errónea que el Estagirita atribuyó al cerebro al considerarlo como un mero órgano de refrigeración que contrarrestaba el calor producido por el corazón. En el siguiente pasaje, se observa la ley de compensación de calor que Aristóteles utiliza como argumento para detallar la anatomía básica del sistema nervioso central:

Muchos piensan que el cerebro es la médula y el principio de la médula porque ven que la médula espinal es contigua a él. Sin embargo, su naturaleza es, por así decir, totalmente opuesta, pues el cerebro es la parte más fría del cuerpo, mientras que la médula es de naturaleza caliente. Lo demuestra su untuosidad y su grasa. La espina dorsal es contigua al cerebro porque la naturaleza siempre procura asociar los contrarios para compensar el exceso de cada uno, para que el exceso de uno iguale al del otro (Bartolomé & Marcos 2010 149).

Al ser el cerebro la parte más fría del cuerpo, no basta con el calor producido por el corazón para alcanzar un balance orgánico. Tal vez Aristóteles consideró que, al no estar contiguos el corazón y el cerebro, el calor producido en el primero no llegaba con la suficiente intensidad al centro frío, por lo que alcanzar el equilibrio calórico del organismo requería de partes calientes cerca del cerebro y por esto otorga a la médula una naturaleza caliente. Además, recordando su esquema axiológico, no se debe perder de vista que gran parte del calor del corazón se utilizaba para amortiguar lo siniestro del lado izquierdo. Aquí es preciso aclarar que no hay registro escrito de cuantificación de calor por parte de Aristóteles en toda su obra; su ley de compensa-

ción es meramente cualitativa, fundamentada en ideas preconcebidas. Al menos un intento juicioso de la cuantificación del calor por parte del Estagirita hubiera vuelto las tornas respecto a muchas de sus afirmaciones. Aunque la determinación errónea de las funciones del cerebro y el corazón —ni el corazón es el centro caliente, ni el cerebro el centro frío— fue un obstáculo epistemológico que dificultó el desarrollo de la medicina, la ley de compensación que lleva a Aristóteles a tal yerro pudo haber sido de vital importancia en la consolidación del principio de conservación de la energía. En un sentido amplio, aquí chocan la medicina hipocrática y la medicina basada en incubación de sueños de tradición eleática, una colisión frontal entre la razón y la metafísica que abrió un camino estrecho para el desarrollo de una idea científica moderna, tal y como lo advertía Kingsley (2010). Desde luego, habría que hacer un esfuerzo muy grande por reconocer algo remotamente similar a la primera ley de la termodinámica en la ley de compensación aristotélica. Sin embargo, la ley de marras habla de evitar los excesos de calor y asume que hay una cantidad de calor basal que debe permanecer inalterada. Esta protoidea de equilibrio térmico, que involucra la compensación del calor corporal, fue determinante en la evolución del concepto de energía y su conservación, máxime si analizamos lo que, doce siglos más tarde, el gran médico persa, Avicena, escribe en *El canon de la medicina* sobre el efecto del ejercicio en el cuerpo:

Todos los grados de ejercicio (fuerte, débil, poco o alternado con reposo) coinciden en incrementar el calor innato. Hay poca diferencia si el ejercicio es vigoroso o débil y asociado con mucho descanso o no; en cualquier caso hace que el cuerpo se caliente, e incluso aun cuando el ejercicio debería provocar una pérdida del calor innato, eso se produce solo en una pequeña cantidad. La disipación de calor es solo gradual, mientras que la cantidad de calor producido es mayor que la perdida (Garde Herce 2005 7).

No quedan dudas de que la claridad del pasaje es impresionante, con una direccionalidad evidente hacia las consecuencias de un principio de conservación del calor, que implica disipación y acumulación. El cuerpo se calienta porque el calor

generado durante el ejercicio no se disipa completa sino parcialmente. Que Avicena hable del calor innato y continúe elaborando elegantemente la ley de compensación aristotélica acercándola a una protoidea del primer principio de la termodinámica no es casualidad, pues el médico persa tenía pleno conocimiento de la obra de Aristóteles e incluso adoptó varios elementos de su filosofía a la suya propia (Garde Herce 2005). Empero, los planteamientos de Avicena, aunque lúcidos, se quedaron en el nivel cualitativo. No fue sino hasta el siglo XIX cuando, con el desarrollo de la calorimetría de respiración, fue posible realizar mediciones confiables del calor corporal en animales, las cuales permitieron concluir que las recién establecidas leyes de la termodinámica también se extendían a los vivientes (Sierra 2012).

En síntesis, la evolución del principio de la conservación de la energía fue un proceso largo y gradual de varios siglos, una historia que incluye imperios, talasocracias, móviles perpetuos, motores hidráulicos, máquinas de vapor y revoluciones bélicas, políticas e industriales (Sierra 2012).

4. SOBRE LA LOCOMOCIÓN DE LOS ANIMALES

En esta obra, se explican las partes de los animales que posibilitan el movimiento, haciendo énfasis en las diferentes formas de locomoción: natación, reptación, vuelo, entre otras. Lo más llamativo de este tratado es la repetida referencia a ideas que evocan la teoría de la evolución biológica. En diversos pasajes, Aristóteles afirma que “la naturaleza no hace nada en vano (Bartolomé & Marcos 2010 310)” y que “la naturaleza es causante de lo mejor en la medida de lo posible (Bartolomé & Marcos 2010 169)”, dos frases en total consonancia con la teoría de la selección natural. Utiliza estas afirmaciones para dar cuenta de “seres ordenados a un fin” y “acontecimientos vinculados a seres ordenados a un fin”. Si se analiza esto desde la biología evolutiva, se encuentran interesantes correspondencias. Por ejemplo, que los rasgos de los vivientes cumplen una función específica condicionada evidentemente por las características del medio y del hábitat. También se puede hablar de rasgos secundarios vinculados genéticamente con rasgos más importantes que cumplen funciones

vitales. En la obra biológica se explica que no se trata de un bien general para la naturaleza, sino para cada animal, ya que la finalidad de los rasgos de un animal se moldea según su entorno, pero solo favorece en la mayoría de los casos al animal; aunque no se deben perder de vista los impactos que la modificación de una especie tienen en la homeóstasis del ecosistema y en las relaciones simbióticas (Bartolomé & Marcos 2010). En resumidas cuentas, el Estagirita enmarca a la naturaleza en su teleología. La dinámica de la naturaleza se orienta a un fin que puede interpretarse como el bienestar de los vivientes, pues siempre apunta a la mejora de sus características en aras de contrarrestar las adversidades del medio.

Incluso el propio Darwin (2009) en la reseña histórica de *El origen de las especies* reconoce que Aristóteles se acercó muchísimo al concepto de selección natural cuando en su Física advirtió que la lluvia no cae ni para hacer crecer el grano ni para estropearlo y, siguiendo su estilo explicativo, acude a la analogía directa con la organización en los animales y escribe el siguiente pasaje:

Por lo tanto, ¿qué impide que las diversas partes tengan esta relación meramente accidental en la naturaleza? —como los dientes, por ejemplo, crecen necesariamente, los de delante afilados para cortar y las muelas chatas y aptas para masticar la comida; pues no fueron hechos para esto, sino que fue resultado accidental. Y del mismo modo en las otras partes del cuerpo en que parece existir adaptación para un fin. Por consiguiente, dondequiera que todas las partes de un todo se presentan como si fueran hechas para algo, se han conservado, pues, han sido constituidas apropiadamente por una espontaneidad interna; y dondequiera que las cosas no estuvieran constituidas así, perecieron y perecen todavía (Aristóteles, citado en Darwin 2009 1-2).

Darwin complementa este aparte afirmando que lo que el Estagirita decía no es otra cosa que el principio de selección natural, pero que tal descubrimiento lo hizo sin percatarse ya que sus observaciones sobre la formación de los dientes demostraban lo poco que entendió Aristóteles el principio de marras (Darwin 2009).

No obstante, en otros pasajes, Aristóteles parecía reconocer al uso como pieza fundamental en la explicación del porqué de algunos órganos:

La naturaleza otorga cada órgano relacionado con el ataque y la defensa a los únicos animales capaces de utilizarlos o que pueden utilizarlos mejor y, en especial, a los que les dan mayor uso, como el aguijón, el espolón, los cuernos, los colmillos y cualquier otro semejante (Bartolomé & Marcos 2010 180).

Darwin (2009) estableció que el uso y el desuso eran motor de la selección natural, de alguna manera decidían por las partes que se desarrollaban más y las que tendían a desaparecer. Pero, en este mismo contexto, Darwin se encontró con problemas para explicar desde la selección natural el desarrollo gradual de partes muy complejas y de partes que a primera vista no parecen cumplir ninguna función benéfica. En el primer caso está el ojo, sobre el cual Darwin se pronuncia así:

Suponer que el ojo, con todos sus admirables dispositivos para ajustar el foco a las diversas distancias, para admitir diferentes cantidades de luz y para corregir las aberraciones esférica y cromática pudiera haberse formado por selección natural parece, lo confieso francamente, de lo más absurdo (Darwin 2009 196).

Realmente es una tarea difícil establecer una serie evolutiva gradual que converja al ojo. A este respecto, el biólogo Richard Dawkins (1998) propone una ruta evolutiva para el ojo a partir del crecimiento gradual de la cavidad ocular hasta formar un globo ocular completo con un pequeño agujero (*pinhole eye*), hasta el desarrollo de lentes. Conviene señalar que la convergencia evolutiva de los ojos de los mamíferos y los cefalópodos, es decir, la llegada a una misma solución por rutas evolutivas distintas, es una prueba de que la selección natural aplica incluso en casos tan complejos como el ojo.

En contraposición, están los órganos de poca importancia aparente, pues, de entrada, estarían violando la teoría. Si la selección natural se encarga de mejorar los órganos en la medida en que sean más eficientes o útiles en determinado entorno, de manera que se garantice la supervivencia de los más aptos, y si el desuso hace que

ciertos órganos desaparezcan, entonces, ¿por qué existen órganos sin función aparente? Ni el mismo Darwin supo responder esta cuestión (Gould 2008).

En *Sobre la locomoción de los animales*, el Estagirita aplica su principio de axiología direccional, en el que la función de cada parte depende de la dirección del espacio en la que se encuentre en el cuerpo. En lo básico, Aristóteles reconocía seis dimensiones espaciales agrupadas en tres pares: superior e inferior, anterior y posterior, derecha e izquierda. La distribución espacial de las partes de los vivientes, según este esquema de seis dimensiones, está relacionada con su función. Así, la parte desde la que se produce la distribución del alimento y el crecimiento es la superior; y la parte hacia la que el alimento progresa, la inferior (Bartolomé & Marcos 2010). En las plantas, el alimento se distribuye desde la parte inferior hacia la superior, por lo que él explica que el plano biológico es distinto al plano espacial. Por tanto, las plantas tienen su parte superior biológica en la inferior espacial.

Para la locomoción de los animales, las partes anterior y posterior interactúan para producir el movimiento. Aristóteles enuncia, entonces, un principio de carácter mecánico: todo movimiento de locomoción se produce por empuje o tracción. Con estos principios básicos, concluyó que lo que se mueve siempre lo hace apoyándose en algo que le sirve de base, de manera que, si la base se retira demasiado rápido, o si esta no ejerce resistencia a lo que se mueve, básicamente no puede haber movimiento. Aquí hay un acierto interesante en materia de física mecánica.

Otro punto importante es lo concerniente a la lateralidad. Aristóteles afirmaba que los seres humanos son los seres vivos más lateralizados. Esa simple percepción del conspicuo macedonio hoy ya es un hecho: la asimetría funcional del cerebro humano gana nuevas funciones a costa de perder redundancia, mientras que permanece en un tamaño viable desde el punto de vista estructural (Bartolomé & Marcos 2010).

Para finalizar el análisis de este tratado, se analiza lo que Aristóteles decía sobre el seccionamiento y la integración de los animales. Los animales sanguíneos no pueden vivir si se les secciona en varias partes o, en su defecto, tales seccionamientos les impedirían el movimiento normal. Sin embargo, algunos animales no sanguíneos y de muchos pies pueden seguir viviendo durante largo tiempo si se les secciona en

cada una de sus partes, además de conservar el movimiento normal. Según Aristóteles, esto se debe a que estos últimos están compuestos de muchos animales que en conjunto forman un continuo (Bartolomé & Marcos 2010). En la actualidad, se sabe que esta diferencia de integración entre los animales superiores y los más simples es una de las manifestaciones del progreso evolutivo del sistema nervioso hacia una mayor centralización.

En los últimos años, se desarrolla un debate de la mano de diversos pensadores sobre si existe o no progreso evolutivo (Barahona & Ayala 1997). Uno de los defensores más fehacientes del progreso evolutivo es Jorge Wagensberg, quien resume su posición en un elocuente aforismo: “¿Qué es el progreso? No estoy seguro, pero entre una bacteria y Shakespeare algo ha tenido que progresar” (Wagensberg 2015). Por su parte, David Hull (1998) sostiene que no existe evidencia científica de tal concepto, mientras que Stephen Jay Gould (2008) propone un nuevo término que se desmarque del antropocentrismo inherente del concepto de progreso: noción operacional de direccionalidad.

Sin desconocer que la emergencia de los seres superiores sugiere la existencia del progreso evolutivo, la tendencia de la naturaleza hacia el equilibrio termodinámico marca una ruta en la que al final de cuentas el progreso pierde todo sentido. Por otro lado, también puede decirse que la evolución se da tanto por competición como por colaboración o simbiosis. Tal idea la aterrizó Lynn Margulis con la *teoría endosimbiótica*, en la que propone que las mitocondrias y los cloroplastos eran procariotas de vida libre antes de ser asimilados por células de mayor tamaño dando origen así a las células eucarióticas (Sagan L. 1967). La idea del Estagirita de que cada animal inferior es un agregado de varios colaboradores no plenamente integrados (simbiontes), mientras que los superiores son más unificados, da luces de ideas evolutivas muy primitivas. No obstante, como advirtió Darwin, seguramente son concepciones de las que el sabio macedonio nunca captó realmente su trascendencia (Marcos 1992).

5. CONCLUSIONES

Tras un recorrido por dos de los tratados más importantes de la obra biológica de Aristóteles, se han detectado diversas protoideas en materia de termodinámica y evolución. Las potencias que tanto utilizó el Estagirita en su fisiología son una idea primitiva del concepto de gradiente físico-químico. En lo atinente al calor innato producido dentro del cuerpo humano, Aristóteles comenzó a moldear conceptos clave en termodinámica como temperatura, calor sensible y latente y, de manera más vaga, el concepto de capacidad calorífica. Sin duda, su mayor acierto fue la ley de compensación de calor que, si bien estaba aún muy alejada del primer principio de la termodinámica, sentó un precedente valioso. No se puede perder de vista que Avicena, siguiendo los lineamientos de Aristóteles, da con una versión mucho más clara y elaborada de la ley de compensación del calor, más cercana al principio de conservación de la energía.

En cuestiones de biología evolutiva, se rescata el diálogo entre la necesidad absoluta y la necesidad hipotética como un medio de justificación de las funciones de las partes de los vivientes. La idea de uso es central en la obra biológica, aunque Aristóteles no la reconozca como motor de la evolución, sino más bien como la causa final de las partes de los animales. Así mismo, la insinuación de la selección natural, si bien intuita casi por casualidad, fue un acierto reconocido por el mismo Darwin. Los niveles de organización de la materia viva en términos de las potencias también constituyen una protoidea de materia jerarquizada, fundamental en el entendimiento de las bases moleculares de la vida. Otro punto importante es la idea de progreso evolutivo, evidente cuando Aristóteles otorga la categoría de superiores a los animales sanguíneos y propone que estos son más integrados que los no sanguíneos.

En cuanto a obstáculos epistemológicos relacionados con los vivientes, la obra biológica tiene tela para cortar como se demostró en este artículo. Sin embargo, los dos más importantes, que significaron un estancamiento científico que duró siglos, fueron el cardiocentrismo y la generación espontánea.

TRABAJOS CITADOS

- Aquino, Santo Tomás de. *Suma de teología*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos, 2001.
- Barahona, Ana y Francisco J. Ayala. “El progreso biológico”. *Arbor* 158.623-624 (1997): 251-268. <<https://doi.org/10.3989/arbor.1997.i623-624>>.
- Bartolomé, Rosana y Alfredo Marcos. *Aristóteles: Obra biológica (traducción de los tratados De Partibus Animalium, De Motu Animalium y De Incessu Animalium)*. Madrid: Luarna, 2010.
- Brack, André. “Introduction”. *The Molecular Origins of Life: Assembling Pieces of the Puzzle*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 1-10.
- Bustamante, Jesús. “La biblioteca como microcosmos de papel”. *Madrid, ciencia y corte*. Eds. Antonio Lafuente y Javier Moscoso. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1999. 171-175.
- Candel, Miguel. “Ser, verdad y misterio: El poema de Parménides”. *Disputatio. Philosophical Research Bulletin* 5.6 (2016): 93-121.
- Cleaves, Henderson James et ál. *Herrera’s ‘Plasmogenia’ and Other Collected Works: Early Writings on the Experimental Study of the Origin of Life*. New York: Springer, 2014.
- Darwin, Charles. *El origen de las especies*. Madrid: AKAL, 2009.
- Dawkins, Richard. *Escalando el monte improbable*. Barcelona: Tusquets, 1998.
- De Kruif, Paul. *Cazadores de microbios*. México D.F.: Nueva Fénix, 2006.
- Estrada Esquivel, Noé Héctor. “Consideraciones filosófico-científicas de tres filósofos presocráticos”. *Ciencia Ergo Sum* 7 (2000): 300-307.
- García Gual, Carlos. *Introducción a la traducción al español de HA*. Madrid: Gredos, 1992.
- Garde Herce, Gabriel. *Canon de Avicena: traducción de apartados 332-399*. <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/histologia/canon_de_avicena.pdf>.
- Gould, Stephen Jay. *Dientes de gallina y dedos de caballo*. Madrid: Drakontos Bolsillo, 2008.

- Herrera, Alfonso. “La plasmogenia, nueva ciencia del origen de la vida”. *Cuadernos de Cultura* 6 (1932). <<http://www.uv.es/orilife/textos/Plasmogenia.pdf>>.
- Hull, David. “Progreso panglossiano”. *El progreso: ¿un concepto acabado o emergente?* Barcelona: Editorial Tusquets, 1998. 107-130.
- Kauffman, Stuart. *Investigaciones*. Barcelona: Tusquets, 2003.
- Kingsley, Peter. *En los oscuros lugares del saber*. 2.a ed. Girona: Atalanta, 2010.
- Lewes, G. E. *Aristotle: A Chapter from the History of Science*. Londres: Smith, Elder and Co., 1864.
- Marcos, Alfredo. “Teleología y teleonomía en las ciencias de la vida”. *Diálogo Filosófico* 22 (1992): 42-57.
- _____. “Invitación a la biología de Aristóteles”. *Thémata. Revista de Filosofía* 20 (1998): 25-48.
- Mejía, Orlando. *Medicina antigua: de Homero a la peste negra*. Bogotá: Punto de Vista Editores, 2018.
- Monod, Jacques. *El azar y la necesidad*. Barcelona: ORBIS, S.A., 1970.
- Morales Ripalda, Lydia. “Nido de águilas”. *Un dios en el origen de la cultura occidental: Apolo y los oscuros lugares del saber*, 2016. <<https://nidodeaguillasblog.wordpress.com/2016/03/19/un-dios-en-el-origen-de-la-cultura-occidental-apolo-y-los-oscuros-lugares-del-saber/>>.
- Mosterín, Jesús. “Aristóteles”. *Historia de la filosofía*. Vol. iv. Madrid: Alianza, 1984.
- Oparin, Alexander. *El Origen de La Vida*. Bogotá: Panamericana Editorial, 1995.
- Pasteur, Louis. “La generación espontánea”. *Veladas científicas de La Sorbona*. París: Emecé, 1864. 257-265. <<http://www.valencia.edu/>>.
- Popper, Karl. *El mundo de Parménides: ensayos sobre la ilustración presocrática*. Barcelona: Paidós, 1999.
- Pujiula, Jaime. “Plasmogenia”. *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*. Barcelona: Hijos de J. Espasa Editores, 1921. 454-463. <<http://www.uv.es/orilife/textos/Plasmogenia.pdf>>.
- Rosa García, Laura Nuño de la. *Historia filosófica de la idea de forma orgánica: del hilemorfismo aristotélico a la microanatomía celular*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2005.

- Sady, Wojciech. "Ludwick Fleck". *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. *Metaphysics Research Lab*, Stanford University, 2017. <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/fleck/>>.
- Sagan, Dorion y Eric Schneider. *La termodinámica de la Vida*. Barcelona: Tusquets, 2008.
- Sagan, Lynn. "On the Origin of Mitosing Cells". *Journal of Theoretical Biology* 14.3 (1967): 225-274. <[https://doi.org/10.1016/0022-5193\(67\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0022-5193(67)90079-3)>.
- Schneider, Joel Sebastián. "El nacimiento de la ciencia en los presocráticos". *CEMA Working Papers: Serie Documentos de Trabajo* 304 (2005): 1-29. <http://www.ucema.edu.ar/u/jschneider02/Trabajos_de_investigacion/Joel_Schneider_Presocraticos.pdf>.
- Schrödinger, Erwin. *¿Qué es la vida?* Salamanca: Textos de Biofísica, 2005.
- Sierra, Carlos Eduardo. *Orígenes, evolución y consolidación del principio de conservación de la energía*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, 2012.
- Sierra Cuartas, Carlos Eduardo de Jesús. "Circular 947, Red de Astronomía de Colombia". *Viajeros medievales: relectura del poema de Parménides* (2018): 2-5.
- Wagensberg, Jorge. "El progreso: ¿un concepto acabado o emergente?". *El progreso: ¿un concepto acabado o emergente?* Barcelona: Tusquets, 1998. 17-54.
- Wagensberg, Jorge. "El Progreso" *Aforismos*. El País, 30 Jan. 2015, Madrid. <https://elpais.com/cultura/2015/01/28/babelia/1422465947_311770.html>

PLURALIDAD CIENTÍFICA Y EVALUACIÓN DE RIESGOS: NUEVOS ARGUMENTOS EN EL DEBATE MONISMO VS. PLURALISMO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA*

SCIENTIFIC PLURALITY AND RISK ASSESSMENT: NEW ARGUMENTS IN THE MONISM-PLURALISM DEBATE IN PHILOSOPHY OF SCIENCE

NAHUEL PALLITTO

Instituto de Filosofía Dr. Alejandro Korn,
Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires – CONICET
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
nahuelpallitto@gmail.com

RESUMEN

Las ciencias exhiben intereses, valores, lenguajes, metodologías, representaciones, teorías y ontologías múltiples y plurales. Este reconocimiento ha dado origen en la filosofía de la ciencia al debate monismo vs. pluralismo, arena en la que disputan posturas que valoran negativa o positivamente la pluralidad. En términos generales, los argumentos esgrimidos de un lado y otro se nutren de consideraciones metafísicas o epistemológicas. El objetivo de este trabajo es incorporar al debate argumentos de tipo ético, exhibiendo que, en contextos de intervención científica, cómo se concibe la pluralidad repercute de forma directa en nuestra percepción de los riesgos asociados a determinada intervención.

Palabras clave: epistemología; conocimiento científico; controversia filosófica; intervención; ética.

* Este artículo se debe citar: Pallitto, Nahuel. "Pluralidad científica y evaluación de riesgos: nuevos argumentos en el debate monismo vs. pluralismo en filosofía de la ciencia". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 123-146. <https://doi.org/10.18270/rfc.v19i39.2825>

ABSTRACT

Sciences exhibit a multiplicity and plurality of interests, values, languages, methodologies, representations, theories and ontologies. This recognition has given rise to the monism vs. pluralism debate in Philosophy of Science, an arena in which different positions about the negative or positive value of plurality are played out. In general terms, the arguments offered are nourished by metaphysical or epistemological considerations. The main objective of this work is to incorporate ethical arguments into the debate, showing that, in contexts of scientific intervention, how plurality is conceived has a direct impact on our assessment of the risks associated with a given intervention.

Keywords: epistemology; scientific knowledge; philosophical controversy; intervention; ethics.

1. INTRODUCCIÓN

Quienes han tenido el interés y la posibilidad de acercarse a la filosofía de la ciencia reconocerán que una de las controversias que más atención ha recibido en el último siglo es la correspondiente al debate monismo vs. pluralismo. Como es habitual en este campo de estudio, la dificultad preliminar que supone la introducción al debate viene constituida por el hecho de que los conceptos de monismo y pluralismo no se entienden de modo unívoco ni remiten necesariamente a los mismos elementos de los fenómenos que pretenden iluminar. En efecto, la controversia históricamente ha adoptado diversas formas en virtud de los diferentes sentidos que se le han atribuido a ambos conceptos (Cat 2017; Ruphy 2016; Suppes 1978). En una de sus variantes, por ejemplo, el binomio ha sido articulado en torno a teorías o representaciones científicas, lo que ha suscitado el interrogante acerca de la posibilidad de unificar diferentes teorías o representaciones entre sí –siendo la reducción una de las formas más discutidas–. Bajo esta caracterización, el monismo supone la posi-

bilidad de alcanzar teorías o representaciones unificadas mientras que el pluralismo acepta la multiplicidad como algo no defectuoso de la actividad científica (Kaiser 2015; Kellert, Longino & Walters 2006; Longino 2002, 2013). Otra posibilidad ha consistido en pensar el debate en términos metodológicos, lo cual ha dado origen a la pregunta acerca de si existe una única lógica de justificación válida que deba ser aplicada en todo ámbito de investigación –variante monista– o si, por el contrario, también deben aceptarse diversas lógicas justificativas –variante pluralista– (Carnap 1937; Ruphy 2016). Una tercera alternativa se ha expresado a partir de la dimensión ontológica, que genera intensas discusiones en torno a la estructura del mundo. Los monistas se han inclinado por pensar que el mundo posee una única estructura. Los pluralistas, en cambio, han sugerido que este admite más de una estructuración (Cartwright 1999; Dupré 1993; Folguera & Pallitto 2018).

Sea cual fuera la variante discutida, todas las partes involucradas en las controversias coinciden en que el estado actual de las prácticas científicas admite una multiplicidad de elementos (Folguera & Pallitto 2018; Kellert, Longino & Walters 2006; Mitchell 2003; Ruphy 2010, 2016) y en que una representación genética del comportamiento humano que busca las causas de cierta conducta en la interioridad biológica de un individuo es diferente de una representación social que trata de comprenderla en términos de relaciones sociales; tampoco resulta objetable que los genes son cosas diferentes a las clases sociales. En ese sentido, cabe destacar que lo que está en el foco del debate monismo vs. pluralismo no es tanto si hay una o muchas ciencias con sus diversos elementos, sino qué actitud tomar frente a esa multiplicidad o cómo dirigir las correspondientes reflexiones filosóficas o acciones científicas asumiendo ese estado plural de las ciencias. Para un filósofo de la ciencia monista, esa pluralidad suele ser considerada como un estado transitorio de las ciencias a ser superado, por lo cual se impone como consecuencia la búsqueda de unificación. Por el contrario, un filósofo de la ciencia pluralista suele concebirla como un aspecto ineludible e ineliminable de las ciencias; por tanto, acepta y abraza la diversidad.

En consecuencia, el debate monismo vs. pluralismo es una controversia argumentativa respecto a cómo debería ser la ciencia y cómo deberían conducirse los científicos frente a la diversidad al momento de investigar e involucrarse en proble-

máticas sociales y ambientales.¹ Porque si, por ejemplo, aceptamos la unidad científica, se trata tan solo de abocar los esfuerzos al desarrollo de ese estado particular de las ciencias, disolviendo en el camino cualquier duda acerca de qué saberes son relevantes para resolver necesidades humanas. Pero si, por el contrario, consideramos que el pluralismo es la mejor postura epistemológica para alcanzar ciertas metas epistémicas o prácticas, no cabe lugar a la búsqueda de la unidad ni a los privilegios que sean otorgados a *priori* a ciertas ciencias. Como reconoce Stephanie Ruphy (2016), el debate es interesante por sus prescripciones metodológicas, ya que favorecer cierta disciplina o subdisciplina científica por sobre otra se encuentra plenamente justificado epistémicamente desde un punto de vista monista. Sin embargo, desde una postura pluralista, la justificación no es automática ni evidente y debe ser explicitada con claridad.

En este artículo se pretende participar del debate monismo vs. pluralismo desde una arista poco explorada en la literatura de la filosofía de la ciencia que aborda esta temática. El interés fundamental consiste en reflexionar sobre la pluralidad de las ciencias en el marco de ciertas intervenciones propuestas sobre problemáticas de índole social y ambiental. Es decir, las preguntas que orientan el trabajo conciernen a cómo debemos proceder frente a la diversidad de elementos científicos referidos a cierto fenómeno cuando se pretende intervenirlo. ¿Debemos en esos casos adoptar una postura monista y privilegiar un único abordaje? ¿O debemos, en cambio, acoger un marco pluralista y dar debida cuenta de los diferentes enfoques existentes? ¿Qué implican uno y otro caso?² En general, y como se procurará desarrollar, los argumentos usualmente esgrimidos en favor o en contra del pluralismo son metafísicos o epistemológicos. El objetivo de este trabajo es ofrecer y mostrar la relevancia que presentan en el debate los argumentos éticos. La conclusión a la que se arribará

¹ En este trabajo se entiende por problemáticas sociales y ambientales cualquier tipo de fenómeno de interés para el ser humano en el que las ciencias sean una de las voces que ofrecen respuestas o soluciones a las preguntas o desafíos planteados.

² El autor de este manuscrito no desconoce que las ciencias pueden presentar objetivos puramente contemplativos o teóricos. Sin embargo, la búsqueda primordial consiste aquí en analizar la pluralidad en el marco de las intervenciones científicas sobre el mundo.

es que el pluralismo debe ser asumido como punto de partida siempre que esté en juego una intervención social o ambiental basada en conocimientos científicos, ya que de esa inclusión de campos científicos o saberes depende nuestra percepción de los riesgos asociados a la intervención en cuestión. Como se desprende del objetivo principal, la tarea es doble: mostrar la pertinencia de la ética en la controversia y prescribir esquemas pluralistas en la resolución de problemáticas humanas. De la segunda tarea no se desprende que nunca pueda privilegiarse una única aproximación o enfoque, sino que eso es algo que debe ser evaluado en función de las distintas posibilidades y del caso analizado, prestando especial atención a qué implica dejar fuera lo que precisamente se deja fuera.

El recorrido argumental propuesto es el siguiente. En primer lugar, se clarificarán los conceptos de pluralismo y monismo tal como aquí serán entendidos y se esquematizarán brevemente los tipos que pueden ser reconocidos en la bibliografía específica de la filosofía de la ciencia. En segundo, se exhibirán los argumentos que suelen brindar los participantes del debate y se mostrará el predominio de los metafísicos y epistemológicos. Luego, en tercer lugar, se presentará un caso de intervención reciente sobre el genoma de seres humanos que pone de manifiesto la necesidad de incluir la dimensión ética en el debate. Por último, se explicitará en qué sentido y de qué modo la ética es relevante en la controversia y se destacarán los problemas que acarrea su omisión.

2. DESPEJANDO EL CAMINO: SOBRE EL PLURALISMO Y SU PLURALIDAD

La primera tarea que se impone en cualquier reflexión acerca del debate monismo vs. pluralismo se vincula con la clarificación de las principales nociones involucradas. Como se trata de conceptos polisémicos con connotados y denotados muy diversos, se requiere precisar algunas cuestiones. Entre ellas, destacan los siguientes interrogantes: ¿qué se entiende por pluralismo y por su variante opuesta, el monismo? ¿Qué es aquello acerca de lo cual se predicen estos conceptos? ¿Con qué nos comprometemos

esos “-ismos”? Para abordar la primera pregunta, resulta relevante y útil comenzar con la distinción que proponen Stephen Kellert, Helen Longino y Kenneth Waters entre *pluralidad* y *pluralismo*. En la introducción al libro *Scientific Pluralism*, los autores destacan que la noción de *pluralidad* indica “una característica del estado presente de indagación en numerosas áreas científicas de investigación” (2006 ix; traducción propia). En ese sentido, este es un concepto descriptivo que permite dar cuenta del carácter múltiple y diverso de las ciencias. Se trata, entonces, de un término que indica el estado misceláneo que de *hecho* caracteriza a cierto dominio de las investigaciones empíricas en un tiempo determinado. A modo de ilustración, resulta interesante recurrir al estudio biológico del comportamiento humano y reconocer que se trata de un campo que presenta actualmente pluralidad en el sentido recién especificado. La genética y la ecología del comportamiento, la neurobiología y la biología evolutiva ofrecen múltiples aproximaciones al estudio de la conducta humana, reconociendo distintos factores explicativos que revelan diferentes aspectos de los que son considerados los mismos fenómenos (Longino 2012, 2013).

El *pluralismo*, por otro lado, es un concepto normativo que refleja un posicionamiento respecto a la pluralidad, aceptándola como un estado no problemático, y hasta en muchas ocasiones deseado, de la actividad científica. En la versión de Kellert, Longino y Waters, adoptar una postura pluralista implica asumir que “la pluralidad en ciencia posiblemente representa un carácter ineliminable de la investigación científica y el conocimiento (al menos acerca de algunos fenómenos)” (2006 ix; traducción propia), a la vez que supone que “la multiplicidad de abordajes que actualmente caracteriza muchas áreas de la investigación científica no necesariamente constituye una deficiencia” (2006 x; traducción propia). El pluralismo involucra, entonces, una actitud científico-filosófica positiva de la pluralidad. El hecho de que cierto campo exhiba una multiplicidad de aproximaciones puede ser ventajoso desde un punto de vista epistémico y práctico; por tanto no debe promoverse de forma acrítica su eliminación en favor de una única manera de interrogar, estudiar e intervenir fenómenos de interés para las ciencias. En el caso de las investigaciones biológicas del comportamiento humano que se ha estado utilizando como ejemplo, un pluralista se encuentra dispuesto a aceptar que todos los enfoques mencionados

–genética y ecología del comportamiento, entre otros– pueden ser necesarios y relevantes para iluminar algún aspecto de nuestra conducta. O, por lo menos, no tiende a buscar *a priori* los modos de unificar esos enfoques ni a suponer que uno de ellos debe imponerse sobre el resto. Esa disposición intelectual le corresponde al monista, quien, enfrentado a la pluralidad, considera que esta debe ser eliminada en favor de la unidad (Kellert, Longino & Walters 2006; Longino 2002; Pallitto 2019).

Habiendo aclarado qué se entiende aquí por pluralismo, se pasará a abordar qué tipos de pluralidad admiten las ciencias y, como consecuencia, sobre qué cosas es posible predicar pluralismos. Para ello, se recurrirá a los elementos de las ciencias que han sido objeto de discusión en la bibliografía específica sobre el tema y que resultan relevantes desde el punto de vista de la argumentación pretendida. Entre los ítems de las ciencias que destacan en el debate se encuentran: los lenguajes, las metodologías, las teorías, las representaciones y las ontologías que son asumidas por las diferentes disciplinas o subdisciplinas científicas. Todos estos elementos pertenecientes a las ciencias pueden exhibir pluralidad. La búsqueda de unidad del denominado empirismo lógico, por ejemplo, se ocupó principalmente de la cuestión del lenguaje y el método de justificación, además de la pretendida unidad de acción. En la versión de uno de sus mayores exponentes, Rudolph Carnap, la búsqueda consistía básicamente en la unificación del lenguaje científico, siendo el lenguaje fisicalista su alternativa predilecta:

La tesis del fisicalismo sostiene que el lenguaje fisicalista es el lenguaje universal de la ciencia ... De esto se deduce que la ciencia es un sistema unitario dentro del cual no existen dominios de objetos fundamentalmente diversos y, en consecuencia, no hay una brecha entre, por ejemplo, las ciencias naturales y las psicológicas (Carnap 1937 320; traducción propia).

La propuesta de Carnap residía en unificar el dominio de objetos de las ciencias empíricas mediante el empleo de predicados pertenecientes a un mismo marco lingüístico. Todo lo que pudiera ser dicho por las ciencias debía ser dicho en el mismo idioma de cosas observables, de modo tal de poder arribar también a un mismo tipo de lógica de justificación ajena a las experiencias psicológicas privadas (Ruphy 2016).

Un segundo elemento de las ciencias que ha estado en el foco de intensas discusiones es el correspondiente a las teorías. Durante gran parte del siglo xx, las teorías científicas fueron uno de los ejes vertebradores de las reflexiones de la filosofía de la ciencia. Siendo consideradas los productos destacados de la actividad científica, grandes esfuerzos fueron consagrados a dilucidar conceptualmente qué son las teorías y qué estructura poseen. Alrededor de la década de 1960, se comenzó a discutir en qué medida las teorías científicas podían ser unificadas, apareciendo la reducción teórica como la opción privilegiada (Nagel 2006; Oppenheim & Putnam 1958). De acuerdo con Francisco Ayala, la reducción ocurre cuando “las teorías y leyes experimentales formuladas en un campo de la ciencia pueden considerarse casos especiales de teorías y leyes formuladas en algún otro campo científico”, a partir de lo cual “la primera rama de la ciencia ha sido reducida a la segunda” (1983 12). De este modo, se consideraba que la unificación podría ser alcanzada subsumiendo ciertas teorías científicas en otras de carácter más general, siempre y cuando la teoría reductora consiguiera explicar de modo satisfactorio los fenómenos que eran del dominio de la teoría reducida (Garfinkel 1981).

Un último elemento que resulta sumamente relevante para los fines de este trabajo y que en décadas recientes ha estado en el centro de atención del debate es el de las representaciones científicas. Por *representación* se entiende aquí todas aquellas explicaciones, descripciones o clasificaciones científicas de un fenómeno determinado independientemente de su forma (Pallitto 2019; Ruphy 2016). Leyes y teorías son representaciones en este esquema, pero también lo son los modelos, los mecanismos, las simulaciones computacionales, los sistemas taxonómicos y demás recursos epistémicos que satisfagan los requisitos descriptivos y explicativos de las diversas ciencias (Ruphy 2010). Debido a un creciente reconocimiento de la necesidad de analizar recursos de las prácticas científicas que no se correspondan exclusivamente con teorías y leyes, las representaciones han sido tratadas de manera separada. Un ejemplo interesante del debate planteado en el nivel de las representaciones de las ciencias corresponde a las reflexiones de Longino (2002, 2006, 2012, 2013). En dichos trabajos, la autora analiza las diversas aproximaciones biológicas al comportamiento humano que ya se han mencionado, destacando que cada una ofrece

distintas respuestas al por qué de nuestras conductas. Así, los enfoques de la genética del comportamiento centran sus representaciones en las entidades y los mecanismos de los niveles genético-moleculares, mientras que los enfoques ecológico-evolutivos los centran en los niveles superiores, incluyendo la evaluación y medición de factores ambientales. Por otro lado, los enfoques ontogenéticos se focalizan en el desarrollo individual del organismo y en todos los factores que interactúan en la expresión de cierto rasgo comportamental. Por su parte, los estudios neurobiológicos se ocupan de los mecanismos y procesos neuronales involucrados en la aparición de cierta conducta mientras los evolutivos hacen lo propio respecto a las presiones selectivas y a las historias filogenéticas de comportamientos seleccionados. En virtud de lo dicho, se aprecia fácilmente que la biología ofrece distintas representaciones de la conducta humana. Por ello, pensar en los aspectos biológicos del comportamiento humano implica tener en cuenta que existen diferentes enfoques con distintas formas de representar, lo cual da lugar a la pregunta por sus relaciones y la posibilidad o no de unificarlas. La autora sostiene que el pluralismo, en el caso de los estudios del comportamiento humano, es inevitable (Longino 2012, 2013).

Hemos visto que el debate monismo vs. pluralismo presenta pluralidad y que parte de esa pluralidad se atribuye a los elementos de las ciencias que se consideren para su análisis. En principio, el esquema propuesto admite la posibilidad de ser pluralistas respecto a ciertos elementos y ser monistas respecto a otros. Por ejemplo, se puede considerar la posibilidad de aceptar una única lógica de justificación válida para toda la actividad científica, pero aceptar que distintas representaciones de un mismo fenómeno no pueden unificarse, tal como sugiere Longino (2002).

Por último, cabe brindar unas breves notas acerca de algunos de los compromisos científicos o filosóficos que aquí se considera que son asumidos al adoptar una postura pluralista o monista. La diversidad de pluralismos exhibida pone de manifiesto que el pluralismo no se identifica con una única tesis ni equivale a la formulación de una doctrina unívoca. Antes bien, es un conjunto de proyectos, mejor conceptualizado como un “movimiento” (Richardson 2006) o una forma de valorar y actuar sobre los múltiples elementos que ofrecen las ciencias, en particular, cuando dichos elementos se articulan en torno a una misma familia de fenómenos –como

puede ser el comportamiento humano—. En términos de las valoraciones realizadas, el pluralismo no adopta de antemano una postura negativa frente a lo diverso, no supone una jerarquía de conocimientos preestablecida ni asume que es posible eliminar lo múltiple en favor de lo único. A lo sumo, acepta que esas cuestiones deben ser determinadas empíricamente y no de forma apriorística (Ruphy 2016). Es decir, cada caso de pluralidad puede presentar particularidades que lo vuelvan susceptible de un tratamiento único o no, a la vez que, de acuerdo con los objetivos epistémicos o prácticos que se persigan, pueden favorecerse distintas jerarquizaciones de lo múltiple. El monismo nos compromete justamente con lo opuesto: una valoración negativa de la pluralidad, la búsqueda de unidad o, en tal caso, de elementos científicos más fundamentales y necesarios que otros.

3. ARGUMENTOS EN FAVOR (O EN CONTRA) DEL PLURALISMO

Hasta el momento se ha clarificado qué se entiende en este trabajo por pluralismo y sobre qué elementos de las ciencias se pueden predicar pluralismos. En esta sección se avanzará sobre los argumentos que suelen esgrimirse en favor o en contra de dichas posturas. No obstante, resulta necesario aclarar que de ningún modo se pretende exhaustividad ni se procura agotar todas las tesis que han sido ofrecidas. Por el contrario, la búsqueda reside en reconstruir de forma esquemática aquellas frecuentemente halladas en la bibliografía especializada de la filosofía de la ciencia, procurando con ello cierta sistematización de los argumentos.

3.1 ARGUMENTOS METAFÍSICOS

Una de las formas de defender o rechazar el pluralismo es a través de los que serán denominados *argumentos metafísicos*. La estrategia básica consiste aquí en sostener que el mundo es de tal manera que, o bien admite solamente pluralismo, o bien

admite únicamente monismo. Es la estructura del mundo la que determina en todo caso si las ciencias deben admitir pluralidad de elementos o no. De este modo, por ejemplo, Kellert, Longino y Waters defienden el pluralismo:

Partimos de la premisa de que el mundo podría no ceder a las demandas del monismo ... Parece que algunas partes del mundo (o situaciones en el mundo) son tales que será necesaria una pluralidad de aproximaciones o enfoques para responder a todas las preguntas que tenemos sobre esas partes o situaciones (2006 xxii; traducción propia).

Como se aprecia de las palabras citadas, los autores sostienen que la estructura del mundo es tal que no es posible alcanzar una única y comprensiva imagen de todo lo que puede conocerse. Así lo expresa también Longino en otro importante trabajo, al sostener que “los filósofos que mantienen formas fuertes de pluralismo, sin embargo, afirman que la complejidad de las entidades y procesos naturales ... elude la representación completa mediante un único enfoque teórico o investigativo” (2002 93; traducción propia). El mundo es o bien muy complejo o bien lo suficientemente “denso” como para que pueda ser reflejado en la actividad científica de forma única, completa e integrada.

Argumentos similares acerca de cómo es el mundo utiliza Nancy Cartwright (1999) en favor del pluralismo en su libro *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. Según la autora, la pluralidad científica no es más que una consecuencia inevitable del estudio de un mundo confeccionado a base de “parches”, algunos de los cuales presentan orden nomológico y son susceptibles de ser expresados a partir de leyes y otros no tienen orden alguno y, por lo tanto, no pueden ser capturados mediante enunciados generales. Esto se debe a que “vivimos en un mundo moteado, un mundo rico en diferentes cosas, con diferentes naturalezas, que se comportan de diferentes maneras”, con lo cual, “[l]as leyes que describen este mundo son un mosaico, no una pirámide. No toman la estructura simple, elegante y abstracta de un sistema de axiomas y teoremas” (Cartwright 1999 1; traducción propia). Desde esta perspectiva, el monismo justamente fracasa porque no habitamos

un mundo ordenado que se presta a una descripción completa por leyes universales y fundamentales. O, dicho en otras palabras, los monistas deambulan en su búsqueda porque procuran superponer un sistema de conocimiento ordenado en un mundo que no se presenta de ese modo. Desde luego, aquí no se trata de juzgar la validez epistemológica de la tesis de Cartwright, sino simplemente de exhibir que su defensa del pluralismo reside en argumentos metafísicos.³

Por último, animado por una ambición similar a la de Cartwright, John Dupré realiza una defensa del pluralismo también anclada en argumentos metafísicos. En la introducción a su libro *The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*, el autor señala:

Este libro tiene dos tesis entrelazadas. La primera se refiere a la ciencia. Es la negación de que la ciencia constituye, o podría llegar a constituir, un proyecto único y unificado. La segunda es metafísica, una tesis sobre cómo es el mundo. Esta tesis es una afirmación de la extrema diversidad de los contenidos del mundo. Sostengo que hay innumerables tipos de cosas, cada una sujeta a su propio comportamiento e interacciones características. Además, propongo una relación entre estas dos tesis: la segunda muestra la inevitabilidad de la primera (1993 1; énfasis y traducción propia).

De acuerdo con Dupré, las ciencias son plurales como consecuencia de que el mundo lo es. Al igual que antes, las inclinaciones filosóficas o científicas hacia enfoques monistas, o que privilegien en toda oportunidad ciertas investigaciones o intervenciones en detrimento de otras, son rechazadas sobre la base de cómo está constituido el mundo.

Al margen de las diferencias específicas que presentan las tesis de los autores señalados, todas ellas comparten el hecho de que recurren a consideraciones metafí-

³ Para una crítica aguda a los presupuestos metafísicos que subyacen a la propuesta de Cartwright, se puede consultar Ruphy (2003; 2016).

sicas para prescribir propuestas pluralistas de la ciencia, independientemente de los intereses epistémicos y los marcos conceptuales utilizados para su estudio. Como se presentará a continuación, hay un conjunto de argumentos diferentes que hacen depender sus consideraciones de los contextos epistémicos señalados.

3.2 ARGUMENTOS EPISTEMOLÓGICOS

El segundo grupo de argumentos que destaca en la controversia monismo vs. pluralismo se basa en consideraciones epistemológicas. Aquí se abandonan las consideraciones metafísicas acerca de cómo es efectivamente el mundo y se adopta una especie de relativismo epistémico que sostiene que aquello que podemos decir del mundo depende de los marcos teóricos asumidos y de los intereses epistémicos perseguidos. De acuerdo con este conjunto de argumentos, no accedemos al mundo despojados o desprovistos de un contexto epistémico, siendo que diferentes instrumentos, preguntas, objetivos o marcos conceptuales generan variaciones en las imágenes del mundo que nos proveen las ciencias. En ese sentido, se sostiene que la pluralidad existe en las ciencias porque los intereses de una comunidad científica difieren de los de otra. Como consecuencia, se defiende el pluralismo porque no se encuentran buenas razones para pensar que dichos intereses puedan ser alguna vez unificados.

Cuando el interés reside en evaluar la pluralidad de representaciones científicas, algunos autores tales como Philip Kitcher (2001) y Helen Longino (2002) recurren a una ya popular analogía con los mapas. Como la intención principal consiste en abstraer conclusiones generales de los ejemplos brindados, se profundizará únicamente en el tratamiento que hace Kitcher en su libro *Science, Truth and Democracy*. El autor comienza señalando que todo mapa contiene elementos convencionales; por ejemplo, dependiendo del objetivo del mapa, distintas entidades de aquello que busca ser representado son incorporadas u omitidas. Ciertamente, no esperamos encontrar representados los mismos aspectos de una ciudad costera en un mapa diseñado para visitantes en busca de atractivos turísticos que en un mapa de un geógrafo interesado en los aspectos topográficos de esa misma ciudad. De

esto Kitcher concluye que “lo que cuenta como una omisión o una representación espacial inexacta depende de las convenciones asociadas con los tipos de mapas y, a su vez, esas convenciones están en su lugar debido a las necesidades de los usuarios potenciales” (2001 56; traducción propia). No hay, desde esta perspectiva, un único mapa correcto, así como tampoco se pueden evaluar las bondades de distintos mapas sin considerar qué se busca con ellos. Extrapolando estas reflexiones al ámbito científico, Kitcher agrega que “nuestros modos de dividir el mundo en cosas y tipos de cosas depende de nuestras capacidades e intereses” (2001 59; traducción propia). El contenido de nuestras representaciones es convencional en el mismo sentido que lo es en los mapas y responde al contexto epistémico de las comunidades científicas involucradas. Por ello debemos abandonar, agrega Kitcher, la idea de una actividad científica que se rige por objetivos independientes de los contextos en los que opera.

El pluralismo defendido a partir de una suerte de relativismo epistémico encuentra también expresión en las reflexiones de Ronald Giere, particularmente en su libro *Scientific Perspectivism* (2006). En dicho trabajo, el autor sostiene un perspectivismo doble. Por un lado, realiza un análisis similar a lo mencionado en los párrafos precedentes utilizando la analogía con los mapas. De acuerdo con esto, las teorías científicas, entendidas fundamentalmente como un conjunto de modelos y no como un sistema de enunciados, son consideradas parciales, limitadas, contingentes y dependientes del contexto, los agentes y los propósitos perseguidos. A esto lo denomina *perspectivismo teórico*. Por otro lado, sostiene un perspectivismo *observacional*, entendido como la relativización de las observaciones científicas según las perspectivas de los instrumentos de observación utilizados. Para ello, compara la observación científica, particularmente la mediada por instrumentos, con la percepción visual de los colores en los seres vivos. Así como los colores no son propiedades de los objetos, sino que surgen de la interacción entre la luz que reflejan y los tipos particulares de

⁴ Desde luego, los aspectos convencionales de nuestras representaciones no significan que cualquier representación sea válida. La validez dependerá de que tales representaciones, al igual que los mapas, puedan brindar algún éxito relativo a los intereses de los usuarios.

sistemas visuales cromáticos de los organismos que la perciben, lo que observamos del mundo a partir de instrumentos se encuentra relativizado según las perspectivas que estos dispositivos ofrecen. No resultan, por ejemplo, las mismas imágenes de la Vía Láctea si las observaciones son realizadas con un telescopio óptico que si lo son hechas con un telescopio infrarrojo. Estas dos imágenes, aunque pertenezcan a la “misma” parcela del mundo, ofrecen perspectivas diferentes de la Vía Láctea. Cada una provee distinta información que puede ser utilizada para fines divergentes. En ese sentido, de acuerdo con Giere, no existe tal cosa como el *modo* en que la Vía Láctea luce, sino las formas en que es vista por cada instrumento.

Ya sea que la diversidad se sostenga en diferentes preguntas o intereses de investigación, en el uso de distintos instrumentos de observación o en el empleo de diferentes perspectivas teóricas, los autores analizados en esta subsección fundamentan el pluralismo en consideraciones vinculadas a nuestros modos científicos de conocer. De acuerdo con ello, no es el mundo el que impone la pluralidad de ciencias, sino que la pluralidad resulta de la multiplicidad de sujetos epistémicos con preguntas, intereses, perspectivas teóricas e instrumentos divergentes. Y dado que cada comunidad consigue alcanzar ciertos objetivos y éxitos empíricos en sus propios contextos epistémicos, la actividad científica se beneficia con la obtención de conocimientos y resultados prácticos de la pluralidad de enfoques existentes (Fehr 2006; Giere 2006; Longino 2006, 2012, 2013).

4. PLURALISMO Y ÉTICA: CRISPR/CAS9, LA EDICIÓN GENÉTICA DE EMBRIONES HUMANOS Y LA PERCEPCIÓN DE RIESGOS

Habiendo clarificado las nociones fundamentales aquí tratadas y las principales clases de argumentos desarrollados en favor o en contra del pluralismo, estamos en condiciones de enfrentar de forma directa la cuestión que motivó las reflexiones de este trabajo. Recordemos que el interés fundamental consistía en evaluar cómo debemos responder o actuar frente a la pluralidad científica en el contexto de ciertas

intervenciones propuestas sobre problemáticas de interés social o ambiental. ¿Debemos ser pluralistas cuando la actividad y los productos de las ciencias se ponen al servicio de las transformaciones de nuestro mundo? Por otro lado, ¿qué argumentos resultan relevantes para dar respuesta a este interrogante? En esta sección se defenderá una postura pluralista introduciendo al debate una clase de argumentos que se considera insoslayable: los argumentos éticos. Cuando se trata de una intervención científica, la pluralidad debe ser contemplada y defendida porque de eso depende la percepción y la evaluación de los riesgos asociados a la manipulación. La introducción de un caso de estudio servirá para ilustrar el punto y desplegar las reflexiones correspondientes. El caso en cuestión involucra una técnica de edición de genes y la manipulación del genoma en embriones humanos.

4.1 CRISPR/CAS9 Y LA EDICIÓN GENÉTICA EN EMBRIONES HUMANOS

A fines de noviembre del 2018, He Jiankui, un investigador de la Universidad del Sur de Ciencia y Tecnología en Shenzhen, anunció el nacimiento de los dos primeros seres humanos editados genéticamente. Mediante procedimientos de ingeniería genética, el investigador introdujo cambios en el genoma de dos embriones humanos con la intención de evitar que el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) pudiera ingresar a sus cuerpos. Dicha modificación fue posible a partir de una tecnología conocida como CRISPR/CAS9. Esta herramienta surge de la modificación y adaptación de un sistema de defensa inmunitario presente en ciertos procariontes, el cual les permite a estos microorganismos detectar y degradar el ADN de virus y plásmidos invasores (Doudna & Charpentier 2014; Lander 2016). En su versión tecnológica más frecuente, los sistemas CRISPR/CAS han sido simplificados y transformados en un único complejo molecular formado solamente por dos elementos: una molécula de ARN denominada sgARN (single guide ARN) y una enzima conocida como CAS9 (Ma, Zhang & Qin 2019; Sternberg & Doudna 2015). La molécula sgARN puede ser diseñada en laboratorios para reconocer secuencias específicas de ADN en un genoma que se desee modificar. El mecanismo de reconocimiento se basa en la complemen-

riedad de bases entre el sgARN y la secuencia de ADN que se intervendrá (Doudna & Charpentier 2014). La enzima CAS9 es una endonucleasa que puede introducir cortes en la cadena de ADN en aquellas regiones reconocidas por la molécula sgARN (Jinek et ál. 2012). En el caso de las bacterias, esos cortes sirven para eliminar las moléculas de ADN invasoras. Sin embargo, fuera de las células procariotas, la capacidad de CAS9 de introducir cortes es aprovechada para realizar cambios genéticos, ya sea que estas modificaciones impliquen la eliminación o incorporación de un gen, el reordenamiento de un cromosoma o la corrección de una variante genética (Sternberg & Doudna 2015). En este último caso, se le debe incorporar una tercera molécula de ADN al complejo conformado por las moléculas de sgARN y CAS9, la cual sirve de molde para corregir o suplantar la secuencia anterior (Rong et ál. 2014; Sternberg & Doudna 2015).

Junto a un equipo de colaboradores, He Jiankui modificó el ADN de dos embriones humanos para evitar la expresión de un correceptor de membrana presente en células del sistema inmunitario (Normile 2018). Según algunos estudios previos, este correceptor se encuentra involucrado en la susceptibilidad humana a la infección por VIH (Choe et ál. 1996; Lederman et ál. 2006). De acuerdo a la explicación ofrecida en el Segundo Encuentro Internacional de Edición del Genoma Humano, el grupo de investigación diseñó un sgARN complementario a una secuencia del gen del correceptor CCR5 y luego inyectó el complejo sgARN/CAS9 a un conjunto de embriones, obteniendo como resultado la eliminación de parte de dicha secuencia en al menos dos de ellos (Ma, Zhang y Qin 2019). Con esta modificación, la investigación buscó la pérdida de funcionalidad del correceptor con la consiguiente pretendida inmunidad específica al VIH.

4.2 REACCIONES, PLURALIDAD Y PERCEPCIÓN DE RIESGOS

En los días inmediatamente posteriores a la difusión del evento, el investigador responsable recibió numerosas críticas a su intervención sobre los embriones humanos. Entre ellas, por ejemplo, destacan las realizadas por los profesionales chinos del VIH,

quienes en un comunicado manifestaron que “el gen CCR5 presenta un rol clave en el mantenimiento adecuado de las funciones fisiológicas e inmunológicas de la célula”, siendo que su eliminación en embriones humanos sanos “no cuenta con una base científica, podría tener efectos adversos severos y es probable que presente consecuencias impredecibles” (Zhang et ál. 2018 27; traducción propia). En una dirección similar, otro grupo de científicos criticó la manipulación genética debido a que:

El sistema CRISPR/CAS9 puede continuar trabajando más allá de los óvulos fertilizados de una célula y resultar en un genotipo de mosaico. Esto significa que diferentes tejidos u órganos tendrán diferentes modificaciones genéticas, incluso dentro del mismo organismo. Todavía no tenemos certeza de cuáles podrían ser los efectos de la edición genética en el genoma de los bebés (Ma, Zhang & Qin 2019 2; traducción propia).

También se ha dicho que “la mayoría de las enfermedades y discapacidades están influenciadas por una interacción compleja de numerosos genes”, con lo cual “sin una comprensión adecuada de esas interacciones, somos incapaces de predecir cuáles serán los efectos de la edición de cierto gen (o genes) en la expresión de otros” (Gumer 2019 139; traducción propia).

Ahora bien, ¿qué es lo que muestran estas referencias? ¿Qué es lo que permiten concluir respecto a la discusión monismo vs. pluralismo? En primer lugar, el caso analizado exhibe que las ciencias ofrecen una pluralidad de representaciones que involucran la biología humana y su vínculo con el VIH, en las cuales las entidades y elementos biológicos pertinentes ocupan roles explicativos diferentes de acuerdo con los distintos marcos epistémicos en los que se emplean. Así, algunos enfoques contemplan los contextos genómicos en los que se encuentra el gen CCR5, resaltando las interacciones entre genes. Otros consideran diferentes niveles de organización además del genético e incorporan un análisis de lo que ocurre con el gen CCR5 durante la embriogénesis. Un tercer conjunto analiza cómo intervienen otros genes en la susceptibilidad de infección por VIH u otros factores no contemplados en la intervención realizada. Sin necesidad de incorporar otros ejemplos, resulta bastante claro

que las ciencias exhiben pluralidad en lo que refiere a los aspectos biológicos del ser humano vinculados con el VIH.

Por otro lado, las citas nos hablan de potenciales daños en las gemelas que han sido editadas genéticamente, indicando que la tecnología las ha sometido a riesgos innecesarios. Estos posibles efectos adversos son señalados a partir de que sabemos que el gen cuenta con diversas funciones celulares, de que *conocemos* que presenta interacciones con otros genes y, además, en función de que *estamos al tanto* de que durante el desarrollo de los embriones puede ocurrir mosaicismo genético dejando células y tejidos con el gen ausente y otras con el gen intacto. Es decir, en el caso de las críticas señaladas, se reconocen riesgos asociados a determinados tipos de representaciones. Si bien pueden existir algunos riesgos vinculados a lo desconocido, buena parte de los juicios en contra de la manipulación genética realizada se derivan de saberes que más bien han sido omitidos durante la intervención. Quienes llevaron adelante la edición genómica basaron su accionar en un conocimiento parcial que solo contempla la relación ausencia/presencia del gen con la susceptibilidad de infección por el VIH, prescindiendo de representaciones que incorporan otros niveles de organización biológica, así como temporalidades embriológicas y evolutivas. Parte de la omisión correspondiente, aunque no sus implicancias, fue también reconocida por Sheldon Krimsky, quien consideró que el investigador principal que realizó la intervención evidentemente carecía de “experiencia en biología evolutiva que podría haberle informado sobre algunas de las evidentes deficiencias en su trabajo” (2019 19; traducción propia).

4.3 LA IRRUPCIÓN DE LA ÉTICA EN EL DEBATE MONISMO VS. PLURALISMO

El hecho de que la percepción de los riesgos asociados a una intervención no pueda disociarse de la pluralidad de ciencias nos obliga a posicionarnos de una manera diferente frente al debate monismo vs. pluralismo. En contextos de intervención, la pregunta acerca de qué hacer frente a la pluralidad adquiere una dimensión ética insoslayable, ya que la búsqueda de la unidad o de ciencias más fundamentales

que otras puede presentar como contrapunto la omisión de riesgos. Es decir, en la medida en que cada representación conlleva implícito los riesgos que pueden ser percibidos al momento de ofrecer una intervención, se sugiere que el pluralismo se impone por consideraciones éticas. Nótese que lo dicho no equivale a manifestar la trivialidad de que la ética es ineludible en las acciones o intervenciones humanas sobre el mundo. Lo que se sostiene es que las valoraciones éticas que podemos realizar dependen, en parte, de cómo afrontemos la pluralidad de ciencias correspondientes. Esto significa que la omisión de cierta representación no solo incide en la comprensión del fenómeno en cuestión, sino que repercute de forma directa en los daños que resultan previsibles, aunque no siempre controlables. Como consecuencia, el balance entre riesgos y beneficios de determinada intervención depende también de cuán monistas o pluralistas nos comportemos frente a lo diverso. Por ello, eliminar la pluralidad en contextos de intervención requiere, primero y necesariamente, dar cuenta de los aspectos éticos vinculados con la percepción de riesgos. Al fin de cuentas, puede resultar que el pluralismo sea la postura más sensata de adoptar en ciertos casos, no por cuestiones epistemológicas o metafísicas, sino simplemente porque su compromiso ético es mayor. En tiempos de creciente intervención científico-tecnológica sobre nuestros cuerpos y sociedades, dicho compromiso responde a una necesidad social y política.

5. CONSIDERACIONES FINALES: LA RECONSTRUCCIÓN DEL HORIZONTE COMÚN

En la filosofía de la ciencia, el debate monismo vs. pluralismo ha estado dominado por discusiones cuyos argumentos se centran en aspectos metafísicos o epistemológicos. Las ciencias deberían ser o dejar de ser plurales, o bien como consecuencia de cómo es el mundo, o bien como consecuencia de nuestros modos de conocer. En este trabajo se ha procurado sostener que, sobre todo cuando las ciencias son pensadas en contextos de intervención, resulta necesario incorporar a la controversia los argumentos éticos. En ciertos casos, el pluralismo debe imponerse sobre la base de

consideraciones éticas porque se requieren de varias ciencias o representaciones para obtener una percepción lo más completa posible de los riesgos esperados de cierta manipulación. En casos donde prima la pluralidad, omitir una determinada representación no solo implica comprender el fenómeno de manera diferente, sino desear potenciales efectos adversos que conlleva la intervención. En ese sentido, las conclusiones aquí ofrecidas encuentran puntos de coincidencia con Alan Richardson cuando señala que:

El pluralismo no es simplemente un recordatorio de que hay muchos esquemas de representación y muchas cosas que saber, sino un esfuerzo por recordarnos dentro de una cultura científica que hay muchas acciones diferentes que podríamos tomar, muchas maneras en las que deseamos intervenir en el mundo (2006 20; traducción propia).

Resulta oportuno agregar a las palabras del autor que el pluralismo es también un recordatorio de que los riesgos que somos capaces de percibir se asocian a nuestros saberes y, por lo tanto, dependen de cómo concibamos la pluralidad.

Sin ser la única vía ni la que deba ser privilegiada, asumir posturas pluralistas puede ser uno de los caminos prometedores que como filósofos de la ciencia podemos promover en el afán de reducir los potenciales daños sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología. La modesta contribución de este artículo consistió en alertar que el horizonte de los riesgos de las intervenciones científico-tecnológicas reposa, al menos en parte, sobre el horizonte de la pluralidad científica. Reconstruir ese horizonte común es una tarea pendiente de la filosofía de la ciencia en el debate monismo vs. pluralismo.

TRABAJOS CITADOS

- Ayala, Francisco. *Estudios sobre la filosofía de la biología*. Barcelona: Ariel, 1983.
- Carnap, Rudolf. *The Logical Syntax of Language*. 1934. London: Routledge and Kegan Paul, 1937.
- Cartwright, Nancy. *The Dappled World: Studies of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Cat, Jordi. “The Unity of Science”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/scientific-unity/>>.
- Choe, Hyerun et ál. “The β -chemokine Receptors CCR3 and CCR5 Facilitate Infection by Primary HIV-1 Isolates”. *Cell* 85.7 (1996): 1135-1148.
- Doudna, Jennifer y Emmanuelle Charpentier. “The New Frontier of Genome Engineering with CRISPR-Cas9”. *Science* 346.6213 (2014): 1258096/1-1258096/9.
- Dupré, John. *The Disorder of Things: Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*. Cambridge: Harvard University Press, 1993.
- Fehr, Carla. “Explanations of the Evolution of Sex: A Plurality of Local Mechanisms”. *Scientific Pluralism Studies in the Philosophy of Science*. Eds. Stephen Kellert, Helen Longino y Kenneth Waters. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2006. 167-189.
- Folguera, Guillermo y Nahuel Pallitto. “Diversidad, pluralismos, reducciones en la biología: análisis de las relaciones entre nociones de gen”. *Metatheoria. Revista de Filosofía e Historia de la Ciencia* 8.2 (2018): 63-73.
- Garfinkel, Alan. *Forms of Explanation*. New Haven: Yale University Press, 1981.
- Giere, Ronald. *Scientific Perspectivism*. Chicago: The University of Chicago Press, 2006.
- Gumer, Jennifer. “The Wisdom of Germline Editing: An Ethical Analysis of the Use of CRISPR-Cas9 to Edit Human Embryos”. *The New Bioethics* 25.2 (2019): 137-152.
- Jinek, Martin et ál. “A Programmable Dual-RNA-guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity”. *Science* 337.6096 (2012): 816-821.
- Kaiser, Marie. *Reductive Explanation in the Biological Sciences*. Dordrecht: Springer, 2015.

- Kellert, Stephen, Longino, Helen y Kenneth Waters. *Scientific Pluralism, Studies in the Philosophy of Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2006.
- Kitcher, Philip. *Science, Truth, and Democracy*. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Krimsky, Sheldon. "Ten Ways in which He Jiankui Violated Ethics". *Nature Biotechnology* 37.1 (2019): 19-20.
- Lander, Eric. "The Heroes of CRISPR". *Cell* 164.1 (2016): 18-28.
- Lederman, Michael et ál. "Biology of CCR5 and Its Role in HIV Infection and Treatment". *JAMA* 296.7 (2006): 815-826.
- Longino, Helen. *The Fate of Knowledge*. Princeton: Princeton University Press, 2002.
- _____. "Theoretical Pluralism and the Scientific Study of Behavior". *Scientific Pluralism Studies in the Philosophy of Science*. Eds. Stephen Kellert, Helen Longino y Kenneth Waters. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2006. 102-131.
- _____. "Knowledge for What? Monist, Pluralist, Pragmatist Approaches to the Sciences of Behavior". *Philosophy of Behavioral Biology. Boston Studies in Philosophy of Science*. Eds. Kathryn Plaisance y Thomas Reydon. Dordrecht: Springer, 2012. 25-40.
- _____. *Studying Human Behavior: How Scientists Investigate Aggression and Sexuality*. Chicago: The University of Chicago Press, 2013.
- Ma, Yuanwu, Zhang, Lianfeng y Chuan Qin. "The First Genetically Gene-edited Babies: It's 'irresponsible and too early' ". *Animal Models and Experimental Medicine* 2.1 (2019): 1-4.
- Mitchell, Sandra. *Biological Complexity and Integrative Pluralism*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Nagel, Ernest. *La estructura de la ciencia*. 1961. Barcelona: Paidós Surcos, 2006.
- Normile, Dennis. "Shock Greets Claim of CRISPR-edited Babies". *Science* 362.6418 (2018): 978-979.
- Oppenheim, Paul y Hilary Putnam. "The Unity of Science as a Working Hypothesis". *Minnesota Studies on the Philosophy of Science*. Vol. II. Eds. Herbert Feigl, Michael Scriven y Maxwell Grover. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958. 3-36.

- Pallito, Nahuel. *Representar e intervenir el comportamiento humano. Un análisis desde la filosofía de la biología*. Tesis de doctorado 2019. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Richardson, Alan. "The Many Unities of Science: Politics, Semantics and Ontology". *Scientific Pluralism Studies in the Philosophy of Science*. Eds. Stephen Kellert, Helen Longino y Kenneth Waters. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2006. 1-25.
- Rong, Zhili et ál. "Homologous Recombination in Human Embryonic Stem Cells Using CRISPR/Cas9 Nickase and a Long DNA Donor Template". *Protein Cell* 5.4 (2014): 258-260.
- Ruphy, Stéphanie. "Is the World Really 'Dappled'? A Response to Cartwright's Charge against 'Cross-Wise' Reduction". *Philosophy of Science* 70.1 (2003): 57-67.
- _____. "Are Stellar Kinds Natural Kinds? A Challenging Newcomer in the Monism/Pluralism and Realism/Antirealism Debate". *Philosophy of Science* 77.5 (2010): 1109-1120.
- _____. *Scientific Pluralism Reconsidered: A New Approach to the (Dis)Unity of Science*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2016.
- Sternberg, Samuel y Jennifer Doudna. "Expanding the Biologist's Toolkit with CRISPR-Cas9". *Molecular Cell* 58.4 (2015): 568-574.
- Suppes, Patrick. "The Plurality of Science." *PSA 1978: Proceedings of the 1978 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. Vol. II. Eds. Peter Asquith y Ian Hacking. East Lansing: Philosophy of Science Association, 1978. 3-16.
- Zhang, Linqi et ál. "Open Letter from Chinese HIV Professionals on Human Genome Editing". *The Lancet* 393.10166 (2018): 26-27.

CAPACIDADES, CAUSALIDAD Y MODALIDAD: TRES ARISTAS DEL MISMO TRIÁNGULO*

CAPACITIES, CAUSALITY AND MODALITY: THREE EDGES OF THE SAME TRIANGLE

PASCAL RODRÍGUEZ
Utrecht University
Utrecht, Netherlands.
pascal.rodriguez@ug.uchile.cl

RESUMEN

El presente artículo propone una concepción naturalizada de las capacidades, la causalidad y la modalidad. En particular, se defiende que las capacidades son propiedades causales modales que confieren un rango de posibles comportamientos a los fenómenos que las poseen. Estas propiedades, que pueden ser conocidas experimentalmente, son las responsables tanto de la causalidad como de la modalidad física. Luego de abordar consideraciones epistémicas generales, la segunda sección desarrolla una ontología de las capacidades. La tercera sección esclarece las relaciones entre la causalidad probabilística y las capacidades. La cuarta sección avanza en la articulación de una epistemología experimentalista de las capacidades.

Palabras clave: disposiciones; causalidad probabilística; modalidad física; metafísica naturalizada.

* Este artículo se debe citar: Rodríguez, Pascal. "Capacidades, causalidad y modalidad: tres aristas del mismo triángulo". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 147-174. <https://doi.org/10.18270/rfc.v19i39.3026>

ABSTRACT

This article proposes a naturalized conception of capacities, causality and modality. Particularly, I defend that capacities are modal causal properties that confers to phenomena a range of possible behaviours. Thus, these physical properties are responsible as much of causality as of physical modality. Also, I argue that capacities can be individuated, ascribed, measured and manipulated by means of different empirical approaches. After of addressing general epistemic considerations, the second section sets an ontology for capacities. The third section establishes the relations between probabilistic causation and capacities. The fourth section advances in the articulation of an experimentalist approach to capacities.

Keywords: dispositions; probabilistic causation; physical modality; naturalized metaphysics.

1. INTRODUCCIÓN: NATURALIZANDO LA DISCUSIÓN

Las capacidades, la causalidad y la modalidad han sido problemas filosóficos abordados desde diversas perspectivas metafísico-epistémicas. En la literatura reciente se puede distinguir entre tres tipos de aproximaciones metafísicas, cada una asociada a una epistemología diferente: la analítica, la eliminativista y la naturalizada.

La *metafísica analítica* ha avanzado distintas teorías acerca de las capacidades, la causalidad y la modalidad. Por lo general, los análisis de estos aspectos de la realidad han sido realizados por separado, permaneciendo oscura la relación entre ellos. La metodología empleada es clara: el problema, sostienen, ha de ser abordado desde un punto de vista meramente conceptual. De este modo, en caso de que se apele a la experiencia, esto será realizado tan solo de manera secundaria. En contra de ello, la *metafísica eliminativista* arguye que dichos asuntos o bien no pueden ser resueltos, o bien no son relevantes, por lo que la discusión ha de ser eliminada. Esto se debe al poco alcance epistémico de la especulación, al menos, tal y como es planteada por la metafísica analítica.

Apartándome de estas dos aproximaciones, en el presente artículo argumento que las capacidades son propiedades causales modales sensibles al ambiente que pueden ser conocidas experimentalmente. Así, propongo que estas propiedades brindan de modalidad física a los fenómenos, adscribiéndoles un rango de posibles comportamientos. Para completar dicha conceptualización, muestro que estos poderes causales han de ser entendidos bajo una teoría probabilista de la causalidad. Este es el sentido de la analogía que se halla en el título: las capacidades, la causalidad y la modalidad son tres aristas del mismo triángulo, vale decir, todos estos conceptos refieren al mismo tipo de propiedad física.

Defiendo la hipótesis señalada desde una aproximación propia de la *metafísica naturalizada*. A diferencia de la metafísica eliminativista, la metafísica naturalizada reconoce la posibilidad de dar cuenta de *algunos* problemas metafísicos, en particular, aquellos que están intrínsecamente asociados a la práctica científica. Sin embargo, estos asuntos pueden y deben ser abordados a la luz de la experiencia, recusando la metodología *apriorista* propia de la metafísica analítica. Así, desde esta perspectiva, reconozco que las ciencias, junto con la reflexión acerca de diversas experiencias comunes al ser humano, pueden informarnos acerca de algunos aspectos de las capacidades, la causalidad y la modalidad.

La estructura es la siguiente: en la sección 2 ofrezco una reconceptualización naturalizada de la ontología de capacidades ofrecida por la literatura estándar. Argumento, por medio de la elucidación de los conceptos de disposición, tendencia, propensión y capacidad, que dichas propiedades, sensibles al ambiente y modales, pueden dar lugar a un rango de posibles comportamientos. En la sección 3 analizo la relación intrínseca entre estas propiedades y la causalidad, dando como resultado una concepción probabilista y modal de la causalidad, la cual enfrenta conocidos problemas generales de las propuestas regularistas y necesitistas. En la sección 4 esbozo algunos aspectos epistémicos de las capacidades, la causalidad y la modalidad que resultan fundamentales para la caracterización naturalizada. Exhibo que las capacidades pueden ser conocidas experimentalmente y desarrollo, en particular, dos aproximaciones: una probabilística y una controlada.

2. REPENSANDO LAS CAPACIDADES

Las *capacidades* son *propiedades causales* que confieren a los fenómenos que las poseen un rango *modal* de posibles manifestaciones. La manifestación que de hecho tenga lugar está condicionada por el ambiente en el cual se encuentra el fenómeno con la capacidad. Esto significa que un mismo fenómeno -con las mismas capacidades- puede comportarse de distintas maneras en distintos ambientes. Más aún, en algunos ambientes el fenómeno puede no tener ninguna manifestación simplemente porque este no le es propicio. Los ambientes propicios serán llamados en lo que sigue *ambientes de estímulo*. Ahora bien, puede ocurrir que los fenómenos se encuentren en un ambiente de estímulo y, de hecho, no se manifiesten, dada la presencia de una capacidad inhibitoria.¹ En la presente sección se propondrá una caracterización naturalizada de las capacidades y se mostrarán algunos aspectos en los que difiere y algunos en los que se asemeja con respecto a las concepciones estándares.

Las capacidades se *definen e individúan* de acuerdo con un condicional que vincula los ambientes de estímulo con las manifestaciones a las que tiende la capacidad en dichos ambientes. En otros términos, una capacidad se puede identificar dándole contenido a la siguiente expresión:

$$C \rightarrow (S \square \rightarrow M), \text{ ceteris paribus, donde } S = \{S_1 \vee S_2 \vee S_3 \vee \dots \vee S_n\} \text{ y } M = \{M_1 \vee M_2 \vee M_3 \vee \dots \vee M_n\}$$

en donde: C es la capacidad, S es el conjunto de condiciones de estímulo y M es el conjunto de manifestaciones correspondientes a cada ambiente. Los condicio-

¹ Como es evidente, la concepción que se ofrece en este artículo está fuertemente inspirada en Cartwright (1989 y 1999). Sin embargo, sigo a Psillos (2008) al considerar que se ha de decir más acerca de las capacidades antes de tomar un compromiso con estas. En efecto, la propuesta de Cartwright resulta ser ontológicamente confusa. En especial si se comparan los trabajos de 1989 y 1999 con los de 2002a, 2002b y 2007. Como se verá, esta propuesta naturalizada resuelve algunas confusiones, facilitando la adopción de un compromiso ontológico con estas propiedades.

nales -uno de ellos contrafáctico- no tienen que ser entendidos en términos puramente lógicos, vale decir, cargados de necesidad.² En lenguaje ordinario, la expresión se lee del siguiente modo: dada la presencia de C y la ocurrencia de S, entonces M ocurrirá con determinada probabilidad.³ Se introducen las condiciones *ceteris paribus* puesto que, si no se trata de un experimento controlado, diversos factores ambientales pueden interferir en la manifestación de una capacidad, alterando así la regularidad probabilística. A lo largo de la presente sección se profundizará en la ontología de estos poderes y en la sección 4 se argumentará que el contenido de esta definición e individuación se puede obtener experimentalmente.

En vistas de una correcta comprensión de la terminología, cabe destacar que en este escrito algunas expresiones son usadas ampliamente. El fenómeno que posee las capacidades puede ser entendido como una entidad, un sistema físico, un proceso o un evento. La *manifestación* que tiene tal fenómeno en virtud de sus capacidades ha de ser comprendida de un modo indeterminado. En efecto, existen distintas capacidades, las cuales dan lugar a distintos tipos de manifestaciones. Tan solo por mencionar algunas pocas, considérese que una capacidad puede producir, inhibir, atraer, repeler, catalizar, sintetizar, mutar, elevar, calentar, transferir, etc. Como se sugerirá en 4, la ontología de las capacidades no puede ser reducida a un tipo de ejercicio, lo que entraña un *pluralismo causal*.

La literatura especializada ha utilizado diversos nombres para las propiedades que, siguiendo a Cartwright (1989), he llamado capacidades, entre los cuales se encuentran: tendencias, propensiones, poderes y disposiciones. Aun cuando estos distintos conceptos son usados en discusiones diferentes, considero que esta multiplici-

² El término *capacidad* refiere a propiedades físicas, en particular, a aquellas que confieren rangos de manifestaciones a los fenómenos. Esta propuesta no se compromete con la necesidad física, sino tan solo con la posibilidad. Por esta razón, si los condicionales pretenden dar cuenta de fenómenos físicos, estos no pueden ser leídos en términos de necesidad, propiedad solo otorgable a enunciados formales.

³ Así, otra opción es reescribir la expresión de acuerdo con un condicional probabilístico. Dado que, a diferencia del condicional probabilístico, la enunciación ofrecida elucida explícitamente la relación entre manifestación y ambiente de estímulo, no exploraremos opciones alternativas en este escrito.

dad de nombres ha producido una serie de confusiones conceptuales acerca de cómo entender, tanto ontológica como epistémicamente, las capacidades. Las capacidades *son* poderes causales, los cuales se caracterizan por ser *disposicionales*. A su vez, estos poderes son *tendenciales*, puesto que confieren a los fenómenos que las poseen *propensiones* a comportarse de determinados modos más que de otros. Mientras estos últimos enfatizan el carácter probabilístico de estas propiedades (el que no siempre es considerado objetivo), los primeros destacan su realidad y su relación intrínseca con el ambiente. Con el objetivo de llevar a cabo la caracterización ontológica de manera consecuente con la actitud naturalista y evitando confusiones por la multiplicidad de términos, a continuación, caracterizaré estas propiedades modales mediante un análisis de los distintos conceptos usados por la literatura. Mostraré que los términos capacidad, disposición, propensión y tendencia refieren a las mismas propiedades, a saber, aquellas que proveen de *modalidad física* a los fenómenos. Dicho análisis servirá de herramienta para dilucidar las características principales de estos poderes para luego evidenciar su estrecha relación con la causalidad. Finalmente, se esbozarán algunos ejes centrales de una epistemología empírica de las capacidades.

Las capacidades son *propiedades causales*, valer decir, propiedades en virtud de las cuales un fenómeno tiene un poder causal. Ahora bien, estas propiedades son poderes causales de un determinado tipo, a saber, *disposicionales*. Los análisis filosóficos de las propiedades *disposicionales* (o disposiciones) han sido realizados por contraposición con las propiedades categóricas (Mellor 1974 y 1982; Mumford 1998; Bird 2007; Chakravartty 2007). Las disposiciones se diferencian de las propiedades categóricas puesto que las primeras son *sensibles al ambiente*. Que una propiedad sea sensible al ambiente implica que esta variará su comportamiento dependiendo de las circunstancias exteriores, vale decir, de las demás propiedades que están en su entorno. Más adelante se argumentará que tal característica entraña que estas propiedades son *modales*. Por el contrario, una propiedad es llamada categórica cuando su manifestación no depende de ninguna condición. Así, estas propiedades se caracterizan por ser *estáticas*. El carácter estático no implica que una propiedad no pueda de ningún modo ser alterada por el ambiente. Naturalmente, factores ambientales pueden mutar o destruir una propiedad categórica, generando un cambio

en la manifestación. No obstante, dicho cambio en la manifestación se produce porque la propiedad cambió. A diferencia de esto, si una propiedad disposicional cambia su manifestación, ello no es síntoma de cambios en la propiedad misma.

La tradición filosófica que ha analizado la distinción entre estas propiedades ha procedido, por lo general, de manera analítica. La propuesta que defiendo, en tanto tiene como propósito naturalizar la discusión, no puede aceptar otro criterio que la sensibilidad ambiental. Ciertamente es que tal criterio es imprescindible para defender la realidad de las capacidades puesto que, si no podemos distinguir las propiedades disposicionales de las categóricas –las cuales son usualmente aceptadas en la práctica científica puesto que competen estructuras, relaciones espaciales y temporales–, no hay razones para adoptar un compromiso con la existencia de las disposiciones.

Para autores como Mellor (1974, 1982), Mumford (1998) y Bird (2007), la sensibilidad al ambiente no puede ser el único criterio de distinción; se precisaría uno de índole puramente conceptual. Tal imprescindibilidad se fundamentaría en el carácter preponderantemente metafísico del problema. Naturalmente, la sensibilidad ambiental no cumple con los criterios de estos autores en tanto este se fundamenta en la experiencia. Mellor (1974, 1982) intenta realizar la distinción sosteniendo que, a diferencia de las propiedades categóricas, las propiedades disposicionales pueden ser caracterizadas semánticamente mediante un condicional. Sin embargo, tal criterio falla, puesto que es posible caracterizar cualquier propiedad involucrando un condicional. Dado que la triangularidad es una forma o estructura, esta es considerada una propiedad categórica, la cual puede entrañar el siguiente condicional: si los ángulos de un triángulo son contados, el resultado será tres (Mumford 1998 70). Otro criterio podría recurrir a la distinción acto-potencia. Las disposiciones serían propiedades potenciales, mientras que las categóricas actuales. Pero este criterio tampoco es útil porque se basa en una confusión entre la propiedad y la manifestación. La propiedad disposicional no es potencial, sino que actual. Lo potencial serían sus manifestaciones, puesto que estas están supeditadas a las condiciones ambientales. Un fenómeno no posee en potencia determinadas propiedades que, utilizando la terminología, se actualizan al entrar en un ambiente de estímulo. Por el contrario, los fenómenos acarrean sus propiedades (Cartwright 1999) de un

ambiente a otro. Esto último, por cierto, puede ser contrastado experimentalmente mediante invariancias en algunas mediciones.

En síntesis, se han caracterizado las propiedades disposicionales, al igual que la literatura estándar, por contraposición con las propiedades categóricas. Sin embargo, a diferencia de la literatura estándar, se ha enfatizado el carácter empírico de la distinción. Las propiedades están en los fenómenos empíricos por lo cual, si queremos conocerlas e individualizarlas, se ha de recurrir a la experiencia.⁴ De este modo, la única distinción trazable entre propiedades disposicionales y categóricas es la sensibilidad ambiental, vale decir, el hecho empírico de que las manifestaciones de estas últimas son invariantes a todo cambio en el ambiente, mientras que las manifestaciones de las primeras no. Queda elucidar por qué argumento que las capacidades y las disposiciones son lo mismo para luego finalizar la sección con las tendencias y las propensiones.

De acuerdo con algunos autores (Cartwright 1999; Chakravartty 2007) las disposiciones difieren de las capacidades en tanto las primeras se consideran asociadas tan solo a una manifestación, mientras que las segundas, no. Chakravartty sostiene que las disposiciones pueden tener, en términos epistémicos, varias manifestaciones, pero *en términos metafísicos solo una*. “Metafísicamente hablando, las propiedades causales son únicamente identificadas en todas las circunstancias con las mismas disposiciones” (149-150). El problema es que esta concepción tan solo es defendible si se acepta, como de hecho lo hace Chakravartty, que la relación entre una disposición y su manifestación es analítica. Esto entraña que, en principio, no es necesario recurrir a la experiencia para conocer las manifestaciones de estas propiedades. Bastaría con conocer la naturaleza de la propiedad para saber su manifes-

⁴ Cabe destacar que tanto las propiedades categóricas como las propiedades disposicionales son propiedades causales. En este respecto, si consideramos que lo que ha sido llamado por la filosofía ‘causalidad’ no es más que un grupo de propiedades instanciadas en el mundo, entonces tanto las propiedades categóricas como las disposicionales no son algo distinto que lo así llamado ‘causalidad’. Así, podría especularse que los términos ‘propiedad disposicional’ y ‘propiedad categórica’ se proponen tan solo para distinguir los dos tipos ya mencionados de comportamiento causal, vale decir, dos tipos de relaciones a los que da lugar la causalidad

tación. Más aún, la relación entre la propiedad y la manifestación estaría guiada por una ley de la naturaleza concebida como *de re*. “Así, la conjunción de todas las leyes causales especifica la naturaleza de todas las propiedades causales” (Chakravartty 2007 123). O sea, descubrir la ley significa descubrir la manifestación metafísica de la propiedad.

Cartwright en *The Dappled World* (1999 59) opone las capacidades a las disposiciones, puesto que las primeras podrían tener distintas manifestaciones, mientras que las segundas, no. No obstante, luego declara: “no tengo una visión metafísica de las disposiciones versus las capacidades versus los Poderes. Elijo la palabra ‘capacidad’, puesto que esta es usada por otros con menos frecuencia; por lo que acarrea menos presuposiciones con ella” (2002b 3). El evidente cambio de opinión de la autora no se debe a que su concepción, de lo que es una disposición, cambie y se adecúe a lo que es una capacidad, como defiende yo. Por el contrario, es *la definición de capacidad la que cambia* y se ajusta a la de disposición. En efecto, a diferencia de los trabajos realizados en (1983), (1989) y (1999), la concepción de Cartwright (2002b; 2007; 2008) ya no es claramente distinguible de la de Chakravartty, puesto que defiende que se ha de diferenciar la manifestación de una capacidad de su comportamiento ocurrente o resultante. “La manifestación –‘atraer’- está fija incluso cuando el comportamiento descrito en lenguaje de propiedades-ocurrentes [*ocurrent-property language*] -aceleración Y- es altamente variado” (Cartwright 2008 195, énfasis mío). Esto se debe a que la manifestación de una capacidad está *analíticamente* ligada a la propiedad. “Como yo uso el término *capacidad*, la conexión entre una capacidad y su ejercicio, o la potencia para su ejercicio, es analítica” (Cartwright 2007 20). Es más, esta relación está *determinada* por una ley causal que define la naturaleza de la capacidad (Cartwright 2007 22 ss.). El comportamiento ocurrente o resultante, por el contrario, es variado y depende del ambiente en el que la capacidad se instancia. Por consiguiente, la autora plantea implícitamente la misma distinción de Chakravartty entre la manifestación entendida en términos metafísicos y la manifestación entendida en términos epistémicos.

¿Por qué sostengo, entonces, que las capacidades *no* son diferentes de las disposiciones? Acorde con la aproximación naturalizada de las capacidades que guía

este artículo, no es posible aceptar una distinción entre la relación metafísica que mantendría una capacidad con su manifestación y la relación epistémica con los distintos comportamientos ocurrientes. Por esta razón, si las mediciones y los resultados experimentales realizados dan cuenta de que una misma disposición cambia su manifestación al cambiar el ambiente, no tenemos razones suficientes para sostener que esta no tiene tantas manifestaciones como cuantas de estas podrían arrojar mediciones diferentes. Si se manipula experimentalmente un ambiente controlado en el cual se encuentra una capacidad, es posible apreciar que, conforme a variaciones ambientales, hay diversas variaciones en las manifestaciones. Dado que no se aceptan como epistémicamente robustas las razones puramente metafísicas, no se tiene fundamento para no atribuir cada uno de los comportamientos que se miden y experimentan a la capacidad que se investiga. En efecto, no es posible trazar una distinción empírica entre la manifestación metafísica de una capacidad y sus manifestaciones ocurrientes. A modo de breve ejemplo, considérense los distintos comportamientos que puede tener un haz de luz al interactuar con la intersección entre dos medios con distinto índice de refracción: a medida que cambia el índice de refracción —ale decir la isotropía entre los medios—, cambia el ángulo de reflexión y refracción.⁵

Al rechazar la relación metafísica entre la propiedad y la manifestación, se niega que las disposiciones tengan necesariamente *una* manifestación. Así, se cae la diferenciación entre disposiciones y capacidades. Las capacidades son propiedades disposicionales que confieren un rango de *posibles* comportamientos a los fenómenos que las poseen y su carácter disposicional estriba en la sensibilidad ambiental. Cabe destacar que tal y como una disposición no tiene necesariamente una manifestación, una capacidad tampoco tiene *necesariamente* varias manifestaciones. La presente propuesta no tiene como objetivo universalizar los distintos tipos de capacidades. Basta con establecer que, por lo general, estas propiedades están asociadas a diversas manifestaciones.

⁴ Dicho comportamiento es descrito por la Ley de Snell. La siguiente simulación evidencia el punto mencionado: <<https://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/refraction/criticalangle/index.html>>.

La sensibilidad ambiental es la característica clave de las capacidades. En virtud de tal sensibilidad estas propiedades son *modales*. Antes de profundizar en la modalidad, cabe destacar que la sensibilidad ambiental no implica que las capacidades sencillamente se manifiesten o no. En otras palabras, la manifestación de las capacidades no es binaria, sino que *puede tener lugar por grados*. Entre la no-manifestación de una capacidad y la manifestación cabal hay un *continuum*. La manifestación cabal será llamada en lo que sigue manifestación ideal, puesto que esta tiene lugar en ambientes extremadamente particulares y limitados los que, por lo general, son construcciones experimentales controladas. Por esta razón, aquellos ambientes en los que la capacidad ejerce una manifestación con una probabilidad regular en grado máximo, vale decir, con todo su potencial y sin que nada interfiera, serán calificados como *ideales*.⁶ Entonces, entre el ambiente de estímulo ideal y aquel que no es de estímulo existe un *continuum*, el cual es correspondido por el *continuum* entre una manifestación ideal y la no manifestación. Cada una de las manifestaciones que se encuentra en el *continuum* es distinta de la otra, puesto que al ser medidas arrojan distintos valores.⁷

Hasta aquí he caracterizado las capacidades como propiedades disposicionales, entendiendo estas últimas como no asociadas a un solo tipo de manifestación. Dicha comprensión permite finalizar la caracterización ontológica argumentando, por medio de la relación capacidad-modalidad-probabilidad, que el concepto de *propensión* y *tendencia* refiere a estas mismas propiedades.

De las características ontológicas que se han ofrecido hasta ahora se desprende que estas propiedades son modales en dos sentidos. Por un lado, como ya he argumentado, un determinado fenómeno *puede* manifestarse, o no, dependiendo de las circunstancias ambientales. Por el otro, un fenómeno tiene un rango de *po-*

⁶ Las manifestaciones ideales tienen gran relevancia para la práctica científica puesto que permiten realizar generalizaciones empíricas, construir leyes fenomenológicas *ceteris paribus* y articular extrapolaciones de diverso alcance.

⁷ Dicho punto puede ser igualmente apreciado en la simulación del comportamiento de la ley de Snell adjuntado en la nota número 4.

sibles manifestaciones, las cuales están determinadas por las capacidades específicas del fenómeno en cuestión. Esto significa que un fenómeno *puede* comportarse de ciertas maneras y no *puede* comportarse de otras. La manifestación que de hecho tenga lugar –en caso de haberla– depende en última instancia de la configuración ambiental. La sensibilidad ambiental propia de estas propiedades vuelve al mundo físico un mundo modal, pero los diversos estados de cosas configuran diversos arreglos ambientales, a su vez.

Comprender las capacidades como un aspecto de la modalidad física resulta filosóficamente muy fructífero ya que nos permite establecer una concepción *de re* de la modalidad y su relación con la causalidad y la probabilidad. Siguiendo con el espíritu naturalizado, se considerará que la modalidad física está constituida por la actualidad y la posibilidad.⁸ Mientras que la actualidad es aquello que es el caso en un momento T, la posibilidad permite aventurar lo que podría haber sido el caso, lo que puede ser el caso y lo que podrá ser el caso, de cumplirse determinadas condiciones. Cabe destacar que no se sugiere una reducción de la modalidad a las capacidades, ni viceversa. Antes bien, la modalidad, en particular la noción de posibilidad, puede ser elucidada valiéndose del concepto de capacidad puesto que, como se ha mencionado anteriormente, ambos refieren al mismo tipo de propiedad física.

La modalidad física es definida como la disposición –o capacidad– que tiene un fenómeno al poseer determinadas propiedades físicas. De este modo, las distintas *posibilidades* son las distintas manifestaciones que puede tener un fenómeno en virtud de sus propiedades, de modo tal que el fenómeno M (o el estado de cosas M) es posible si existe algún fenómeno que tenga la capacidad C y algún ambiente con

⁸ Realizar una defensa exhaustiva de la adopción de esta premisa sería motivo de un artículo nuevo. Permítaseme mencionar brevemente lo siguiente: las distintas posibilidades pueden ser experimentadas por el ser humano. Percibimos –de modo tal que nos afecta nuestra vida cotidiana y científica– que distintos estados de cosas pueden ser el caso (el vaso puede trisarse, romperse en muchos pedazos o permanecer en buen estado). No ocurre lo mismo con la necesidad. De momento, sabemos que no existe ningún río de coca-cola, pero no es imposible, vale decir, necesario que no ocurra. Disney puede crear uno el día de mañana. (Este ejemplo me fue sugerido por Otávio Bueno en conversación personal).

las condiciones de estímulo S.⁹ La posibilidad M se actualizará, i.e., tendrá lugar, si se reúnen los factores de estímulo relativos a la manifestación en cuestión. En caso de que el estado de cosas M no se actualice, este resta tan solo como una mera posibilidad, la cual no tiene carga ontológica mayor que una ficción –que, incluso, respete las leyes de la naturaleza.¹⁰

Las características modales mencionadas están intrínsecamente relacionadas con las *propensiones* y las *tendencias*. Estos términos surgen como una interpretación de las probabilidades (Popper 1959; Mill 1843). De acuerdo con esto, los fenómenos tienden o tienen una *propensión* a manifestarse de determinados modos más que de otros, lo cual es cuantificado probabilísticamente. Así, las probabilidades darían cuenta de una característica objetiva de los fenómenos (Popper 1959), a saber, de determinados grados de modalidad física. Como veremos con mayor detalle en la siguiente sección, una capacidad no está relacionada con su manifestación con necesidad –aun cuando tenga lugar en un ambiente de estímulo ideal–, sino que con determinada probabilidad. De manera tal que, dado el ambiente y la capacidad, la manifestación tendrá lugar con cierta probabilidad, vale decir, *tiende* a ocurrir, pero *puede* no ocurrir. Por otro lado, dependiendo del ambiente, la ocurrencia de algunas de las manifestaciones que es capaz de ejercer la capacidad es más probables que otras.

Entre el concepto de tendencia y el de propensión no hay diferencia alguna. Mientras el primero es utilizado por Mill, el segundo es desarrollado por Popper. Aun cuando hay diferencias entre las concepciones que cada uno de estos autores tiene acerca del estatuto ontológico y la fundamentación de estos conceptos, ambos lo utilizan para dar cuenta de una interpretación de las probabilidades. De acuerdo con Popper “Las propensiones pueden ser explicadas como posibilidades (o como medi-

⁹ Naturalmente, muchos fenómenos del mundo físico son posibles si existe la conjunción de una serie de capacidades y de ambientes de estímulo.

¹⁰ La definición de posibilidad se inspira en la propuesta de Vetter (2015), sin embargo, se diferencia en varios aspectos, entre los que podemos identificar brevemente el carácter abstracto y emergente que posee la posibilidad en la propuesta citada.

ciones o ‘pesos’ de posibilidades), que están dotadas con tendencias o disposiciones a manifestarse” (1959 30). Por su parte, Cartwright declara que su concepción de las capacidades no difiere en ningún aspecto de las tendencias propuestas por Mill “Sugiero al lector que tome mi [concepto de] ‘capacidad’ como sinónimo de la ‘tendencia’ de Mill” (1989 170). Suárez analiza las propensiones y sostiene que “Todas las teorías de propensiones postulan propiedades disposicionales que producen las frecuencias apropiadamente observadas en pruebas experimentales conducidas en configuraciones probabilísticas apropiadas [*suitable chance set-ups*]” (1971 7). Realizando una defensa del rol de las propensiones en mecánica cuántica, Dorato señala que “Las propensiones han de ser vistas como medidas cuantitativas y probabilísticas de las disposiciones que un sistema singular debe tener” (2011 199).

Cierto es que la alternativa eliminativista propondría que la metafísica de estas propiedades ha de ser eliminada y defendería una concepción subjetivista de las probabilidades, manteniendo un anti-realismo con respecto a las propensiones. No obstante, como se ha señalado en 1, la presente concepción se propone naturalizar la discusión y sugerir una metafísica que *reconozca* la modalidad física y la ocurrencia de diversos procesos causales que tienen lugar en la realidad observable y cuantificable. Naturalmente, el subjetivismo acerca de las probabilidades no puede llevar a cabo dicha tarea, puesto que, de acuerdo con su concepción, toda noción probabilística que tenga el ser humano acerca de los fenómenos naturales se debe a nuestro escaso alcance epistémico y no a la naturaleza de los fenómenos.

En síntesis, las capacidades, las disposiciones, las propensiones y las tendencias son distintos conceptos para referir a los poderes causales modales de los fenómenos físicos. Estos poderes confieren un rango, cuantificable probabilísticamente, de posibles comportamientos a los fenómenos que las poseen. En efecto, con el uso de las probabilidades es medible la propensión que tiene un fenómeno a manifestarse del modo M_1 en el ambiente S_1 , tendencia que permanece regular si el ambiente es controlado. Además, es cuantificable cuál es la disposición de un fenómeno a manifestarse del modo M_1 en S_1 en contraposición al modo M_2 . A lo largo de esta sección se han caracterizado las capacidades por medio de una elucidación de su relación con los términos disposición, propensión y tendencia. Este análisis ha permitido dar

cuenta de las características ontológicas de estas propiedades, las cuales se vinculan con la modalidad y la probabilidad. A continuación, se mostrará que, naturalmente, estas propiedades están estrechamente asociadas a la causalidad, permitiendo dar cuenta de algunas características de este concepto filosófico.

3. PROPIEDADES CAUSALES Y CAUSALIDAD PROBABILÍSTICA

Recuérdese que el objetivo central del presente artículo es proponer una aproximación naturalizada a las capacidades, la causalidad y la modalidad, y mostrar que, según tal aproximación, estos tres conceptos están intrínsecamente relacionados en tanto dan cuenta del mismo tipo de propiedad física. Hasta ahora, se ha argumentado que las capacidades son poderes causales que confieren tendencias a comportarse de ciertos modos a los fenómenos que las poseen. Dicho en palabras que resalten el carácter modal, estos poderes son propiedades que atribuyen un rango de posibles comportamientos a los fenómenos. Como se evidencia, la noción de capacidad está estrechamente vinculada con la causalidad. En la presente sección se argumentará que las capacidades son las entidades responsables de los procesos causales y que por medio de estas es posible defender un realismo causal naturalizado. Esta defensa se realizará por medio de la exhibición de ciertos problemas generales que tienen las teorías regularistas y las necesitistas para dar cuenta de los fenómenos empíricos. Dados los objetivos específicos, las teorías mencionadas serán exhibidas en términos muy generales y sin hacer justicia a la diversidad de vertientes a las que cada una de estas ha dado lugar —algunas de las cuales no poseen todos los problemas que revisaremos—.

Si, como he sugerido en 2, las capacidades son entendidas como poderes causales que poseen los fenómenos, entonces estas constituyen un factor *necesario* para que tenga lugar un proceso causal. Sin embargo, dada la naturaleza de estas propiedades, estas no son *suficientes* para que este proceso ocurra. Para ello serían necesarios los siguientes factores: (i) una capacidad; (ii) un fenómeno, y (iii) un ambiente de estímulo.

Aun cuando los factores (i)-(iii) son *necesarios*, juntos *no son suficientes* para que ocurra un proceso causal. Se argüirá que la causalidad ha de ser concebida en términos probabilísticos: una causa *altera* (i.e., aumenta o disminuye) las probabilidades de que ocurra su efecto. En esto tomo cierta distancia de algunos autores (por ejemplo, Dupré 1984) puesto que, en general, se ha propuesto que una causa *eleva* las probabilidades de que tenga lugar el efecto. Dupré propone la siguiente definición: “la instanciación de un tipo tomado como causa debería incrementar las probabilidades de que ocurra la instanciación del efecto” (1984 169). No obstante, a pesar de que hay causas que elevan las probabilidades de que tenga lugar un efecto, hay otras que las disminuyen. Dentro de estas causas se encuentran las *inhibitorias*. Una inhibición se caracteriza por disminuir las probabilidades de que ocurra determinado efecto. Un análisis detallado de las causas inhibitorias sería motivo de otro artículo. En virtud del argumento, basta tener presente que existen fenómenos con la capacidad de prevenir o inhibir que ocurra un efecto.

Dada la causa, el aumento o la disminución específica de la probabilidad de que tenga lugar el efecto dependerá del ambiente en el que esta se encuentra y de las demás capacidades que tenga el fenómeno. En este contexto, autores como Cartwright (2002a) han llamado a esta relación *configuración probabilística* [*chance set-up*]. En lo que resta de la presente sección, se mostrarán algunos beneficios de la causalidad probabilística asociada a las capacidades. En particular, se mostrará que esta propuesta permite resolver algunos problemas generales de la concepción regularista *näive* -inspirada en Hume- y del necesitismo de Chakravartty.

Gran parte de la tradición filosófica ha concebido la causalidad indisolublemente unida a la necesidad (Beebe, Hitchcock & Menzies 2009). De acuerdo con ello, una causa es suficiente para que tenga lugar el efecto y, si no se da la causa, el efecto tampoco puede darse, puesto que causa y efecto estarían unidas por una conexión necesaria.

Las teorías regularistas, originadas por las investigaciones filosóficas realizadas por Hume (2015), rechazan la conexión necesaria en términos metafísicos y delimitan la causalidad a la contigüidad espaciotemporal, prioridad por parte de la causa frente al efecto y conjunción constante (Psillos 2006). Así, esta concepción se fun-

damenta en la primera definición de la causalidad propuesta por Hume: “podemos, pues, definir una causa como *un objeto seguido de otro, cuando todos los objetos similares al primero son seguidos por objetos similares al segundo*” (2015 129). El estatus metafísico de la causalidad en la propuesta de Hume es materia de discusión exegética hasta el día de hoy (Beebe 2006 caps. 5-7). No obstante, dicha discusión excede los objetivos específicos de la presente sección. Dado que el realismo de capacidades entraña un realismo causal, en lo que sigue se considerarán algunos problemas tan solo de aquellas versiones que admiten que el lenguaje causal, tanto como el análisis causal, nos entrega algún tipo de información acerca del mundo físico. En particular, se problematizarán las teorías regularistas *näive*, reconociendo que algunas variantes actuales más refinadas pueden prescindir de algunos de los problemas que se analizarán a continuación.

El regularismo causal relevante para nuestros propósitos se caracteriza por prescindir de la necesidad a la hora de dar cuenta de los fenómenos causales. De este modo, esta concepción disocia la relación entre causalidad y necesidad ontológica y propone que los análisis causales pueden ser llevados a cabo “en términos de sucesiones invariables” (Hitchcock 2016 sec. 1.1). Por lo tanto, de acuerdo a estas teorías, c es causa de e si y solo si c es seguido regular e invariablemente por e .

Considero que los problemas pueden ser divididos en metafísicos y epistémicos. Mientras los problemas metafísicos tienen relación con la naturaleza de la causalidad, los epistémicos surgen cuando el ser humano se aproxima cognitivamente a esta. El problema metafísico es acarreado por diversas teorías causales y, si bien es un asunto ontológico, este tiene consecuencias epistémicas. Toda teoría causal realista sostiene que existen fenómenos que mantienen algún tipo de relación con otros fenómenos tal que si c es causa de e , e es producto de c . Pero declararse realista acerca de la causalidad, *tout court*, es sumamente ambiguo. Cartwright (1999 105) señala que, puesta en dichos términos, la causalidad está completamente indeterminada, pues no señala ni cuáles son, en términos ontológicos, los factores que se postulan –objetos, propiedades, eventos, universales, esencias, conexiones necesarias, etc.– ni cuál es la relación entre ellos –producción, inhibición, obstrucción, estimulación, atracción, repelencia, alza, baja, etc.–

La teoría causal que ofrezco permite dar cuenta del problema de la ambigüedad, explicitando que los factores con los cuales hay que involucrarse ontológicamente son las *capacidades* que poseen los fenómenos. Estas propiedades no pueden ser categorizadas de manera única, puesto que las hay de diversos tipos. Las diferentes ciencias estudian distintas propiedades que dan lugar a diversas estructuras causales. En virtud de ello, sugiero un pluralismo causal.¹¹ El tipo de relación y de mecanismo causal al que dé lugar cada una de estas propiedades es algo que ha de ser estudiado empíricamente. Sigo a Cartwright (1989; 1999) al sostener que dar cuenta de estos aspectos es parte de la labor de las distintas disciplinas científicas, cada una de las cuales se vale de diferentes métodos de investigación. En síntesis, la causalidad tiene lugar en virtud de diversas propiedades que dan lugar a distintos tipos de relaciones causales, lo que entraña que los fenómenos causales no pueden ser categorizados universalmente. Ahora bien, la ontología requerida para esta teoría causal son las capacidades; propiedades estudiadas por las distintas ciencias.

El segundo problema metafísico de las teorías regularistas *näive* radica en la existencia de una serie de fenómenos que, tanto en la cotidianidad como en la práctica científica, son considerados causales, pero que no gozan de invariancia. Entonces, dado que la asociación entre el fenómeno *c* y el fenómeno *e* no es constante, por definición, *c* no sería causa de *e*. Que el cigarrillo cause cáncer es un hecho, por más que *no lo cause siempre*. Un golpe en un vaso causa que este se rompa, aunque en ciertas circunstancias este será golpeado y no se romperá. El consumo de antibióticos causa la eliminación de virus del organismo, aun cuando existen circunstancias en las cuales esto no se produce. En breve, no todos los fenómenos causales son regulares e invariantes. Por lo general, estos se ven afectados por las condiciones ambientales.

Pero la causalidad no tiene por qué ser entendida en términos de relaciones invariantes. Las teorías regularistas conservan el residuo metafísico teológico de la

⁸ Una defensa completa del pluralismo causal precisa de la articulación de diversos ejemplos de las distintas ciencias, donde se muestre específicamente la diversidad de propiedades causales que estas estudian.

conexión necesaria. De acuerdo con la concepción que sugiero, una entidad reconocida como causa puede tener lugar sin que tenga lugar el efecto, así como este podría ocurrir sin que ocurra aquella. Esto se debe a que una causa tan solo altera las probabilidades de que tenga lugar el efecto. Así, considerando la conceptualización ofrecida previamente, es *posible* que se presente una capacidad, un fenómeno y un ambiente de estímulo, sin que por ello tenga que ocurrir imprescindiblemente el efecto. La causalidad es una *relación modal* física que involucra tan solo la *posibilidad* y la *actualidad*. Presentándose los factores causales mencionados es *posible*, y en algunos casos probable, que tenga lugar el efecto, pero también es *posible* que esto no ocurra, *sin que exista algún tipo de explicación más allá de la modalidad*.

Las razones para vincular la causalidad con la necesidad pueden ser variadas, sin embargo, una de ellas estriba en el criterio de distinción entre las asociaciones regulares causales y las asociaciones regulares azarosas. Chakravartty, siguiendo la tradición metafísica, sostiene que el único criterio posible es la *necesidad*. “La noción de necesidad causal objetiva, si es sostenible, sirve para una función explicativa extremadamente importante para aquellos que están aptos para buscar respuestas; permite al realista distinguir entre las regularidades causales (...) y las series de sucesos accidentales” (Chakravartty 2007 95). De este modo, la necesidad no solo ha sido postulada por razones metafísicas, sino también epistémicas. En efecto, si esta es rechazada, se requiere otro criterio epistémico para realizar la distinción mencionada, de lo contrario surgen problemas de individuación.

El tercer problema es de índole epistémico y consiste en la imposibilidad que tienen las teorías regularistas para detectar regularidades espurias y con ello factores causales irrelevantes. Existen una serie de conjunciones constantes e invariables que no pueden ser síntoma de causalidad. Un ejemplo clásico en la literatura se encuentra en el aumento de la columna de mercurio de un barómetro y la posterior ocurrencia de una tormenta. Como es evidente, aunque el incremento en la columna de mercurio es seguido invariablemente por la tormenta, no es posible señalar que aquél es causa de esta. La correlación se debe a la presencia de una causa común (Reichenbach 1971), a saber, la baja de presión. Asociada a dicha dificultad se encuentra la imposibilidad de detectar factores causales irrelevantes. Que Pedro se persigne todos los

días, constante e invariablemente, antes de encender el auto no es un factor causal de que este encienda. Pero ¿cómo lo identificamos siguiendo la teoría causal regularista?

La teoría causal probabilista permite dar solución a los problemas propuestos sin valerse de la necesidad, lo cual permite avanzar hacia la naturalización de la causalidad. Esto se debe a que la concepción defendida da cuenta de los procesos causales teniendo en primera consideración los fenómenos empíricos y las distintas prácticas científicas. Todo factor causal altera las probabilidades de que tenga lugar un efecto. Este criterio permite detectar factores causales irrelevantes. Considerando el ejemplo propuesto, es posible tener la certeza de que la persignación no es un factor causal relevante, puesto que, aun cuando está asociado invariablemente al encendido del auto, el primer proceso no altera las probabilidades de que ocurra el segundo. El problema de las correlaciones espurias genera más dificultades, sin embargo, en la siguiente sección se defenderá una posible solución. En suma, la concepción propuesta ostenta el beneficio de dar cuenta de fenómenos causales variables y modales, así como también provee una valiosa herramienta epistémica. Así, se ha dado un modesto paso en la dirección de nuestro objetivo principal: una ontología naturalizada de las capacidades permite dar cuenta de los fenómenos causales sin recurrir a ninguna ontología que trascienda estas propiedades, junto con exhibir cómo estos conceptos se encuentran inherentemente relacionados¹². Además, los análisis de la causalidad y las capacidades permiten elucidar la relación entre las propiedades y sus manifestaciones, pudiendo, así, dar mayor completud a la caracterización ontológica. La causalidad probabilística, las capacidades y la modalidad son tres aspectos del mundo físico que tienen que ser metafísicamente analizados en conjunción, puesto que dan cuenta de las mismas propiedades del mundo físico. En la siguiente sección se esbozará una epistemología experimentalista que consiste en mediciones probabilísticas y en la articulación de experimentos controlados.

¹² No resulta superfluo destacar que no se ha intentado realizar una fundamentación de la causalidad en las capacidades, ni viceversa. La causalidad es un aspecto de la ontología de capacidades.

4. HACIA UNA EPISTEMOLOGÍA EXPERIMENTALISTA DE LAS CAPACIDADES

En las secciones precedentes se ha argumentado que las capacidades son propiedades modales que, en tanto no son diferentes de los poderes causales, cumplen un rol fundamental en la causalidad. Dado que estas propiedades adscriben un rango de posibles comportamientos, los que pueden, o no, tener lugar, se ha ofrecido una defensa de la causalidad probabilística. Esta concepción de la causalidad tiene el beneficio de reconocer la modalidad física del mundo. En esta última sección, mostraré que las capacidades pueden ser conocidas, individuadas y adscritas experimentalmente. La epistemología experimentalista que se esbozará resulta esencial para la naturalización de estas propiedades y con ello de la modalidad y la causalidad.

Las capacidades son propiedades físicas estudiadas por diversas ciencias. Como se señaló en 2, estas propiedades no dan lugar a un solo tipo de relación causal. Las diferentes ciencias investigan distintas propiedades que tienen los fenómenos que caen bajo su objeto de estudio. Los organismos vivos, las células, los compuestos químicos, las partículas cuánticas, etc., tienen distintas propiedades que dan lugar a distintos tipos de procesos causales. Como también se mencionó (sec. 3), esto sugiere un pluralismo causal. Teniendo presentes dichos puntos, considero que la epistemología de las capacidades, asociada a una epistemología causal, tiene que ser de carácter pluralista. Las comunidades científicas utilizan diversos métodos de detección, individuación y adscripción de propiedades. De acuerdo con la actitud naturalista, la concepción propuesta reconoce que la articulación, evaluación, selección y aplicación de metodologías depende en cada caso de la comunidad científica involucrada. Esto da lugar a un pluralismo metodológico. Defender directamente el pluralismo metodológico es una labor extensa, por lo que tan solo esbozo el argumento con base en el pluralismo causal.

En la sección 2 se ha mostrado que las capacidades se individuán mediante un condicional que las correlaciona con la manifestación que pueden tener en determinados ambientes. Dicha individuación puede ser definida de acuerdo con las distintas metodologías científicas. Aun cuando no todas estas sean de carácter empírico

—puesto que muchas recurren, por ejemplo, a inferencias de la mejor explicación— la concepción propuesta destaca, particularmente, las individuaciones realizadas experimentalmente. Ello se debe a la fuerza epistémica que reconozco en la manipulación y la experimentación.¹³ En lo que sigue describiré los rasgos principales de dos aproximaciones generales, a saber, una probabilista y una controlada.

Las probabilidades entregan una primera aproximación experimentalista. Si estas son interpretadas objetivamente, como se ha sugerido en 2, entonces son una herramienta que nos permite medir influencias causales (Cartwright 1989) y modales. Si se acepta la causalidad probabilista defendida en la sección 3, entonces una causa altera las probabilidades de que tenga lugar un efecto. Si, además, se reconoce que las capacidades son las principales responsables de los procesos causales, entonces, dada la causa, la alteración en la probabilidad de que ocurra el efecto es un *indicio* de la presencia de una capacidad. Ahora bien, esta aproximación requiere un aparataje conceptual mayor que la medición y el análisis de correlaciones probabilísticas, puesto que estas por sí solas no permiten descartar las correlaciones espurias o la falta de correlación. Sin embargo, estos problemas pueden ser solucionados, o bien mediante criterios conceptuales, o bien mediante la articulación de experimentos controlados. Los criterios conceptuales son desarrollados por Reichenbach (1971) y Cartwright (1983), no obstante, dados los objetivos específicos de este artículo, estos no serán abordados. Referiré a la aproximación controlada en breve.

La aproximación probabilística no solo permite detectar, adscribir e individuar las capacidades, sino también medir su fuerza modal. Recuérdese que las capacidades son propiedades modales, cuya expresión estriba en la sensibilidad ambiental. De acuerdo con esto, una capacidad *puede* manifestarse, o no, y si se manifiesta, el comportamiento recurrente dependerá del ambiente, restando un rango de otras posibilidades. La tendencia con la cual esta se dispone a manifestarse en determinado ambiente puede ser cuantificada probabilísticamente, lo que permite la articulación de diversas predicciones científicas.

¹³ Para un desarrollo detallado del valor epistémico de la experimentación, véase Hacking 1983.

En síntesis, el contenido adquirido empíricamente por medio de esta aproximación permite articular la definición de una capacidad particular, puesto que se tiene información para correlacionar una manifestación, un ambiente de estímulo y una propiedad perteneciente a un fenómeno. No obstante, esta aproximación tiene límites en tanto, por lo general, los ambientes donde se realizan estas cuantificaciones probabilísticas no son ideales. Por esta razón, la definición de una capacidad construida por este medio puede ser ampliada y corregida mediante la aproximación controlada.

Los experimentos controlados constituyen la segunda aproximación experimentalista que esbozaré. Mientras la aproximación probabilista puede ser llevada a cabo en diversos ambientes naturales, los experimentos controlados requieren mayor implementación. A su vez, la experimentación controlada tiene un estatuto epistémico mayor. Esta consiste en la articulación de un experimento que permita la manipulación tanto del fenómeno con la propiedad (o arreglo de propiedades) que se desea investigar como el ambiente en el cual estos se encuentran. Por un lado, al realizar las manipulaciones se fuerza al fenómeno a que manifieste los efectos que se desean observar, lo que permite adscribir una determinada capacidad. Por el otro, al intervenir el ambiente en el cual se encuentra el fenómeno se conoce cómo y bajo qué rango de alteraciones cambia la manifestación de la capacidad. Esto no solo permite generar una serie de modelos para predecir la ocurrencia de algunos fenómenos, sino también para manipular y actuar en el mundo.¹⁴

Aun cuando las dos aproximaciones esbozadas son independientes, la conjunción de estas permite generar un conocimiento epistémicamente más robusto. Teniendo en consideración los objetivos específicos de este artículo, estimo los siguientes beneficios. En primer lugar, la aproximación controlada permite corroborar la existencia de la capacidad que ya ha sido postulada –sea teóricamente, sea mediante otras aproximaciones empíricas tales como la probabilística–. La posibilidad de

¹⁴ Woodward (2003) desarrolla en detalle una teoría intervencionista de la causalidad, la cual es enmarcada teóricamente en el experimentalismo.

corroboración se arraiga en la fuerza epistémica que emerge al obtener el resultado esperado luego de una serie de manipulaciones del poder causal en cuestión.¹⁵

En segundo lugar, la aproximación probabilística permite generar una definición putativa de una capacidad, lo que permite articular un experimento controlado. En efecto, para esto último se precisa conocer, aunque sea un ambiente de estímulo. Una vez construido dicho ambiente, este puede ser manipulado para conocer los demás ambientes de estímulo de la capacidad, y cómo varía su manifestación al variar el ambiente. Esto, además, permite *corregir y extender* la definición de una capacidad. Mediante la manipulación de los factores relevantes se pueden conocer distintos ambientes de estímulo y cuál es el ambiente de estímulo óptimo. Tal conocimiento facilita la individuación de las capacidades en diversos ambientes, junto con la articulación de predicciones e intervenciones. Así, es posible comprender qué elementos se han de manipular para obtener los resultados esperados, así como en qué circunstancias este puede ocurrir y en qué circunstancias este no puede ocurrir.

De este modo, se ha esbozado cómo las capacidades, y con ello los procesos causales, pueden ser conocidas experimentalmente. Nótese, además, que la presente aproximación permite avanzar hacia una epistemología científica de la modalidad física sin recurrir a nociones especulativas como los mundos posibles. Al cuantificar probabilísticamente procesos causales, al manipular e intervenir capacidades, conocemos algunas manifestaciones de estas propiedades y las adscribimos a entidades, al mismo tiempo que conocemos distintos estados de cosas que pueden tener lugar o pueden haber tenido lugar en el mundo físico, adquiriendo, así, conocimiento de carácter modal.

¹³ La fuerza epistémica de la manipulación dependerá de diversos criterios que establezcan las comunidades científicas de las distintas ciencias. En este sentido, el pluralismo metodológico no sostiene que todas las metodologías sean igualmente valiosas, pero el valor de estas es una decisión práctica que atañe a los investigadores.

CONCLUSIONES

A lo largo de este artículo he defendido una naturalización de las capacidades por medio de su caracterización ontológica y epistémica, mostrando que estas propiedades están intrínsecamente relacionadas con la causalidad y la modalidad. La naturalización propuesta estriba en la consideración de la ocurrencia de los fenómenos empíricos, los posibles accesos epistémicos mediante experimentación científica y el rechazo al estatus epistémico de la mera especulación analítica para dar cuenta de estos aspectos del mundo físico. Por un lado, he mostrado que estas propiedades modales confieren un rango de posibles comportamientos a los fenómenos que las poseen. Esto distingue mi propuesta de las propuestas analíticas que comprenden las capacidades como propiedades disposicionales metafísicamente asociadas a una sola manifestación. Por otro lado, he argumentado que, de acuerdo con una concepción naturalista que desee dar cuenta de la modalidad física, el término capacidad refiere al mismo tipo de propiedad que los términos disposición, propensión y tendencia. Mientras unos destacan la sensibilidad ambiental, los otros acentúan el carácter probabilístico. Las capacidades son propiedades que tienden, probabilísticamente, a comportarse de determinados modos más que de otros, dependiendo del ambiente en el cual se encuentren. Dada la sensibilidad ambiental de estas propiedades, el mundo físico es inherentemente modal.

En la sección 3 he sostenido que las capacidades, en tanto son poderes causales, son las propiedades responsables de los procesos causales. La causalidad no puede ser entendida ni en términos de sucesiones invariables ni en términos de conexiones necesarias. Los fenómenos causales son probabilísticos. Pueden tener lugar causas sin que ocurran efectos, así como podrían ocurrir determinados efectos sin que tengan lugar determinadas causas. Si bien tanto una capacidad como un ambiente son factores necesarios para que tenga lugar un proceso causal, estos no son suficientes. La causalidad probabilística, junto con la ontología de capacidades, tiene el beneficio de dar cuenta de manera deflacionaria de una serie de eventos causales que no son invariantes.

Ahora bien, la naturalización de la causalidad y de las capacidades sugiere un pluralismo causal y metodológico. Resta como desafío pendiente una defensa

detallada de dicho pluralismo. Una posible vía para la defensa de este asunto es la sistematización de diferentes procesos causales que estudian las distintas ciencias para correlacionarlos con las distintas propiedades que pueden dar lugar a estos.

La epistemología experimentalista resulta fundamental para la naturalización de las capacidades y de la causalidad. En la sección 4 he esbozado dos posibles aproximaciones experimentales a las capacidades y la causalidad. En primer lugar, la causalidad probabilística provee una herramienta para la detección de correlaciones causales. Las causas alteran las probabilidades de que tengan lugar los efectos, lo que puede ser empíricamente medido. A su vez, esto permite la adscripción de capacidades y la medición de la fuerza modal, vale decir, de *cuánta es la tendencia a producir un efecto*. En segundo lugar, la aproximación mediante experimentos controlados permite corregir y extender las definiciones de capacidad, facilitando la individuación y la articulación de predicciones.

Las capacidades son propiedades modales físicas de los fenómenos con las que se puede tomar un compromiso ontológico sin mayores riesgos, puesto que no solo permiten dar cuenta de la diversidad de procesos causales, sino también pueden ser detectadas, medidas y adscritas experimentalmente. Las capacidades, la modalidad física y la causalidad son tres aristas del mismo triángulo.

TRABAJOS CITADOS

Beebee, Helen. *Hume on Causation*. New York: Routledge, 2006.

Beebee, Helen, Christopher Hitchcock, Peter Menzies. Eds. *The Oxford Handbook of Causation*. New York: Oxford University Press, 2009.

Bird, Alexander. *Nature's Metaphysics*. New York: Oxford University Press, 2007.

Cartwright, Nancy. *How de Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press, 1983.

_____. *Nature's Capacities and their Measurement*. Oxford: Clarendon Press, 1989.

_____. *The Dappled World: a Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

- _____. “In favor of Laws that are not Ceteris Paribus after all”. *Erkenntnis* 5.7 (2002a): 525-439.
- _____. “Reply”. *Book Symposium on the Dappled World, Philosophical Books* 4.3 (2002b): 271-278.
- _____. “Causal Powers: What are they? Why we need them? What can be done with them and what cannot?”. London: Contingency and Dissent in Science Project, 2007.
- _____. “Reply to Stathis Psillos”. *Nancy Cartwright’s Philosophy of Science*. Eds. Stephan Hartmann, Carl Hoefer y Luc Bovens. New York: Routledge, 2008. 195-197.
- Chakravartty, Anjan. *A Metaphysics for Scientific Realism*. New York: Cambridge University Press, 2007.
- Dorato, Mauro. “Do Dispositions and Propensities Have a Role in the Ontology of Quantum Mechanics? Some Critical Remarks”. *Probabilities, Causes and Propensities in Physics*. Ed. Mauricio Suárez. Dordrecht: Springer, 2011. 197-221.
- Dupré, John. “Probabilistic Causality Emancipated”. *Mindwest Studies in Philosophy* ix (1984): 169-175.
- Hacking, Ian. *Representing and Intervining*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- Hitchcock, Cristopher. “Probabilistic Causation”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. Edward N. Zalta. 2016: <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/causation-probabilistic/>>.
- Hume, David. *Investigación sobre el Conocimiento Humano*. Trad. Jaime Salas Ortueta. Madrid: Alianza Editorial, 2015.
- Mellor, David H. “In Defense of Dispositions”. *Philosophical Review* 83 (1974): 157-181.
- _____. “Counting Corners Correctly”. *Analysis* 42 (1982): 96-97.
- Mill, John Stuart. “A system of Logic”. *Collected Works of John Stuart Mill*. Toronto: Toronto University Press, 1843. vols. 7-8.
- Mumford, Stephen. *Dispositions*. New York: Oxford University Press, 1998.

- Popper, Karl. "The Interpretation of Probability". *The British Journal of Philosophy of Science* 10.37 (1959): 25-42.
- Psillos, Stathis. "Regularity Theories". *The Oxford Handbook of Causation*. Eds. Helen Beebe, Christopher Hitchcock, Peter Menzies. New York: Oxford University Press, 2006. 129-152.
- _____. "Cartwright's Realist Toil: From Entities to Capacities". *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*. Eds. Stephan Hartmann, Carl Hoefer, Luc Bovens. New York: Routledge, 2008. 167-195.
- Reichenbach, Hans. *The Direction of Time*. Berkeley: California University Press, 1971.
- Suárez, Mauricio. "Propensities and Pragmatism". *The Journal of Philosophy* 110.2 (1971): 61-92. <<https://doi.org/10.5840/jphil2013110239>>.
- Vetter, Bárbara. *Potentiality: From Dispositions to Modality*. Oxford: Oxford University Press, 2015.
- Woodward, James. *Making Things Happen*. New York: Oxford University Press, 2003.

ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO DE LA GROUNDED THEORY: RECONSTRUCCIÓN DE UN PROGRAMA METODOLÓGICO EN LA INVESTIGACIÓN SOCIAL*

EPISTEMOLOGICAL ANALYSIS OF GROUNDED THEORY: RECONSTRUCTION OF A METHODOLOGICAL PROGRAM IN SOCIAL RESEARCH

FABIOLA CÁRDENAS MALDONADO
Facultad de Letras y Ciencias Humanas, UNMSM
Lima, Perú.
fabiola.cardenas@unmsm.edu.pe

RESUMEN

En este artículo desarrollo una reconstrucción de la teoría fundada, entendida como un programa metodológico de gran importancia dentro del paradigma de la investigación cualitativa. La grounded theory tiene como principal presupuesto que las teorías debieran surgir de los datos, en un proceso que depende más de la realidad que de las conjeturas del investigador. Aunque esta concepción parece contraria a la tradición falsacionista (K. R. Popper) –para la cual, poco importan las fuentes de las afirmaciones teóricas si es que son susceptibles de refutación y compatibles con nuestras observaciones–, propongo que el establecimiento de puentes entre ambas tradiciones puede ser de gran ayuda para identificar aciertos y desaciertos en la producción científica en diferentes áreas de la investigación social.

Palabras clave: investigación cualitativa; programa metodológico; tradición falsacionistas; pragmatismo.

* Este artículo se debe citar: Cárdenas Maldonado, Fabiola. "Análisis epistemológico de la grounded theory: reconstrucción de un programa metodológico en la investigación social". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 175-190. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v19i39.2758>

ABSTRACT

In this paper I develop a reconstruction of founded theory, understanding it as a “methodological program” with big importance within the qualitative research paradigm. Grounded theory’s main assumption is that theories should emerge from the data, in a process that depends more on reality than on the researcher’s conjectures. Although this conception seems contrary to the falsificationist tradition (K. R. Popper) –for which, don’t matter the sources of the theoretical claims if they are susceptible to refutation and compatible with our observations–, I propose that the establishment of bridges between both traditions can help us to identify successes and errors in scientific production, in different areas of social research.

Keywords: qualitative research; methodological program; falsificationist tradition; pragmatism.

1. INTRODUCCIÓN

La distinción entre contexto de justificación y contexto de descubrimiento es quizá la principal y más aceptada contribución de Hans Reichenbach a la epistemología, la misma que ha sido aceptada por otros importantes filósofos de la ciencia como Rudolf Carnap, Carl Hempel, Karl Popper.¹ Según estos autores, la epistemología estaría dedicada al estudio de las relaciones internas del conocimiento, dejando los procesos mentales o sociales –de descubrimiento– en el dominio de otras áreas de la ciencia (como la psicología o la sociología).

Décadas más tarde, en los años de 1960, resurgen las discusiones sobre los procesos de descubrimiento; filósofos como N. R. Hanson, Herbert Simon, Stephen

¹ Aunque Popper era crítico del principio de inducción de Reichenbach y, en general, del neopositivismo sobre otros tópicos, sobre este punto no existen mayores discrepancias entre los filósofos de la ciencia.

Toulmin, entre otros, cuestionan la distinción propugnada por el neopositivismo y por Popper.

Así actualmente una de las cuestiones centrales relacionadas con el descubrimiento científico es aquella que plantea la posibilidad de desarrollar un *método* (o lógica) *del descubrimiento*, en el sentido de un *conjunto de reglas o procedimientos* cuya aplicación correcta nos permita generar nuevos descubrimientos científicos (Bárceñas 49).

En un contexto más específico y contemporáneo del descubrimiento científico, hallamos el planteamiento de la *teoría fundada* o *grounded theory* (GT), formulada en sus inicios por Barney Glaser y Anselm Strauss. De acuerdo con estos autores, la orientación dominante en la sociología de la segunda mitad del siglo XX era la “verificación de *teorías deducidas*” (*logically deduced theory*) o “*grandes teorías*” (Glaser & Strauss 4); perspectiva que habría descuidado el proceso de generación de teorías. Estos autores proponen entonces un conjunto de procedimientos o reglas para el descubrimiento de teorías empleadas en la investigación social.

Los cuestionamientos a la sociología de “grandes teorías” deben de ser entendidos como críticas al modelo hipotético-deductivo, principalmente por su escaso potencial práctico para quienes empiezan a investigar. Glaser y Strauss presumen que las agendas de investigación estarían más orientadas por el carisma de los “grandes hombres”, los predecesores, que por la capacidad explicativa de sus teorías.

Señala Luis Piscocoya, parafraseando a Thomas Kuhn, que el paradigma hipotético-deductivo desplazó al paradigma comprensivo de los años 20; sin embargo, este cambio es más ostensible en el terreno de la investigación empírica que en el de la filosofía de la ciencia. Ambas tradiciones filosóficas parecen haberse replegado en sus propias comunidades académicas, volviéndose inconmensurables entre sí. De ese modo, las críticas que tienen lugar entre estos paradigmas suelen expresarse sobre la base de ideas preconcebidas o errores categoriales. Queda poco claro, por ejemplo, si cuando los defensores de la teoría fundada hablan de “teorías deducidas” se refieren a teorías axiomatizadas.

Pese a estos desencuentros, es precisamente la distinción entre los contextos de descubrimiento y de justificación la que permitiría encaminar un diálogo más diáfano entre tradiciones filosóficas, pero también entre comunidades de académicas con distintos marcos de investigación. Relacionada con esta distinción, está la propuesta popperiana de eliminar el *psicologismo* de la teoría de la ciencia. El psicologismo sería esta tendencia a justificar un enunciado científico por cuanto el proceso por el que lo *descubrimos* es epistemológicamente aceptable. Al respecto, Popper objetó que:

The initial stage the act of conceiving or inventing a theory, seems to me neither to call for logical analysis nor to be susceptible of it. The question how it happens that a new idea occurs to a man may be of great interest to empirical psychology; but it is irrelevant to the logical analysis of scientific knowledge (Popper 2002 7).

La eliminación del psicologismo y la distinción entre contextos de descubrimiento y justificación permiten entender el conocimiento como un “hecho sociológico” (Reichenbach 2009), ubicable en un contexto sociocultural, pero cuya reconstrucción racional puede ser apreciada independientemente de tal contexto. Por eso, si bien la propuesta metodológica de la GT parece estar más vinculada al contexto de descubrimiento, asumir una perspectiva tal tiene implicancias en el conocimiento mismo.

En adelante, describiré las características principales de la GT para luego plantear una reflexión epistemológica sobre dicha teoría y sobre un panorama más amplio que la subsume: la investigación cualitativa.

2. LA *GROUNDING THEORY* O TEORÍA FUNDADA

La teoría fundada² se inaugura con la publicación de uno de los manuales de investigación más citados en los últimos años:³ *The Discovery of Grounded Theory* (1967), por Barney Glaser de la escuela de Columbia y Anselm Strauss de la escuela de Chicago. En la propuesta inicial se unen tanto el énfasis que le otorga Strauss al trabajo de campo y la observación participante, como la aspiración de Glaser de trasladar conceptos estadísticos y rigor científico a la investigación social o a la investigación cualitativa. Este y los posteriores trabajos de Glaser constituyen una de las versiones de GT, caracterizada por establecer un marco general en el proceder científico que permita la emergencia de las categorías de análisis de datos.

En los años de 1980 se produce un quiebre entre las ideas de Glaser y Strauss, optando el segundo por ser más prescriptivo que en la propuesta inicial. Así, en 1990, Strauss publica junto con Juliet Corbin un manual más detallado titulado *Basics of Qualitative Research*, en respuesta al interés que suscitó el primer manual entre varios investigadores principiantes. Este libro presenta lo que podríamos llamar la segunda versión de la GT, caracterizada por explicitar ciertas pautas a seguir en el proceso de investigación. Tales pautas fueron luego criticadas por Glaser, quien plantea más bien el desarrollo de cierta *sensibilidad teórica* como aquello que orienta mejor al investigador en la tarea de construir teorías.

Kathy Charmaz (2006), por su parte, propone una tercera versión “constructivista” de la teoría fundada, haciendo hincapié en el rol del investigador en tanto “co-generador de sentidos”. Por ello, parte del trabajo de construir teorías debiera

² No existe registro sobre la proporción de investigadores que usan o dicen utilizar grounded theory en sus estudios; sin embargo, su acogida motivó la elaboración de manuales y nuevas versiones de dicha teoría. Su trascendencia en el ámbito de la investigación social podría evidenciarse también en el desarrollo del programa informático Atlas.Ti pues fue inspirado, en buena cuenta, por la teoría fundada.

³ El buscador Google Scholar registra 120 615 citas bibliográficas de la primera edición (último día de revisión: 14/05/2020).

incluir, a su juicio, un análisis situacional que implica examinar suposiciones personales o políticas que puedan estar mediando en la obtención y el análisis de los datos.

Actualmente persisten las controversias respecto a lo que significa la teoría fundada y los investigadores que acusan su uso emplean términos como *método*, *metodología*, *aproximación*, *modelo o análisis con teoría fundada*. Desde luego, estos términos refieren a componentes o procesos muy distintos de la labor investigativa que, sin embargo, constituyen un programa metodológico; vale decir, que las empresas llevadas a cabo por los investigadores están orientadas no por un núcleo duro teórico, como en los programas de investigación (Lakatos), sino por un núcleo duro de presupuestos metodológicos no cuestionados, que permitirían construir teorías a partir de datos empíricos.

Charmaz (2015) reconoce más recientemente que, en la práctica, muy pocos investigadores voceros de la teoría fundada producen o construyen teorías, sino que hacen uso limitado o superficial de las estrategias de la GT, pero que, de todos modos, esa metodología incrementa el poder analítico de sus estudios.

En vista de las diferentes versiones de la teoría fundada, es pertinente reconstruir el núcleo de lo que hemos llamado *programa metodológico*, y de acuerdo con Strübing (2014) y Charmaz (2015), podemos identificar al menos tres estrategias principales:⁴ codificación, escritura de notas y muestreo teórico. La *codificación* es una de las primeras tareas a las que se enfrenta un investigador (de acuerdo con el programa de la GT); se trata de hallar patrones, narrativas comunes o regularidades en medio de un conjunto de datos. La *escritura de notas* implica el ejercicio de hallar relaciones entre los primeros códigos e identificar categorías provisionales. El *muestreo teórico* es una reinterpretación del muestreo estadístico que nos indicaría, con rigor, si la teoría representa o dice algo suficientemente relevante de la realidad en estudio; en tanto, la *saturación teórica* refiere a la mínima cantidad de datos necesarios para asegurar la relevancia de una categoría empleada en el análisis. Por ello, el muestreo teórico depende de la saturación de los datos o saturación teórica.

⁴ Jörg Strübing habla, además, de la dimensionalización como una estrategia que “garantiza la construcción de conceptos teóricamente densos y suficientemente diferenciados” (24).

Como ejercicio didáctico propongo una versión simplificada de estos procedimientos en el siguiente ejemplo:

Un investigador interesado en entender la conducta delictiva realiza entrevistas a un grupo de convictos en un centro de rehabilitación. Al prestar atención a los testimonios de estas personas identifica que muchos de ellos han cometido crímenes en lugares con poca luz y en espacios sucios o físicamente deteriorados (como edificios abandonados o casas con ventanas rotas). El investigador emplea los códigos “oscuridad”, “suciedad” y “deterioro”; posteriormente, se da cuenta de que sus primeros códigos están vinculados al espacio público y la ausencia de control social, entonces apunta estas categorías a modo de notas. Finalmente, para probar la relevancia de estas ideas, evalúa si, en las narrativas de los convictos, está verdaderamente presente el espacio físico en el que se cometieron los delitos, de modo que esta dimensión del fenómeno estudiado se ajuste a los datos y no a un posible sesgo. El investigador recoge más datos hasta saturar la información relativa a los lugares de ocurrencia de crímenes.

En síntesis, se puede asumir que una investigación pertenece al programa metodológico de la *grounded theory* si satisface los criterios técnicos de codificación, de escritura de notas y del muestreo teórico. Esta suerte de definición operacional de la GT nos sirve como punto de partida para reflexionar acerca de los presupuestos epistémicos de un programa de tales características y para esclarecer el sentido del concepto teoría en el contexto de una teoría fundada.

2.1 LA TEORÍA FUNDADA COMO PROGRAMA METODOLÓGICO PRAGMATISTA

Las versiones de la GT nos hablan no solo de los procedimientos sino también de cómo se concibe una teoría en la investigación social. Lo común a todas las versiones es el énfasis en la procedencia de los datos pues, desde este punto de vista, la mayor virtud de una teoría fáctica –entiéndase, de las proposiciones teóricas sobre la realidad– es la de ajustarse (*fit*) a los datos.

Esta exigencia no es del todo incompatible con el principio de refutabilidad de Popper, según el cual una teoría científica tiene como condición necesaria la existencia de refutadores potenciales. Un refutador potencial, en la práctica investigativa, se traduciría en un enunciado que expresa un dato incompatible con la teoría. Mientras que para los falsacionistas, una teoría inconsistente pierde capacidad explicativa; para los voceros de la teoría fundada, el potencial explicativo de una teoría social depende de si ha sido edificada *desde* los datos. En ese sentido, es epistemológicamente relevante el proceso de construcción de teorías y la emergencia de categorías ancladas en los datos, sea por procedimientos inductivos o abductivos.

Las tres estrategias que definen una teoría fundada corresponden a un tipo de pensamiento inductivo, según el cual, a partir de regularidades o relaciones entre los datos, el investigador reconstruye una afirmación teórica siendo esta una “variante sistemática del conocimiento cotidiano”⁵ (Strübing 41). También admite el razonamiento abductivo que “lleva a los investigadores a considerar y probar todas las explicaciones teóricas concebibles ..., implica tanto la prueba de hipótesis como la inducción” (Charmaz 2015 403).

Los caminos para el descubrimiento de una teoría han sido más o menos trazados por la GT, pero el criterio de verdad a fin de cuentas es su importancia práctica. Como expone Strübing, los antecedentes inmediatos se encuentran en el pragmatismo de Charles S. Peirce y John Dewey. La impronta de Peirce destaca en el siguiente párrafo:

The object of reasoning is to find out, from the consideration of what we already know, something else which we do not know. Consequently, reasoning is good if it be such as to give a true conclusion from true premises, and not otherwise. Thus, the question of validity is purely one of fact and not of thinking (citado en Strübing 40).

⁵ “Variante Alltäglichen Erkenntnisgewinns”.

Si la importancia de la metodología estriba en su aplicabilidad y su potencial para descubrir teorías científicas, ¿de qué tipo de teorías hablamos cuando nos referimos a la teoría fundada? En el siguiente apartado desarrollaré algunas reflexiones sobre el concepto *teoría* que nos permitan evaluar los objetivos de este programa metodológico.

3. SOBRE EL CONCEPTO DE “TEORÍA” EN LA *GROUNDING THEORY*

Para nosotros, teoría denota un conjunto de categorías bien construidas, por ejemplo, temas y conceptos interrelacionadas de manera sistemática por medio de oraciones que indican relaciones, para formar un marco teórico que explica algún fenómeno social, psicológico, educativo, de enfermería o de otra clase (Hage, citado en Strauss & Corbin 33).

En términos generales, el concepto de *teoría* usado por el programa de la GT alude a una estructura de categorías o términos que emergerían de los datos brindando una explicación sobre un fenómeno social determinado. El procedimiento mediante el cual las teorías sociales emergen de los datos sería así, más compatible con el fenómeno de estudio. Por otro lado, los voceros de la GT proponen que una teoría puede entenderse también como un proceso perfectible en el que contribuyen los investigadores de modo que nuestra comprensión del mundo puede ser cada vez más precisa. Esta concepción sobre las teorías sociales, siguiendo a Sampson, es compatible con el punto de vista convencional de la ciencia, según el cual esta debiera ser, en lo posible, “un espejo de la naturaleza... que presenta la naturaleza sin sesgo ni distorsión” (citado en Kerlinger & Lee 9).

Cabe agregar que construir una teoría fundada sobre la realidad no implica asumir “ignorancia metódica” (Durkheim); los defensores de la GT, desde luego, reconocen que los investigadores estudiamos fenómenos sociales con nuestras propias prenociones y sesgos; sin embargo, advierten que “existe el gran peligro de que la teo-

ría y el mundo empírico no coincidan”⁶ (Glaser & Strauss 6) pues estaríamos dando validez a explicaciones erróneas sobre el mundo. Pero equiparar la naturaleza de una teoría a la realidad podría llegar a ser una labor infructuosa, pues, como sabemos, el investigador secciona “deliberadamente” las parcelas de la realidad que estudiará usando categorías con carga teórica.

Como mencioné al inicio, la oposición de los defensores de la GT a la corroboración de “grandes teorías”, vale decir, de proposiciones que parecen consolidarse como dogmas entre algunas comunidades de investigadores sociales, omite la distinción entre contexto de descubrimiento y de justificación y, por otro lado, plantea una falsa incompatibilidad entre la actitud crítica de un científico y su apego a sus conjeturas.

Este tipo de visiones sobre el funcionamiento de la ciencia son comprensibles en áreas del conocimiento que no han sufrido dramáticos cambios de paradigmas –revoluciones científicas– a diferencia del desarrollo de la física o la química. Cultivar el espíritu crítico entre los investigadores no es en absoluto una tarea trivial en la ciencia; pero no debiera expresarse en hacer de nuestras teorías mejores espejos de la naturaleza sino más bien en someter a exámenes rigurosos premisas pasibles de refutación.

El criterio de falsabilidad popperiano “rehabilitó el carácter científico de teorías falsadas como la del flogisto” (Lakatos 1978 171), es decir, permitió reconocer el carácter científico de las teorías ya falsadas pero importantes en la ciencia; también evidenció el carácter provisional del conocimiento y de las teorías que empleamos en lugar de asumir la teorización como un ejercicio inacabable de modelar el mundo. Las teorías entonces no son ni tienen que parecerse a la realidad misma para ser científicamente fértiles.

La concepción de *teoría* del programa de la GT tiene además implicancias prácticas en la ciencia. Así, si un grupo de investigadores “*n*” desarrolla cada uno una teoría “*t*” que, a su vez, supone una serie de categorías o términos distintos, es bastante probable que obtengamos *n* teorías sobre un mismo fenómeno, con un

⁶ “But the generation of theory from such insights must then be brought into relation to the data, or there is great danger that theory and empirical world will mismatch” (Glaser & Strauss 6).

número mayor de categorías estructuradas entre sí. El problema vinculado a un número excesivo de explicaciones sobre un mismo fenómeno no es que produzca discrepancias entre científicos o grupos de investigadores; tales diferencias son esperables de toda comunidad intelectualmente honesta que goce de cierta libertad de investigación. El problema es que la probabilidad de establecer consensos en esta comunidad se vuelve muy baja, al punto que quizá el diálogo sea imposible.

Otro riesgo derivado de la construcción de teorías a partir de los datos –entiéndase, en el sentido de la GT, estructuras de categorías– es la posible sobrerrepresentación de las controversias además de la dificultad de cuantificar las brechas de conocimiento. Estas son algunas de las consecuencias prácticas de orientar la investigación a la construcción de teorías en lugar de ser concebidas a partir de programas de investigación.

Estas orientaciones corresponden a una confusión sobre lo que podemos considerar, finalmente, una teoría. Si bien entre los filósofos de la ciencia no existe una perspectiva unívoca sobre lo que llamamos “teoría”, la práctica científica y las reflexiones ya existentes al respecto concuerdan en que los investigadores no recogemos datos espontáneamente sino más bien en el contexto de un problema de investigación.

La máxima de la GT según la cual las “teorías deben emerger de los datos” puede ser mejor aprovechada si la tomamos como el principio de una estrategia para descubrir hipótesis. Así, desde mi interpretación, la teoría fundada debería estar orientada al descubrimiento de conjeturas que deben contrastarse, antes que de proposiciones teóricas supuestamente validadas por tal proceso. Contrario a lo que Popper podría objetar, esto no implica poner reglas rígidas al proceso de descubrimiento, pues una estrategia no descarta el descubrimiento de hipótesis por otras estrategias o por serendipia. Al final de cuentas, todas estas hipótesis serán evaluadas por los hechos en un proceso de contrastación, y lo serán por igual, sin importar qué estrategia se usó para descubrirlas, o si se empleó una estrategia para tal propósito.

El origen de nuestras conjeturas es, por tanto, poco importante para decidir su verdad; sin embargo, en comunidades débilmente cohesionadas en torno a un programa de investigación, el descubrimiento de hipótesis ha cobrado notable im-

portancia entre muchos estudiosos. La ambición del programa de la GT, sin embargo, puede ayudar a plantear hipótesis en áreas con grandes vacíos de conocimiento.

De acuerdo al ejemplo ficticio que expuse sobre la conducta delictiva, un estudio exploratorio con teoría fundada hubiera podido ser el germen de la “teoría de las ventanas rotas” de Wilson y Kelling; es decir de las conjeturas que llevaron a los autores a plantear el experimento:

According to Wilson and Kelling’s broken windows theory, disorder (or incivilities) in a neighborhood causes citizens to be fearful and withdraw from neighborhood activities. Disorder is a “signal that no one cares” (31), and symbolizes an increased likelihood of serious criminal activity. This, in turn, causes residents to limit their activities (Costa, 1984), decreasing informal social control, and eventually leading to more serious crime. According to Wilson and Kelling, “serious crime flourishes in areas in which disorderly behavior goes unchecked” (34). One of the implications of the theory is that policing efforts that focus on decreasing disorder will lead to increases in informal social control and therefore prevent more serious crime from occurring (Chapell, Monk-Turner & Payne 525).

4. LA *GROUNDNED THEORY* Y LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

La investigación cualitativa se define normalmente como opuesta a la investigación cuantitativa⁷ o estadística, aquella que presenta sus resultados en lenguaje matemático o numérico. Es fácil advertir que no existe una definición precisa, sino más bien varias definiciones de investigación cualitativa que tienen en común presentarla como una alternativa a la cuantitativa. Precisamente, Strauss y Corbin proponen una definición convencional:

⁷ “De otro modo, se habla de “componente cualitativo” cuando dicha metodología es incorporada dentro de una investigación que hace uso de otras.

Con el término “investigación cualitativa”, entendemos cualquier tipo de investigación que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación. Puede tratarse de investigaciones sobre la vida de la gente, las experiencias vividas, los comportamientos, emociones y sentimientos, así como al funcionamiento organizacional, los movimientos sociales, los fenómenos culturales y la interacción entre las naciones (Strauss & Corbin 19).

El caso de la teoría fundada puede servir como un punto de partida para dilucidar una confusión transversal al tema sobre lo cualitativo y lo cuantitativo en la investigación social. El caso que examinamos es interesante pues contamos con textos fundadores de corrientes de investigación y porque la GT aspira a generar teoría para explicar fenómenos y le otorga estatus científico a la investigación cualitativa. Otras posturas, en cambio, son desde indiferentes en torno a la denominación de “ciencia” hasta críticas.

La oposición cualitativo-cuantitativo tiene sus antecedentes en el contexto de las discusiones sobre el estatus científico de la investigación social y sobre la división entre ciencias naturales y ciencias sociales. Desde 1883, con las ideas de Dilthey, surge una noción corriente entre los estudiosos de la realidad social: la existencia de las *Naturwissenschaften* o ciencias de la naturaleza y *Geisteswissenschaften* o ciencias del espíritu. Junto con esta demarcación, aparece la idea de la incompatibilidad metodológica entre ambas. De acuerdo con esta perspectiva, los estudios sociales buscan comprender (*verstehen*) antes que explicar (*erklären*), como las ciencias fácticas. Esta dicotomía (explicar, predecir vs. comprender, interpretar) implica una concepción de la naturaleza del mundo social, es decir, del objeto de estudio de las ciencias sociales.

La justificación del empleo de las estrategias de la investigación cualitativa radica precisamente en la concepción de un mundo social como uno “complejo”, con aspectos o dimensiones no cuantificables y, consecuentemente, susceptibles a un tratamiento más flexible y comprensivo; en oposición a la rigurosidad de los estudios estadísticos y la matematización de los estudios sociales.

Acerca de la naturaleza del objeto de estudio en las ciencias sociales, a menudo se piensa que los hechos o los fenómenos están “ordenados” en la realidad de acuerdo a las categorías que usamos para distinguirlos; así, solemos pensar que existe un “mundo social” diferente a un “mundo natural”. La realidad ni se nos presenta ordenada ni mucho menos lo está en los términos que usamos. Como señala Mosterín:

El mundo no está estructurado de por sí de un modo unívoco. Somos nosotros los que lo estructuramos al proyectar sobre él nuestros conceptos. Así, propiedades como la temperatura o la inteligencia no son intrínsecamente cualitativas o cuantitativas, sino que ese carácter sólo está en los conceptos que empleamos para hablar de ellas (2003 16).

No pretendo, sin embargo, desarrollar un diálogo de sordos, como ocurre a menudo cuando confrontamos ideas provenientes de tradiciones académicas distintas. En la práctica, los investigadores que nos ocupamos de fenómenos sociales a menudo lidiamos con nuestra propia subjetividad y con dilemas éticos claramente enfrentados a nuestros presupuestos metodológicos. Situaciones como estas pueden conducirnos a pensar que los fenómenos sociales y los fenómenos naturales son ontológicamente distintos.

Nuestras teorías no surgen de los datos, sino que contrastamos las implicaciones empíricas que se deducen de ellas. Algunas teorías logran consolidarse en una comunidad científica porque ofrecen mejores explicaciones sobre la realidad o por su poder de predictibilidad. Nos servimos de ellas para capturar el mundo, pero este, como decía Jesús Mosterín, “se nos escurre entre las mallas de nuestras teorías” (2003 Cap. 12 275-284).

CONCLUSIONES

La definición operacional de *grounded theory* que propuse, a partir del análisis de Charmaz y Strübing, nos permite delimitar aquellos estudios de los que se puede

decir que han empleado teoría fundada en cualquiera de sus versiones. Así mismo, las premisas que sostienen esta propuesta metodológica iniciada por Glaser y Strauss constituyen un programa metodológico (en alusión a la idea de "programa de investigación" de Lakatos) que bebe del pragmatismo de Peirce y que asume como criterio de validez de una teoría el uso práctico para brindar explicaciones razonables sobre un fenómeno social y el análisis exhaustivo de datos.

Al analizar los presupuestos epistemológicos de la teoría fundada desde la mirada de la tradición popperiana, notamos que si bien las estrategias de investigación propuestas parecen estar más orientadas al descubrimiento de conjeturas que al de teoría, aquellas no son contrarias al criterio de refutabilidad. El énfasis que los investigadores del programa de la GT otorgan al análisis riguroso de datos puede ser de gran ayuda en áreas con grandes vacíos de conocimiento. Sin embargo, el uso creciente de investigaciones con teoría fundada, o en general, de investigaciones ajenas a un programa de investigación, estarían ocasionando una diáspora entre investigadores que no comparten un lenguaje común, sino que producen diferentes categorías o términos y distintas explicaciones, posiblemente, sobre un mismo fenómeno.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Luis Felipe Bartolo por las largas y fructíferas conversaciones que contribuyeron a mejorar el contenido de este artículo, fue él quien propuso el término "programa metodológico". Así mismo, agradezco al profesor Luis Piscoya por motivar, en buena medida, mi interés en el tema.

TRABAJOS CITADOS

Bárceñas, Ramón. "Contexto de descubrimiento y contexto de justificación: un problema filosófico en la investigación científica". *Acta Universitaria* (2002): 48-57.

- Chapell, Allison T., Elizabeth Monk-Turner y Brian K. Payne. "Broken Windows or Window Breakers: The Influence of Physical and Social Disorder on Quality of Life". *Justice Quarterly* (2010): 522-540.
- Charmaz, Kathy. *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. London: SAGE Publications, 2006.
- _____. "Grounded Theory: Methodology and Theory Construction". *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2015): 402-407. <<https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/00775-0>>.
- Durkheim, Émile. *Las reglas del método sociológico*. Madrid: AKAL, 1985.
- Glaser, Barney y Anselm Strauss. *The Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research*. New Brunswick: Aldine Transaction, 1999.
- Kerlinger, Fred y Howard Lee. *Investigación del comportamiento*. México: McGraw Hill, 2002.
- Lakatos, Imre. *La metodología de los programas de investigación*. Madrid: Alianza, 1971.
- Mosterín, Jesús. *Conceptos y teorías en la ciencia*. Barcelona: Alianza, 2003.
- Piscoya, Luis Adolfo. *Tópicos en epistemología*. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 2009.
- Popper, Karl. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Routledge, 2002.
- Reichenbach, Hans. "Las tres tareas de la epistemología". *Tópicos en epistemología*. Ed. Luis Adolfo Piscoya. Lima: UIGV, 2009. 3-16.
- Strauss, Anselm y Juliet Corbin. *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Trad. Eva Zimmerman. Antioquia: Editorial Universidad de Antioquia, 2002.
- Strübing, Jörg. *Grounded Theory. Zur sozialtheoretischen und epistemologischen Fundierung eines pragmatistischen Forschungsstils*. Tübingen: Springer VS, 2014.
- Wilson, James y George Kelling. "Broken Windows". *Atlantic Monthly* 249.3 (1982): 29-38.

PERSONAL IDENTITY AND SCIENCE: THE GENETIC APPROACH REGARDING THE CASE OF APPROPRIATED CHILDREN DURING THE MOST RECENT ARGENTINIAN DICTATORSHIP FROM A PLURALISTIC PERSPECTIVE*

IDENTIDAD PERSONAL Y CIENCIA: EL ENFOQUE GENÉTICO RESPECTO DE LA APROPIACIÓN DE NIÑOS DURANTE LA ÚLTIMA DICTADURA ARGENTINA DESDE UNA PERSPECTIVA PLURALISTA

MARIANA CÓRDOBA
CONICET - Instituto de Filosofía
"Doctor Alejandro Korn" FFYL, UBA
Buenos Aires, Argentina.
marianacordoba@conicet.gov.ar

MARÍA MARTA QUINTANA
IIDYPCA, UNRN, CONICET
Bariloche, Argentina.
mariamarta.quintana@gmail.com

ABSTRACT

The philosophical problem of personal identity –the issue of finding the necessary and sufficient conditions for a past or future being to be a certain present being– has been treated by analytical metaphysics mostly. In this framework, plenty of references to thought experiments can be found, but they exhibit no connection to practical problems and scientific outcomes. Our purpose is to involve philosophy of science in that debate, since a *genetic* approach regarding identity can be considered supported by contemporary scientific knowledge. In order to do that, we will focus on the Argentinian case of the approximately 500 children who were *appropriated* during the most recent dictatorship (1976-1983). The appropriations deprived them, precisely, of their

* Este artículo se debe citar: Córdoba, Mariana y María Marta, Quintana. "Personal Identity and Science: the genetic approach regarding the case of appropriated children during the most recent argentinian dictatorship from a pluralistic perspective". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 191-220. <https://doi.org/10.18270/rfc.v19i39.3027>

identities, but some of them managed to be recovered thanks to *Abuelas de Plaza de Mayo* (APM) and genetics. Our final purpose is to argue that a pluralistic perspective in philosophy of science, according to which values contribute to the very constitution of ontology science aims to describe and explain, will allow us to defend APM strategy but reject, at the same time, a reductive conception of identity.

Keywords: personal identity; genetics; appropriation of children; Argentinian dictatorship (1976-1983); pluralistic perspective.

RESUMEN

El problema filosófico de la identidad personal –hallar las condiciones necesarias y suficientes para que un ser pasado o futuro sea el mismo que determinado ser presente– ha sido abordado especialmente por la filosofía analítica. En este marco, encontramos múltiples referencias a experimentos mentales, que exhiben poca conexión con problemas prácticos y con recientes desarrollos científicos. El propósito de este trabajo es involucrar a la filosofía de la ciencia en el debate, dado que podría afirmarse que el conocimiento científico contemporáneo fundamenta un enfoque genético de la identidad. Para ello, se analizará el caso de aproximadamente 500 niños que fueron apropiados durante la última dictadura argentina (1976-1983). Las apropiaciones privaron a los niños, precisamente, de sus identidades, pero algunos de ellos lograron recuperarlas gracias a *Abuelas de Plaza de Mayo* (APM) y a la ciencia genética. El objetivo final del trabajo es argumentar que una perspectiva pluralista en filosofía de la ciencia, de acuerdo con la cual los valores contribuyen en la propia constitución de la ontología que la ciencia describe y explica, nos permitirá defender la estrategia de APM, rechazando, al propio tiempo, una concepción reduccionista de la identidad personal.

Keywords: identidad personal; genética; apropiación de niños; dictadura argentina (1976-1983); perspectiva pluralista.

1. INTRODUCTION

The purpose of this paper is to engage philosophy of science in certain debates usually addressed by social sciences. Particularly, we will focus on the case of appropriation of children in the last period of State terrorism in Argentina (1976-1983), and the subsequent endeavour of searching the children (nowadays young adults) and aiming at the restitution of their identities, by means of the Association *Abuelas de Plaza de Mayo* (hereafter APM) with the aid of genetics.

It is our conviction that philosophy of science can contribute to elucidating the assumptions and ontological commitments that operate in an abbreviated way in APM's discourse and in some disciplinary discourses involved in the restitution process. We also claim that it is necessary to analyse the ethical and political implications of philosophical and scientific discourses and practices in relation to a historical event that has consequences regarding the very constitution of personal identity. In fact, we assume that the approaches of some problems in analytic philosophy, articulated by means of the resource of *thought experiments*, are at a turning point if the same problems are considered under the light of a real event that shows a dramatic disengagement of different features of identity. The eminently metaphysical issue of personal identity is disturbed in its pure, ascetic formulation by means of appropriation, a real experiment –and not an imaginary one. On the other hand, it was a political demand that led science itself to the *finding* of the scientific measurement of a particular biological link. Moreover, the DNA-technique involved in this case and the effects of its results have challenged the philosophical question of personal identity. It is under this light that we understand the necessity of philosophy of science to engage in this political problem, in which scientific knowledge has played an essential role, and in its interaction with the re-formulation of a metaphysical problem, imperative.

In order to achieve our purposes, in section 1 we present the problem of personal identity as it is addressed in analytic philosophy, in which a psychological and a biological conception were established. In section 2 we reconstruct the case of appropriation of children in Argentina and present the APM's purpose of finding their

grandchildren and restore their *true* identity. We focus, particularly, on the role genetics plays in order to identify the appropriated people. In section 3 we reconstruct some critical arguments that point out the consequences of a notion of personal identity based on genes. Finally, in section 4 we analyse the relation between genetics and personal identity from a pluralistic perspective in philosophy of science. We claim that a pluralistic position –according to which ontology is constituted, and the so-called “external” values play an important part in such constitution– allows us to address the role of science and technology with regard to a political demand. It also invites us to think that scientific knowledge has, in the very practice of science, an ethical and political role that must be justly appreciated. It is our final objective to argue that a pluralistic perspective permits us to defend APM’s demand and strategy but reject a reductive conception of identity.

2. PERSONAL IDENTITY IN ANALYTIC METAPHYSICS: THE DEFINITION OF A PROBLEM AND WHAT IS LEFT OUT

The philosophical problem of personal identity consists in determining what makes a person be that person and not another one. It is related to some odd concerns, such as *Who am I? What am I? Am I the same person today than the person that slept in my bed last night?* We do not usually ask these kinds of questions in our ordinary life; even in spite of growth and ageing, it does not seem troublesome to decide over identity. But philosophy has obstinately dealt with this issue: *What is personal identity based on? How can we identify a person, and, hence, assert that someone is identical to him or herself? What allows us to re-identify someone?* The classical –and tricky– matter of personal identity is, therefore, the search for the metaphysical *foundation* and epistemological criterion of identity (Córdoba 2017).

Even though the worry concerning identity can be traced to Descartes, and even to Plato, we owe John Locke the systematic formulation of the philosophical problem in 1660, i.e., the search for the grounding of personal identity. David Hume (1739) posed the same question in 1739 offering a different –sceptical– an-

swer. Nevertheless, it was during the 20th century that the debate became really agitated in the field of English-language analytic philosophy.¹

There is not a unique problem of personal identity; rather, different issues can be distinguished: The problem of synchronic identity (the *identification problem*) and the problem of diachronic identity (the *re-identification* or *identity over time* problem); the problem of quantitative and qualitative identity, among others.² The different problems are “a wide range of questions that are at best loosely connected. Discussions in this area do not always make clear which one is at stake” (Olson 2019 online). Nonetheless, analytic metaphysics, in almost every analysis, defined one concern as the fundamental of identity: The *persistence* question, i.e., the diachronic problem. In Eric Olson words:

The question is roughly what is necessary and sufficient for a past or future being to be someone existing now. Suppose we point to you now, describe someone or something existing at another time, and ask whether we are referring twice to one thing or once to each of two things” (2019 online).

¹ We are addressing the debate regarding personal identity in the field of contemporary philosophy, but it cannot be overlooked that the issue has been analysed in several different disciplines and academic areas. Furthermore, it has also been discussed in some philosophical trends we have not mentioned here (see, for instance, Shoemaker, D. 2019). Outside the realm of philosophy, the debates over identity were very intense in the humanities and social sciences, especially in history, sociology, psychology, anthropology, gender studies and post-colonial studies, among others. In fact, *personal* and *collective identity* has become a central concept in such fields (see, for instance, Bruebaker & Cooper 2000; Giddens 2002; Jenkins 2004).

² A clear explanation about the distinction between quantitative and qualitative identity can be found in Paul Ricoeur 1990. Some problems regarding personal identity are also discussed in the context of the *identity* problem (the logical issue of identity and the question of natural objects' identity). According to the traditional theory, identity is considered a reflexive relation that every single thing maintains with itself; it is considered a relation of substitutability *salva veritate* (Noonan & Curtis 2019). Whenever identity is discussed, the attention is also directed to the issue of the *principle of individuation*. It has been debated whether such a principle is related to a “beginning of existence” in space and time, or it depends on spatio-temporal continuity (Noonan 2003).

The search for the necessary and/or sufficient conditions for a past or future being to be certain present being is at the core of this issue, since “we are presented, at different times, with the same person (or what is alleged to be the same person” (Perry 2008 5).

The debates about identity over time in analytic philosophy generated two main and mutually exclusive conceptions: the psychological view and the biological view or brute-physical views. According to the former it is a psychological relation – continuity or connectedness of memories or other mental features– what makes a person persist as that person. According to the latter, personal identity relies on biological continuity: to be the same person is to be the same body or biological organism.³

Locke –the precursor of the psychological view– considered that people are different from non-personal entities because they have consciousness or instant reflection. Consciousness is what makes a person a “self” (Córdoba 2017). Instant reflection extended backwards becomes memory; which accounts for identity over time. So a person can change a lot throughout a period of time, but that person is the same person in spite of changes, precisely because of memory (Ricoeur 1990). Locke (1997) claimed that a past being and a present being are the same person if and only if the present being can remember now an experience that the past being had.

The lockean view received many criticisms, in spite of which the psychological conception was followed, recovered and reformulated by numerous philosophers in the 20th century. Several different psychological views emerged within this scenario, but all of them assume that personal identity is exclusively psychological identity.⁴

¹ The issue of personal identity gave rise to a wide area of discussion. Particularly in analytic philosophy, arguments for these two main positions can be found in Penelhum 1970; Shoemaker 1970, 1984; Williams 1957, 1970; Thompson 1997; Mackie 1999; Olson 1997 and Snowdon 1990, 1996.

¹ According to Locke (1997) and others, it depends on continuity of memory. Some approaches extend the criterion beyond memory and assert that a present being is the same as a future being when the latter inherits the former’s mental features –beliefs, preferences, the capacity of rational thinking, and so on, in addition to memory. So, it is psychological continuity (broader than memory continuity) what is necessary and/or sufficient in order for persistence to be possible. According

On the other hand, according to the biological view, personal identity depends on the continuity of a human body or a biological organism. The body or biological organism determines the person's identity, which thus relies on a physical continuity.⁵ The defenders of a biological view argue against the psychological view in every single version of it. Advocates of the psychological conception, on the other hand, do the exact same thing against the biological conception.

For instance, according to defenders of the biological view, if we answer *what are we?*, then we can derive from that answer the answer to *what is identity based on?* They also claim that advocates of the psychological view, in several versions, assume an essentialist stance regarding personhood.

Most of the biological view defenders accept animalism and claim that if *X is a person in time t1* and *Y* exists in other time *t2*, then *X* is identical to *Y* (*X is Y*) if and only if *Y*'s biological organism is continuum to *X*'s biological organism (Noonan 1998; Olson 1997, 2019). According to this view, the persistence conditions of humans are no different from the persistence conditions of certain non-human animals. Whatever grounds identity must not be confused with a personhood criterion.

According to the criticisms, the psychological view is circular: memory presupposes identity. It also has counter-intuitive consequences, such as if there is a past experience of our own that we cannot recall, then we are not the person who had that experience; and if we lose memory for a certain period of time, we are not now who we were then. Besides, identity based on memory is at odds with transitivity and identity is a transitive relation. This conception has also been criticized on the

to other philosophers, it is not psychological continuity what guarantees identity, but psychological connectedness—a relation that can have degrees—: A present being can be more or less connected to a past being while he or she has or lacks of continuity whatsoever. (*Cfr.* for instance Noonan 2003; Parfit 1984; Shoemaker 1999).

⁵ Two positions can be distinguished within the biological view: The bodily criterion, according to which personal identity depends on the continuity of a human body (Williams 1970; Thomson 1997); and animalism, which claims that identity depends on the continuity of the organism, metabolic and vital organs of the human animal (Olson 1997; Snowdon 1990).

basis of the imaginary experiment of fission and brain transplant (Olson 2019). If the two hemispheres of a person's brain were transplanted to two different bodies, we must accept that a person can be psychologically continuous with more than one person in the past or in the future at the same time.

The biological view, on the other hand, can supposedly deal with circularity, and it does not confuse identity with personhood. According to several conceptions, it is closer to certain intuitions (by assessing, for instance, that people die whenever their bodies or organisms die). But it is challenged by brain transplant: If a person's brain was transplanted, it must be accepted that the person will still be the organism without brain (Unger 2000; Johnston 2007). Finally, this approach cannot account for ethical features, like moral responsibility. It also cannot account for human specificity, since personal identity is simply animal identity (Olson 2019).

In addition, both positions are partial and reductionist approaches given that they postulate a unique feature of people or human animals as essential and constitutive of personal identity (Córdoba 2015). Summing up, both approaches place identity on a body deprived of consciousness or on an incorporeal consciousness, and demand psychological or physical continuities that are as unlikely as they are odd regarding the possibility to account for identity.

Practical –ethical, social and political– concerns involved in several social practices, as adoption or in vitro fertilization, pose the problem of personal identity in foreground. On the other hand, these cases are not studied by philosophy as they are by social, political and legal sciences. Particularly, philosophy of science has never got involved in these discussions, which is striking, since science seems to have much to say regarding those issues. In the next section we will analyse a *historical real* case in which personal identity is the key concept and regarding to which science seems to have a decisive role. The analysis of the case will renew the interest in the theoretical problem of personal identity and show the necessity of offering a criterion of identity over time. The analysis of that case will show the necessity of engaging philosophy of science into the identity debate as well.

3. APPROPRIATION OF CHILDREN AND ABUELAS DE PLAZA DE MAYO

During the last civic-military dictatorship (1976-1983), the Argentinian Armed Forces implemented a *systematic plan for appropriation*⁶ of the children of the detainee-disappeared for political reasons.⁷ For approximately five hundred children, this meant the suppression of their filiation and imposition of a new identity. The Armed Forces designed a singular regime for the treatment of children; instead of exterminating them, their identities were *substituted* through the falsification of public documents, such as birth certificates, identity documents and illegal adoption procedures. Abducted children during the repressive operations, as well as infants born in captivity during the detention-disappearance of their mothers were mostly registered as biological children of members of the repressive forces or their direct or indirect sympathizers. In other cases the children were delivered to families, usually neighbours of the abductors, who either adopted them in good faith or registered them as their own offspring, while still others were placed in institutions for minors. However, considering that these children were not given voluntarily and legally for adoption, all the methods involved – and still do involve – the suppression of filiation and the creation of “another” legal and biographical identity, thereby consummating the disappearance-appropriation. In October 1977, APM, formed by grandmothers of the appropriated children was founded with the aim of finding

⁶ Even though during the dictatorship the grandmothers of disappeared children began to denounce the existence of a systematic plan for the appropriation of babies, it was not until 2012 that the Argentinian Justice deemed it proven.

⁷ In the face of the unyielding silence of the military forces and of denialism, Argentinian Human Rights organizations estimated the number of the detained-disappeared people for political reasons at 30.000. This number is a symbol of the re-foundation of democracy in Argentina and an emblem of denunciation of State terrorism crimes.

their grandchildren (now young adults) and restitute them.⁸ To date, APM has found 127 grandchildren, but about 300 remain to be identified.

It is worth noting that in four decades of struggle, APM have devised various strategies to search for, find and restitute those children, working jointly with lawyers, psychologists, physicians, geneticists and anthropologists, among other experts. In this context, some of their outstanding achievements have been the development of the *grandparenthood index*, which enables the determination of the genetic connection between the grandparents and their grandchildren;⁹ the 1984 formation of the *Equipo Argentino de Antropología Forense* (Argentine Forensic Anthropology Team), which specializes in the identification of the remains of the detainee-disappeared and the determination of the cases of women who gave birth at clandestine centres. The creation in 1987 (Law 23511) of the *Banco Nacional de Datos Genéticos* (National Genetic Data Bank), containing the DNA samples of the families that have disappeared children; the inclusion of the Articles 7, 8 and 11 –informally called “Argentinian articles”– in the 1989 United Nations Convention on the Rights of the Child, directed to establish the “right to identity”;¹⁰ the conformation in 1990 of the *Comisión Nacional por el Derecho a la Identidad* (National Commission for the Right to Identity).

However, it is the initiative related to genetic identification tests that is particularly interesting for the purpose of the current study, because of its ontological implications for the notion of personal identity. The restitution of identity of the appropriated people has vindicated genetic science in Argentina in the Human Rights organizations’ discourse, certain scientific-academic spheres and conventional wis-

⁸ When these people were children, restitution meant returning to live with their biological families; nowadays, considering they are over 40 years old, it consists of unveiling the appropriation and rectifying their personal papers according to their true provenance.

⁹ The first person identified by immunogenetics was Paula Logares in 1984. However, the work of APM and their relationship with scientists in different parts of the USA and Europe began in 1979, during the dictatorship (APM 2007).

¹⁰ See articles 7, 8 and 11.

dom. Nevertheless, the restitution of identity through evidence provided by DNA techniques has been questioned inasmuch as it involves a genetic notion of identity. Some criticisms point out the risk that such a notion may lead to accept reductionism and/or genetic determinism. Before considering this issue, let us review the importance of DNA testing in the restitution of appropriated grandchildren.

Genetic testing is crucial to APM's search, because it enables appropriated people to be identified despite the relentless passage of time, as well as providing judicial proof of the crime of children appropriation and identity substitution. It also prevents further crimes of substitution of identity. With regard strictly to DNA testing, as Córdoba and Lipko state, technological advances made techniques for identifying people highly reliable. Before these techniques were refined to their current level of sophistication, it was possible to prove that someone was *not* the biological parent of a person, but it was more difficult to confirm actual biological parenthood, i.e. it was possible to *exclude* someone from a family group, but *not* to *include* them. This is why it is often said that APM's search *challenged* genetics by creating the need to determine filiation in the absence of progenitors (APM 2008). Indeed, APM motivated scientists to seek an answer to their need and design a scientific method to allow them to identify and recover their grandchildren¹¹. But how could evidence be used to prove blood relationships when the parents had disappeared? It is well known that a child's genetic traits come from their biological parents, and in turn, from their grandparents. Thus, biological ties can be tested by analysing the supposed grandparents of the appropriated children. To do so, the mathematical formulas needed to be modified so that instead of analysing the probability of parenthood, they analyse the probability of grandparenthood, providing a *grandparenthood index*; i.e. the probability, expressed as a percentage, that certain people are indeed the biological grandparents of a given individual:

¹¹ However, the methods for identifying people did not begin with DNA, but with other studies of inheritance patterns of blood types and certain histocompatibility antigens or HLA system involving the immune system (APM 2008).

The principles are the same than those in parenthood tests, except that in these cases the genotypes of the disappeared people who may have been the biological parents of the appropriated children must be inferred by studying their parents' genotypes. Naturally, this involves more uncertainty given that the required data has been inferred; nevertheless, when four potential grandparents or other potential biological relatives –e.g., siblings of the disappeared people whose biological parenthood is under investigation–, the situation provides a further degree of certainty, because the genotypes of the potential biological parents can be inferred with almost as much certitude as if they had been analysed directly (Córdoba & Paula 2013 276-277 *our translation*).

Biological identity acquires a decisive status for APM, because it permits re-identification of the children/young adults who were appropriated and demonstrates the existence of a biological tie between them and their grandparents. The proof of biological identity also facilitates both confrontation in the judicial sphere, as well as in the public sphere, against discourses that are favourable to the appropriators, which claim that filiation, identity and kinship are based on a “debiologized” notion of nurturing (Quintana 2016, 2017, 2018). Nevertheless, DNA seems not only to act as an invariable criterion of persistence over time and proof of crime, but also to shift and gain the metaphysical status of *foundation* of personal identity. On this point we shall reflect below.

4. DENUNCIATION OF AN ALLEGED GENETIC NOTION OF IDENTITY IN APM'S DISCOURSE

The role genetics plays in the restitution demand and the relation between genetics and human rights have been widely discussed in several analyses (APM 2008; Bergel 2012; Penchaszadeh 2012; Olarte-Sierra & Jaime Castro 2019). Even though “[Genetics] has become the most controversial discipline in the history of science”, as Salvador Bergel states (2012 41 *our translation*), genetics contributed to APM's

search.¹² So, as Córdoba and Lipko affirm: “The fact that genetics has, despite its history, taken a stance on the side of truth and justice, has been of enormous relevance not only to APM’s search for APM, but also far beyond it” (2013 277 *our translation*). Given that restitution is understood as a *reconstruction* against the damage produced by appropriation, each occasion upon which an appropriated person is found is celebrated as an act of rectifying, “a sort of ‘reversion’ of such phenomenon, which has become an exemplar of struggle, resistance and reparation for the whole Argentinian society” (Córdoba & Paula 2013 277 *our translation*). That is why a theoretical reflection on restitution must accompany and support the achievements of APM and their on-going search. The discussion took place even when it can be considered fairly obvious that identity is not exhausted by genetics. Víctor Penchaszadeh –who happens to be the geneticist who jointly with Mary Claire King found the parent-hood index– assesses: “The wonder of genetic individuality should not lead us to the mistake of thinking that the identity of people can be reduced to their genetic characteristics” (2012 263 *our translation*). It is simply not accurate to think that science, particularly biology, has the final say in personal identity. In other words, what has been questioned is that the criterion used in order to identify people becomes the basis for identity (Córdoba & Paula 2013). A criterion that perfectly works for identifying people should not be confused with the very foundation of identity. That misunderstanding can be moderated if the distinction between identification process and identity is emphasized. In fact, the whole debate around the consequences of the restitution demand based on identification techniques can be rewritten if such distinction is clearly established. Identification does not take the place of identity,

¹² María Fernanda Olarte-Sierra and Jaime Enrique Castro Bermúdez analyse the role of identifications of forced-dessapaired persons in transicional justice in Colombia (2019). Their analyses of the techniques’ impact in order to achieve the values of *truth*, *justice*, *repare* and *no-repetition* (Olarte-Sierra ét al. 2014) can be transpolated to the analyses of the Argentinian case. To analyse the fundamental role of DNA technologies for identifying crime’s suspects, as well as its relation to racism, see M’charek 2008 and Jong and M’charek 2018.

since knowing the genetic information of an individual does not provide access to its identity –it does, instead, to the person’s filiation or biological ties.

Regarding the false overlap between personal identity, on the one hand, and identifying processes and identifying techniques, on the other, Giorgio Agamben offered a historical explanation of the fact that identity is confused with biological data (2011). In order to do that, he refers to the changes the idea of identity suffered in the second half of the 19th century, thanks to the improvement of police identification techniques. According to Agamben’s criticism, biological data of a person have nothing to do with identity; it is –even it sounds paradoxical– extremely alien to the person. That movement –from criterion to ground– completely exceeds the demands of justice such criterion was required for and also conditions other vindications of the right to identity in Argentina, which are not linked to State terrorism. In this sense, it has been stated that when immunogenetic identification techniques –which provide evidence of one aspect of an individual’s identity– become the basis for personal identity, an “ontologization” of that criterion takes place (Córdoba & Paula 2013).

Even though it is necessary to distinguish between identity and identification processes, it is undeniable that in modern-states identification techniques and identification processes –especially those linked to DNA– play a relevant role in the very constitution of individuals/persons as citizens, as the work of Lindsay Adams Smith shows: “Techniques of identification like the passport, ID card, fingerprint, and now DNA have a privileged relationship to modern modes of governance. They betray the intimate relationship between processes of identification and the rise of the modern nation-state and by extension the modern citizen.” (Smith 2016 1051). According to the author, these processes give rise to a “biological citizenship”, in which identity and biology become linked. She assess that to be a full citizen in Argentina, the government must recognize each person as a member of the polity, not exclusively as an individual, but also as a member of a particular family. This recognition is not bureaucratic; it is based on an immutable notion of a lifelong identity inscribed in people’s genealogy –and DNA techniques make that evident.

Gabriel Gatti emphatically questions the assimilation of identity with genes. He criticizes the fact that genetic data –related to the urgency of finding elements to establish grandparenthood– have been transformed into an *ontological definition*. In such regard he claims:

The tactical and practical necessity (...) became an ontological definition that has ended up colonising not only the field of the detained–disappeared persons but even the most usual definitions of identity. Since then, genes and genetics have ended up defining being (Gatti 2012 359).

Gatti also argues that the possibility of recovering the appropriated people led to the notion of *origin*, since it is the most straightforward fashion to denounce appropriation and demand restitution, which resulted in a *strategic justification* of APM. However, he holds that such justification has become a *theoretical* construction with universal aspirations and the form of an *algorithm*, according to which: *Identity is origin, origin is gene*, then identity is gene. The policy of searching living disappeared people is, therefore, based on the “the most conservative possible definition of identity”: identity is the *preservation of what is* (2008 101-102).

Sabina Regueiro (2010) also reflects on the genetic identification practices promoted by APM and alleges that kinships are politically, legally and also scientifically constructed. According to her, what is *biological* in human beings does not exist beyond social practices. This is the case even when it may seem, in APM’s discourse, that kinship and identity are solely connected with genes because of the impact of genetic identification tests. From that standpoint, it can be said that while immunogenetic identification provides the *proof* of the crime and demonstrates that there is a “true” (biological) identity versus a “false” identity, it is not sufficient, since it is equally essential that legal mediation be present to establish biological identity. In fact, it is a legal manoeuvre, which first grants legitimacy to the scientific test, and only then will it establish biological identity and kinship. It is not enough for science to provide ‘hard’ data, but there is also a need for a *speech act* from the State to enshrine the

biological relationship between the grandparents and their grandchildren. Moreover, neither is a court ruling sufficient to restore an identity and construct an *affective* tie; much the contrary, in Regueiro's words, it is necessary to "transform the symbol of the 'biogenetic substance' into a *family relationship*" (2013 187 *our translation*). In this regard, it should be noted that although 'family' operates as a framework providing intelligibility and organizes the demand of APM, the *restitution* process involves the work of re-narrativization to turn DNA ('genes', 'blood', 'roots') into the privileged signifier upon which to re-found the identity of the appropriated/restituted people. Even though it is precisely this narrative dimension which shows the failure of getting closure and thus the impossibility of reducing identity to its biological aspect.

Although the risks of a biologically grounded notion of identity involved in restitution have been pointed out by the works of Gatti, Regueiro and Córdoba and Paula, DNA, far from being the ultimate basis of personal identity, becomes the condition of possibility to articulate a new narrative of personal identity. Accordingly, it seems possible to relativize the above-mentioned shift from the identification test to the metaphysical basis for personal identity. DNA allows us to identify someone –i.e., to determine who someone is– in the *idem* sense of identity, following Paul Ricoeur's proposal (1990). It works as a criterion for *idem* identity, since it guarantees continuity over time of the same individual. Nevertheless, we can wonder which kind of identity can be built on the basis of merely biological data? According to Ricoeur, the *ipse* aspect of identity –which refers to the sense and fact of becoming another over time– should also be taken into account, since otherwise, the *who* is masked by a *what*. DNA, hence, does not account for *who* a person is. The distinction among *idem* and *ipse* identity allows us to argue that even though the reference to DNA is decisive to APM's search –since it requires the re-identification of disappeared appropriated people, vindicating a feature of identity not linked to nurturing– DNA is, nevertheless, insufficient to account for personal identity. Even though an ontologization of the identification proof and a displacement to the status of foundation can be denounced –as the criticisms pointed out do– and even though DNA results, in fact, enable re-identification and, hence, work perfectly as a starting point of the restitution process, the identity of the appropriated-restituted people cannot be

finally established without, on the one hand, the role of the State and, on the other hand, a process of biographic re-narrativization. Moreover, the ontological position of DNA itself may be questioned because scientific discourse does not seem to have a different status from juridical and psi discourses, which perform and over-determine identity. Nevertheless, if we justly appreciate the role science and techniques based on science play in this case, we can recognize that DNA works here as a condition of possibility of the eminently political process of restitution in the public realm and re-narrativization of identity in the personal and communitarian level. So, what can philosophy of science contribute to this issue, particularly, to the link between genetics and personal identity? We shall see in what follows.

5. GENETICS AND PERSONAL IDENTITY: A PLURALISTIC PERSPECTIVE FROM PHILOSOPHY OF SCIENCE

Given the scenario presented above, we will argue that it is possible to defend the restitution strategy but at the same time reject a reductive genetic conception of personal identity. And philosophy of science can help us in that task. Can a genetic conception of personal identity be considered grounded? Can genetics reduce identity?

A genetic approach on personal identity is a reductionist stance, since it makes identity dependent of a single aspect of the person. Moreover, this position is also inheritor of a reductionist view within the very field of biological sciences, according to which there is an epistemological priority of genetics, in terms of molecular biology, over other biological sub-disciplines (see Rosenberg 1997, 2006). Furthermore, it can be argued that such reductionist view rests on the ontological assumption that every somatic feature of a biological organism can be reduced to the molecular genetic level. During the 20th century –“the century of the gene” in Evelyn Fox Keller’s words (2000) – the gene has been exalted as the unit of heredity and information, according to its pre-eminence in biological explanation and investigation. Nevertheless, in contemporary biology, as well as in philosophy of biology, many arguments question such conception. According to these critical views, the genetic

material's role in living beings can be moderate; hence DNA cannot be ascribed a sufficient condition role in living organisms. In this line, for instance, Griffiths and Stotz argue for the role of the environment in gene expression and regulation, which can be appreciated more neatly in the case of parental effects and plasticity (2013). As Richard Lewontin, Steven Rose and Leon Kamin (1990) assert, biological determinism is the position that holds that human life is strongly controlled by the genes for specific behaviours or for predispositions to these behaviours. The authors argue against that idea, by assessing that it denies the fundamental difference between human and other biological organisms. Human's biology is such that we can constantly recreate our material and psychical environment; therefore our lives are the result of a plurality of causes (1990).

From an exclusively metaphysical perspective, if we accept the analytical framework, it can be stated that DNA works as a *principle of persistence over time*, it seems to account perfectly for identity, and can be considered an enlightening version of the biological view. But, in the very frame of the metaphysical discussion, we can also affirm that genetics fails to define identity in the same way that any biological criterion does so. Even though genetics plays a central role in the identification process of appropriated children, if we *universalize* a notion of identity based on biology involved in that particular case –by means of assessing that genes ground identity–, we will face the same problems that the biological approach faced. A biological criterion disregards several practical problems. In the first place, it cannot account for ethical responsibility: The rationality of a person's anticipations to future experiences –and responsibility for past actions– seems to be grounded on the fact that that future –or past– person inherits the former mental features, their psychology, while the inheritance of their biological organism seems irrelevant (Shoemaker, D. 2019). As we have seen, human specificity is also overlooked, and the identity considered can be thought as the identity of a *what* rather than the identity of a *who*.

On the other hand, however tempting as it may sound –given that the metaphysical debate over identity has led to *aporias* and paradoxes– it does not seem reasonable to ask science and technology to provide an ontological definition –and therefore a resolution– to a metaphysical issue. We have also argued that DNA is in-

sufficient in order to account for identity, that it does not reduce or define identity, but it can be read as a condition of possibility of re-articulating personal identity.

On this basis, it could be considered a settled matter that DNA does not ground identity. Nevertheless, to deconstruct the association between identity and genetics, we may still have to fight an ingenuous idea about the relation between science and values, and some realistic positions regarding scientific knowledge and ontology described by science. We will argue that pluralism can help us in both tasks.

Besides the considerations that have led several philosophers to adopt pluralism—for example, the complexity of phenomena under research (Mitchell 2003; Cartwright 1999), the harmful consequences of the monist pursuit of truth (Chang 2004, 2012), among others—, there are two features of scientific knowledge especially relevant in order to address the role of genetics by defining identity regarding the case of restitution. One of them is accepting the character of *situated* that scientific knowledge has and, consequently, the role of values in science, and the other one is related to fighting the ontological commitments of a realistic externalist position.

About the former, we claim that pragmatic interests cannot be avoided in order for a philosophy of science to account for the effective practice of science. As Helen Longino establishes: “the individuals participating in the production of scientific knowledge are historically, geographically and socially situated and their observation and reasoning reflect their situations” (Longino 2016 online). The case of restitution due to a technique based on scientific knowledge illustrates how people’s lives and relations are modified by certain developments made by science. In fact, as we have claimed, the case shows how genetics itself played a part in an actual pursuit of justice and a political “truth”. It can be argued that social values necessarily play a role in science, by means, for instance, of such a techno-scientific practice. The grandparenthood index was discovered thanks to a practical political demand of justice, a demand that became a technique and had legal consequences as well.

Some philosophers of science place the role of the so-called “external”, social values on science in the foreground (Longino 2016 *online*). Elliot (2011) points out that not only harmful consequences of science should be discussed; social benefit should also be regarded as playing a role concerning scientific knowledge. But, of course, the

problem of consensus regarding which values should or should not be pursued in scientific research arises. It seems truly naïve to assume the possibility of consensus and assess that some values are simply “socially desirable”. It is usual to criticize the role of values in science, since knowledge and objectivity are associated with power-over relations and domination. But regarding that critical view, the case or restitution implies at least a call for attention: things seem to be upside down in this case. The issue of values can be sufficiently approached regarding the case of identity, genetics and restitution, by means of adopting a pluralistic view of science, as we shall see.

Regarding the latter –the naïve view on knowledge and ontology– a pluralistic internal stance can come to our assistance in order to comprehend the relation between identity and genetics. In his famous “Empiricism, Semantics and Ontology” (1956), Rudolf Carnap defended a pluralistic position, by assessing that questions concerning the existence of entities have to be made within a linguistic framework; otherwise, they do not make sense. According to Carnap, *to be real* means to be *an element within a linguistic system*. External questions about the existence of the “thing world” are meaningless, since they are wrongly formulated. This *carnapian* internal pluralism can be traced as an inspiration of Hillary Putnam’s internal realism (1981) and Olimpia Lombardi and Ana Rosa Perez Ransanz’s ontological pluralism of Kantian roots (2012). The core of these positions is the rejection of the *externalist realistic perspective* –the “God’s eye view”.

According to externalism, objects exist independently from the subject of knowledge (they are *self-identifying* entities), and constitute a determined totality. The world is thus a set of mind-independent objects. Therefore, there is a *true* and complete description of the world as it is (Putnam 1981 49). Putnam, as Kant did, rejected the idea that the objects we know are things with an independent existence from our sensibility. According to Putnam, there is not such thing as a totality of objects independent to our knowledge, our mind, language or conceptual schemes.¹³

¹³ The existing entities do not appear to us as they are; they appear to us only by means of the mediation of certain sets of concepts and categories. Objects are phenomena resulting from a synthesis

There are, rather, several points of view coming from real people, reflecting their *interests* and *purposes*, to which their theories serve (Putnam 1981 49-50). In the same fashion, Lombardi and Pérez Ransanz state that objectivity does not emerge from a hypothetical inexistent God's eye, but it is the result of the application of our conceptual schemes to *noumenic* reality. Different alternative schemes coexist, and they are not convergent or reducible to a unique scheme. So, this Kantian realism leads to an ontological pluralism that opens the possibility of coexisting *different ontologies*, even incompatible with each other, equally adequate in different contexts. Lombardi and Pérez Ransanz have defended their pluralism as a non-reductive conception of science, according to which different ontologies are related to each other by means of symmetric nomological links that do not suppose ontological dependence or priority whatsoever.

If a scientific pluralism of that kind is applied to the problem of personal identity, the partial character of every view is no longer a problem, given that no approach is considered *the* approach to identity. Neither psychology nor biology exhaust identity (so, genetics cannot ground identity), but every single view can work on different contexts, with different purposes and according to particular practical interests. Since the role of values is not eliminable from scientific practice, then we can adopt, from a pluralistic perspective, a genetic conception of identity for the case of restitution, a fact that reveals how science works jointly with certain social values in particular contexts.

Lindsay Adams Smith analyses the case of restitution in transitional justice in Argentinian democracy and claims:

Although feminist scholarship and the Nietos [Grandchildren] and Abuelas themselves have shown that the individual, the family, and the nation are constantly imagined, created, and contested, in policy settings, DNA identification

between the external world and our conceptual schemes. Since there is not a God's eye perspective, it makes no sense to ask What is out there, in the world?, as Carnap had said.

has become a symbol for healing through its power to reconnect these systems of belonging –literally to genealogically connect a searching mother and the bones of her child or a grandmother and her kidnapped grandchild. It is constructed as offering some kind of an answer to this crisis of meaning making generated by disappearance (Smith 2016 1050-1051).

“In the case of Argentina, DNA is reconstitutive: offering individual restitution in the form of biogenetic identification, and at the same time constitutive of new modes of postviolence reckoning” (Smith 2016 1052). According to her, “forensic DNA acts not only as a powerful disciplinary site of biocitizenship but also as a potential space to reimagine the social contract between the body, the public, and the state” (Smith 2016 1038). Smith also claims, following Jasanoff (2011), that the link between transitional justice, identification, and kinship can be interpreted as a kind of bioconstitutionalism, “where new biotechnologies coproduce new legal and political systems of meaning” (Smith 2016 1052).

We have argued that even though DNA serves as a criterion –and offers a proof– of the persistence of a biological organism, given that it guarantees uninterrupted continuity over time, personal identity cannot be grounded on genetics. Nevertheless, biology is, in a sense, *exalted* in the restitution strategy, and that is due to the fact that DNA functions –as it has been said– as a condition of possibility of articulating an identity that faces appropriation, and opens the possibility of biographical *rewriting*. Besides these political and ethical reasons, and being careful regarding the exaltation of biology involved, we can appeal to pluralism in order to, on the one hand, accept a certain genetic definition of identity for a particular case and context, and, on the other hand, be alert regarding its universalization and consequent extrapolation to other contexts. So, there is also an epistemological reason to accept a contextual and partial scientifically grounded genetic conception of identity, adequate to a particular context, but knowing that being scientifically grounded must not be identified with being true or valid for every single context (as the metaphysical debate aspired to). Philosophy of science contributes in the debate by accepting a pluralistic stance, rejecting a reductive essentialist notion of identity. In this sense, we claim with Longino:

Researchers committed to a monist or unified science will see plurality as a problem to be overcome, while researchers already committed to a deeply social view of science will see plurality as a resource of communities rather than a problem (Longino 2016 online).

Since –following internalism– *to be real* means to be *an element within a linguistic system or conceptual frame* and external questions are meaningless, it also does not make sense to ask for personal identity itself, neither in any scientific domain, nor as a metaphysical issue. The *contextual character* of scientific knowledge not only leads us to assume the impossibility of such kind of universal supra-context definition, but it also makes room for social, political and ethical commitments within scientific research (as the development of the grandparenthood index show and the consequences over and above the scientific realm that DNA tests have).¹⁴ So, philosophy of science engaged in the debate over identity and the political dimension of restitution can aid the definition of a precise role of science, not as a guarantor of objectivity in a naïve externalist sense. Political values, the so-called “external” values, are not *that* external; they contribute to framing and hence constituting ontology. In this case, they contribute to establishing genetic identity not as *nude fact* but as a politically valued fact, a valued fact that Governments must protect and science can account for. The acceptance of this kind of pluralism not only sheds some light on the metaphysical realm, by closing the debate between mutually exclusive notions of identity –a debate that leads to paradoxes–, but also allows us to evaluate scientific knowledge as a *practical concern*.

¹⁴ Can personal identity of restituted grandchildren be understood as a product of science and technology –in M’charek’s (2010) words?

6. CONCLUDING REMARKS

In philosophical research, we are used to the fact that interactions among science, metaphysics and politics seem not only theoretically inaccurate but also impossible, given the “nature” of the matter in question in every field, and the “methods” and interests involved as well. The case of restitution, made possible by a technique grounded on scientific knowledge, shows how artificial certain limits among philosophical sub-disciplines are –and hence, how fake the alleged inaccuracy of addressing such interactions is.

After analysing the role of genetics in restitution, the implications of the interpretations of DNA results within –but also far beyond– its legal effects, especially in order to comprehend personal identity, and how the so-called “external” interests of science contribute to ontology constitution, it is not far fetched to state that the role of science regarding personal identity is an issue that must be, at least, philosophically addressed.

The general thesis that scientific practice is not neutral, that it is rather a socially situated practice, and that values and interests are inseparable from it –especially when it comes to technology– may be considered evident nowadays. Nevertheless, the problem here addressed allows us to exemplify that thesis, showing at the same time the social relevant role that science has in its practice.

Regarding this case, we are not establishing the possible “bad” consequences of genetic determinism by means of making room for a genetic notion of personal identity, we are not wondering what genetics theoretically affirms –if anything– regarding the ontological issue of personal identity either. We are stating that science not only has effects on people’s lives –which seems quite obvious– but it has a *constructive, constitutive* role regarding the very ontological domains it tries to account for. Acknowledging that fact will have significant consequences for understanding the world we live in, for addressing new political and ethical demands –in which science and technology are involved- and for fairly evaluating science from a pluralistic framework that recognizes the role of values in science. On the other hand, it will also make room for new questions and problems to arise. For instance, if according

to pluralism, different domains are equally constructed by means of diverse schemes, a suitable notion of personal identity in a certain historical time and in a peculiar context can be considered wrong in a context in which different social values are held. It is usual to differentiate among internal and external problems of science, but we hope our analysis contributes to thinking that philosophy of science can keep a critical and alert mind regarding ontology constitutions, as long as it involves a politically committed attitude towards science. That is not an *external* attitude that must be *added* to philosophy of science, but an essential part of it.

TRABAJOS CITADOS

- APM. *La historia de Abuelas. 30 años de búsqueda*. Buenos Aires: Abuelas de Plaza de Mayo, 2007.
- _____. *Las Abuelas y la genética. El aporte de la ciencia en la búsqueda de los chicos desaparecidos*. Buenos Aires: Abuelas de Plaza de Mayo, 2008
- Agamben, Giorgio. “Identidad sin persona”. *Desnudez*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo, 2011. 67–78.
- Bergel, Salvador. “El vínculo de la genética con los derechos humanos”. *Genética y derechos humanos Encuentros y desencuentros*. Ed. Víctor Penchaszadeh. Buenos Aires: Paidós, 2012. 41-67.
- Bruebaker, Rogers y Frederik Cooper. “Beyond ‘identity’”. *Theory and Society* 29.1 (2000): 1-47. <www.jstor.org/stable/3108478>
- Carnap, Rudolf. “Empiricism, Semantics and Ontology” Reprinted in the Supplement to *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*. Chicago: University of Chicago Press, 1956.
- Cartwright, Nancy. *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Chang, Hasok. *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*. New York: Oxford University Press, 2004.
- _____. *Is water H2O? Evidence, Realism and Pluralism*. Dordrecht: Springer, 2012.

- Córdoba, Mariana. “Entre la esencia y la ausencia de la identidad personal. La obsesión por las determinaciones únicas”. *Fronteras del determinismo científico. Filosofía y ciencias en diálogo*. Eds. Claudia Vanney y Olimpia Lombardi. Madrid: Biblioteca Nueva, 2015. 201–212.
- _____. “Identidad personal”. *Diccionario Interdisciplinar Austral*. Eds. Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. 2017. <http://dia.austral.edu.ar/Identidad_personal>.
- Córdoba, Mariana y Paula Lipko. “Identidad personal y genética: reflexión sobre la cristalización de una estrategia”. *Revista Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*: 1.15 (2013): 267–287. <<https://doi.org/10.17163/soph.n15.2013.11>>.
- Elliot, Kevin. “Direct and Indirect Roles for Values in Science”. *Philosophy of Science* 78.2 (2011): 303–324.
- Fox Keller, Evelyn. *The Century of the Gene*. London: Harvard University Press, 2000.
- Gatti, Gabriel. *El detenido-desaparecido. Narrativas posibles para una catástrofe de la identidad*. Montevideo: Trilce, 2008.
- _____. “Imposing Identity Against Social Catastrophes. The Strategies of (Re) Generation of Meaning of the Abuelas de Plaza de Mayo”. *Bulletin of Latin American Research* 31.3 (2012): 352–365.
- Giddens, Anthony. *Modernidade e identidade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2002.
- Griffiths, Paul y Karola Stotz. *Genetics and Philosophy: an Introduction*. New York: Cambridge University Press, 2013.
- Hume, David. [1739]. *A Treatise of Human Nature*. Ed. L. A. Selby-Bigge. 2nd ed. revised by P. H. Nidditch. Oxford: Clarendon Press, 1975.
- Jenkins, Richard. *Social identity*. London: Routledge, 2004.
- Johnston, Mark. “Human Beings Revisited: My Body is not an Animal”. *Oxford Studies in Metaphysics* 3. Ed. D. Zimmerman. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- Jong, Lisette, y Amade M’charek. “The High-profile Case as ‘Fire Object’: Following the Marianne Vaatstra Murder Case through the Media”. *Crime, Media, Culture* 14.3 (2018): 347–63. <<https://doi.org/10.1177/1741659017718036>>.

- Lewontin, Richard., Steven Rose y Leon Kamin. *Not in Our Genes: Biology, Ideology and Human Nature*. London: Penguin Books, 1990.
- Locke, J. [1690] *An Essay Concerning Human Understanding*, London: Penguin Books, 1997.
- Lombardi, Olimpia y Ana Rosa Pérez Ransanz. *Los Múltiples Mundos de la Ciencia. Un Realismo Pluralista y su Aplicación a la Filosofía de la Física*. México: Siglo XXI, 2012.
- Longino, Helen. “The Social Dimensions of Scientific Knowledge”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. Edward N. Zalta. Spring: 2016 Edition. <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/scientific-knowledge-social/>>.
- Mackie, David. “Personal Identity and Dead People”. *Philosophical Studies* 95.1 (1999): 219–242.
- M'charek, Amade. “Silent Witness, Articulate Collectives: DNA Evidence and the Inference of Visible Traits”. *Bioethics* 22.9 (2008): 519–528.
- M'charek, Amade. “Fragile differences, relational effects: Stories about the materiality of race and sex”. *European Journal of Women's Studies* 17.4 (2010): 307–322.
- Mitchell, Sandra. *Biological Complexity and Integrative Pluralism*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Noonan, Harold. “Animalism versus Lockeanism: A Current Controversy”. *The Philosophical Quarterly* 48.1 (1998): 302–318.
- Noonan, Harold. *Personal Identity*. 2nd edición. London: Routledge, 2003.
- Noonan, Harold y Ben Curtis. “Identity”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition). Ed. Edward N. Zalta. 2018. <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/identity/>>.
- Olarte-Sierra, María Fernanda y Jaime Enrique Castro Bermúdez. “Notas forenses: conocimiento que materializa a los cuerpos del enemigo en fosas paramilitares y falsos positivos”. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología* 34.1 (2019): 119–140. <<https://doi.org/10.7440/antipoda34.2019.06>>.
- Olarte-Sierra, María Fernanda et ál. “Verdad e incertidumbre en el marco del conflicto en Colombia: una mirada a los sistemas de información como prácticas

de memoria”. *Universitas Humanística* 79.1 (2014): 233–254. <<https://doi.org/10.11144/Javeriana.UH79.vimc>>.

Olson, Eric. *The Human Animal: Personal Identity without Psychology*. New York: Oxford University Press, 1997.

_____. “Personal Identity”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2019 Edition). Ed. Edward N. Zalta. 2019. <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/identity-personal/>>.

Parfit, Derek. *Reasons and Persons*. Oxford: Oxford University Press, 1984.

Penchaszadeh, Victor. “Uso de la identificación genética en la reparación de la violación del derecho a la identidad durante la dictadura militar argentina”. *Genética y derechos humanos Encuentros y desencuentros*. Ed. Víctor Penchaszadeh. Buenos Aires: Paidós, 2012.

Penelhum, Terence. *Survival and Disembodied Existence*. London: Routledge, 1970.

Perry, John. “The Problem of Personal Identity”. *Personal Identity*. Segunda Edición. Ed. John Perry. Berkeley: University of California Press, 2008.

Putnam, Hillary. *Reason, Truth and History*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

Quintana, María Marta. “Sobredeterminación y subversiones discursivas: el proceso de subjetivación política de Abuelas de Plaza de Mayo y las derivas de ‘la sangre’”. *El pensamiento en la Argentina Contemporánea. Tomo III. Derechos humanos, resistencia, emancipación (1960-2015)*. Eds. H. Biagini y G. Ovie-do. Buenos Aires: Biblos, 2016. 333–350

_____. “Ni subversivos ni abandonados: botín de guerra. Disputas, inversiones y desplazamientos en el primer texto de Abuelas de Plaza de Mayo”. *Tabula Rasa Revista de humanidades* 26.1 (2017): 287-309. <<https://doi.org/10.25058/20112742.198>>.

_____. “Discursos disciplinares y construcción de saberes científicos en torno de la apropiación/restitución de niños en Argentina. Un abordaje de Identidad, despojo y restitución de Abuelas de Plaza de Mayo”. *Sociedad y discurso* 32.1 (2018): 127-149. <<https://doi.org/10.5278/ojs.s%20&%20d.v0i32.2285>>.

- Regueiro, Sabina. “Análisis genético para la identificación de niños apropiados: construcción política y científica de la ‘naturaleza’ y el parentesco”. *Estudios Feministas* 18.1 (2010): 11–32. <<https://doi.org/10.1590/S0104-026X2010000100002>>.
- _____. *Apropiación de niños, familias, justicia*. Rosario: Prohistoria, 2013.
- Ricoeur, Paul. *Soi-même comme un autre*. París: Du Seuil, 1990.
- Rosenberg, Alexander. “Reductionism Redux: Computing the Embryo”. *Biology and Philosophy* 12.4 (1997): 445–470.
- _____. *Darwinian Reductionism: Or, How to Stop Worrying and Love Molecular Biology*. Chicago: University of Chicago Press, 2006.
- Shoemaker, David. “Personal Identity and Ethics”. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2019 Edition). Ed. Edward N. Zalta. 2019. <<https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/identity-ethics/>>.
- Shoemaker, Sydney. “Persons and Their Pasts”. *American Philosophical Quarterly* 7 (1970): 269–285.
- _____. “Personal Identity: A Materialist’s Account”. *Personal Identity*. Eds. Sydney Shoemaker y R. Swinburne. Oxford: Blackwell, 1984.
- _____. “Self, Body, and Coincidence”. *Proceedings of the Aristotelian Society* (Supplementary Volume) 73 (1999): 287–306.
- Smith, Lindsay. “Identifying Democracy: Citizenship, DNA, and Identity in Post-dictatorship Argentina”. *Science, Technology & Human Values* 41.6 (2016): 1037–1062.
- Snowdon, Paul. “Persons, Animals, and Ourselves”. *The Person and the Human Mind*. Ed. Gill, Christopher. Oxford: Clarendon Press, 1990.
- _____. “Persons and Personal Identity”. *Essays for David Wiggins: Identity, Truth and Value*. Eds. Sabina Lovibond y S. G. Williams. Oxford: Blackwell, 1996.
- Thomson, Judith Jarvis. “People and Their Bodies”. *Reading Parfit*. Ed. Dancy, Jonathan. Oxford: Blackwell, 1997.
- Unger, Peter. “The Survival of the Sentien”. *Philosophical Perspectives* 14: *Action and Freedom*. Ed. Tomberlin, James E. Boston: MA Blackwell, 2000.

Williams, Bernard. "Personal Identity and Individuation". *Proceedings to the Aristotelian Society* 57.1 (1957): 229–252. <<https://doi.org/10.1093/aristotelian/57.1.229>>.

_____. "The Self and the Future". *Philosophical Review* 79.2 (1970): 161–180. Re-printed in his *Problems of the Self*. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.

CORRUPCIÓN Y NORMAS SOCIALES: LA TRANSICIÓN DE LO MACRO A LO MICRO EN MECANISMOS PSICOSOCIALES DE LEGITIMACIÓN DE LA CORRUPCIÓN*

CORRUPTION AND SOCIAL NORMS: MACRO TO MICRO TRANSITION IN PSYCHO-SOCIAL MECHANISMS OF LEGITIMATION OF CORRUPTION

CARLOS MAXIMILIANO SENCI

Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS)
Universidad Nacional del Sur - CONICET
Bahía Blanca, Argentina.
massenci@gmail.com

HIPÓLITO MANUEL HASRUN

Departamento de Humanidades
Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina.
hmbasrun@gmail.com

RESUMEN

Este artículo tiene tres partes: en primer lugar, vamos a argumentar que la teoría social es relevante para el estudio de la corrupción. Ello es así porque la corrupción es un fenómeno que se da en un contexto concreto, en el interior de un sistema normativo determinado, que permite definir ciertas interacciones como “corruptas”. En segundo, vamos a mostrar que la teoría de Coleman sobre las normas sociales adolece de un déficit teórico, ya que no admite ciertas sutilezas en la explicación de la transición de lo macro a lo micro (esto es, cómo los fenómenos macrosociales influyen en los individuos). A partir del esquema de Coleman sobre los niveles de interacción social, señalamos una asimetría no teorizada por el autor entre los mecanismos del paso de lo

micro a lo macro, que generan un nivel macro que resulta objetivo o, al menos, común para muchos, y los mecanismos de lo macro a lo micro, que parten de un nivel macro que no necesariamente es percibido del mismo modo por los individuos, sino que está mediado por sus creencias sobre la sociedad; y esto es más notorio cuando se trata de un fenómeno como la corrupción, en el que hay fuertes incentivos para el secretismo, por lo que no es posible afirmar que el nivel social sea objetivo (en cuanto a su percepción por parte de los individuos) o común a muchos. Existen, como veremos, mecanismos que intervienen en la explicación de las conductas de corrupción que se relacionan con la influencia de las normas sociales. En tercer lugar, ejemplificaremos la transición de lo macro a lo micro a través de la noción de *expectativas normativas*, y estudiaremos los mecanismos que facilitan que los individuos perciban los comportamientos corruptos como legítimos. Específicamente, pasaremos revista a distintos mecanismos que están interrelacionados y que se refieren a: modos de transacción, disonancia cognitiva, narrativas e ignorancia pluralista.

Palabras clave: corrupción; normas sociales; mecanismos; disonancia moral.

ABSTRACT

The argument of this article has three parts: first, we argue that the theory of social norms is relevant to the study of corruption. This is so because corruption is a phenomenon that occurs in a specific context, within a given regulatory system, which allows certain interactions to be defined as “corrupt”. Second, we show that Coleman’s theory of social norms suffers from a theoretical deficit, since it does not admit certain subtleties in the explanation of the macro-to-micro transition (that is, how macrosocial phenomena influence individuals). Based on Coleman’s scheme of levels of social interaction, we point out an asymmetry not theorized by Coleman between the mechanisms of the micro-to-macro passage, which generate a macro level that is objective or, at least, common to many, and the macro-to-micro mechanisms, which start from a macro level that is not necessarily perceived in the same way by individuals, but is mediated by their beliefs about society; and this is more noticeable when it comes to a

phenomenon such as corruption, in which there are strong incentives for secrecy, so it is not possible to affirm that the social level is objective (in terms of its perception by individuals) or common to many. There are, as we will see, mechanisms that intervene in the explanation of corruption that are related to the influence of social norms. Third, we will exemplify the macro-to-micro transition through the notion of normative expectations, and study the mechanisms that make it easier for individuals to perceive corrupt behavior as legitimate. Specifically, we will review different mechanisms that are interrelated and that refer to: modes of transaction, cognitive dissonance, narratives, and, pluralistic ignorance.

Keywords: corruption; social norms; mechanisms; moral dissonance.

1. INTRODUCCIÓN

La corrupción ha sido reconocida como uno de los mayores obstáculos para el crecimiento de los países (Kaufmann 2005). Se considera que el continente africano pierde alrededor del 25 % de su PBI cada año por esta causa (Podobnik et ál. 2008). Esta no solo corroe la legitimidad gubernamental (Della Porta & Vanucci 1999; Rothstein 2011; Warren 2004b), sino que también impide el progreso económico (Jain 2001; Mauro 1995; Pellegrini & Gerlagh 2004; Shleifer & Vishny 1993; Warren 2004a). Aunque en todos los países existen regulaciones contra su existencia, hay diferencias importantes: mientras que algunos parecen contar con normas sociales permisivas, otros tienen una reputación de mayor transparencia (Transparency International 2014). Una explicación de esto se ha buscado en factores culturales y, particularmente, en diferencias respecto de normas sociales vinculadas a la corrupción. El estrecho vínculo entre la corrupción y las normas sociales ha sido puesto de relieve en múltiples oportunidades (Banfield 1958; Kubbe & Engelbert 2018; Noonan 1987).

Evidencia convergente de diversas disciplinas, entre ellas, la antropología cultural (Chudek & Henrich 2011), la sociología (Coleman 1990), la psicología social (Cialdini & Goldstein 2004; Sripada & Stich 2007) y la economía del comportamiento (Fehr & Fischbacher 2004; Fehr, Fischbacher & Gächter 2002), sugiere que las personas siguen las normas a niveles que no pueden explicarse solo por razones instrumentales. De hecho, se ven a menudo influenciadas por lo que hacen los demás y por lo que (creen que) otros piensan que debería hacerse. Se ha demostrado que las normas sociales influyen en una miríada de comportamientos relevantes en cuestiones sociales vitales, como la votación (Gerber & Rogers 2009), la recaudación de impuestos (Alm, Bloomquist & McKee 2017) y el robo (Cialdini et ál. 2006), entre otras. Estas influencias sociales también se aplican a la corrupción (Abbink et ál. 2018; Köbis et ál; Wouda et ál. 2017).

La corrupción se resiste a ser definida de manera universal debido a su naturaleza multicausal y contextual, que no puede ser pensada como un acto individual sino que es un fenómeno institucionalizado e inscrito en una amplia red de relaciones de poder (Anders & Nuijten 2007). Esta visión se aparta de las concepciones clásicas centradas en el rol de los funcionarios, como la de Nye que entiende que la corrupción es un “behavior which deviates from the formal duties of a public role because of private-regarding (personal, close family, private clique) pecuniary or status gains; or violates rules against the exercise of certain types of private regarding influence” (Nye 1967 419). Para el marco de este trabajo resultará más apropiada una definición que tenga en cuenta el vínculo entre la corrupción y las normas sociales como la de Ashforth y Anand, quienes definen los actos de corrupción como “the misuse of authority for personal, subunit and/or organizational gain ... Because we will argue that corruption often becomes institutionalized in organizations, it is important to note that ‘misuse’ refers to societal norms” (2003 2).

La literatura socio-psicológica distingue entre normas descriptivas y prescriptivas (Cialdini et ál. 2006; Cialdini & Goldstein 2004). Estas categorías se refieren a las expectativas de las personas sobre lo que la mayoría de la gente hace (expectativas empíricas) y lo que la gente cree que es lo socialmente apropiado hacer (expectativas normativas), respectivamente (Bicchieri 2006). Mientras que las primeras represen-

tan la distribución empírica de un comportamiento en un grupo (vale decir, es “lo que resulta normal”); las segundas nos brindan información acerca de los comportamientos que un grupo aprueba o desaprueba (Bicchieri 2006). Esta distinción resulta especialmente importante desde el punto de vista epistémico: mientras las expectativas empíricas son, en principio, objetivas (basta con determinar lo que la mayoría hace) o, al menos, comunes a muchos, las normativas no lo son (porque dependen de las creencias de cada individuo sobre lo que considera correcto hacer, aunque no necesariamente lo haga).

Diferentes investigadores (Abbink et ál. 2018; Köbis et ál. 2015) han señalado que la información que proveen las normas sociales acerca de que una cierta conducta es normal le permite a los corruptos realizar un cálculo acerca de la factibilidad y el beneficio que pueden obtener siguiendo esa conducta y también de la probabilidad de éxito que tienen los acuerdos corruptos. Por lo tanto, si la corrupción se ve como común, las personas pueden volverse más propensas a ella. Como señalan Rothstein y Tanghammar (2006), los mecanismos cognitivos de la corrupción se relacionan con las expectativas establecidas respecto del comportamiento de los demás en circunstancias similares. Por supuesto, pueden existir mediadores de la percepción que hagan que la apreciación de la norma sea más o menos eficaz a la hora de influir en la conducta. Por ejemplo, las expectativas de resultado, esto es, qué tan probable creemos que la conducta en cuestión resultará exitosa, puede interponerse en la influencia de las normas (Chung & Rimal 2016). En muchos casos la información acerca del comportamiento de los demás no es directa o experiencial, sino conceptual, i.e., se canaliza a través de un resumen verbal de la norma.¹ Tal es el caso de la corrupción, de la cual no solemos tener una experiencia directa (como la de un hecho observable “a la luz del día”) debido a que los involucrados suelen tener fuertes incentivos para pasar inadvertidos.

La investigación empírica se ha centrado convenientemente en las expectativas empíricas, porque estas son, por un lado, más heterogéneas en la población, y

¹ Sobre esta distinción, véase Kashima et ál. 2013.

por otro, son más maleables que las expectativas normativas. Estas últimas tienden a ser más estables. Por ende, también sería más viable modificar los comportamientos ligados a la corrupción interviniendo sobre las expectativas empíricas que sobre las normativas. Y por la misma razón, es más fácil manipular las expectativas empíricas en un contexto experimental. Para comprender si las normas sociales tienen una influencia causal, es posible manipular las expectativas en el laboratorio y ver cómo se modifican las decisiones de las personas. Que las preferencias sean condicionales significa que, si las expectativas sociales cambian, también lo hace el comportamiento.

La influencia de las normas sociales sobre la corrupción también es condicional. Según esta caracterización, la corrupción será más o menos consentida dependiendo de las normas prevalentes, es decir, de cuán “normal” se considere. En efecto, la evidencia empírica parece confirmar esta idea, ya que la corrupción parece tener un efecto de contagio, en el sentido de que mayores niveles de percepción de corrupción inciden sobre la decisión de corromperse o su aceptabilidad (Abbink et ál. 2018; Dong, Dulleck & Torgler 2012; Köbis et ál. 2015; Köbis, Iragorri-Carter & Starke, 2018; Lee & Guven 2013). Por ejemplo, Fisman y Miguel (2007) encontraron que los diplomáticos de la ONU provenientes de países con normas permisivas acerca de la corrupción eran significativamente más propensos a cometer infracciones de estacionamiento en la ciudad de Nueva York que los diplomáticos provenientes de países con bajos niveles de corrupción. Dado que los diplomáticos no podían ser multados legalmente por aparcar mal, el estudio permitía controlar si el aparcar bien estaba solo regulado por normas culturales o sociales y eso facilitaba ver si el efecto se debía a si el diplomático provenía o no de un país más o menos corrupto.

Sin embargo, esto no quiere decir que las expectativas normativas no desempeñen ningún rol o que se pueda prescindir de ellas en el análisis. En el ejemplo anterior, podría suceder que un diplomático proveniente de un país donde la corrupción sea alta, aun así no se deje llevar por lo que considera normal en su país de origen, sino que adopte la norma prescriptiva percibida del lugar donde se encuentra. En este caso la norma prescriptiva percibida sería lo suficientemente fuerte como para disuadir al diplomático del curso de acción que describe la norma descriptiva. Entre las varias teorías sobre la relación entre las normas y el comportamiento, la teoría

sobre el comportamiento normativo social (TNSB, por *theory of normative social behavior*) (Rimal & Real 2005) se enfoca en estudiar el vínculo entre las normas descriptivas y el comportamiento. La TNSB propone que existen una serie de mediadores o modificadores de esa relación entre los que se encuentran las normas prescriptivas (otros son la distancia social percibida, las expectativas de resultado y la identidad de grupo). Puede suceder que las normas descriptivas y prescriptivas vayan de la mano, o que entren en conflicto. En muchos casos de conflicto entre estos tipos de normas, el efecto de las primeras puede verse debilitado.

Recientemente diversas disciplinas, tales como la psicología social, la economía comportamental o la administración, han estudiado con mayor énfasis los mecanismos a nivel individual que explican el comportamiento corrupto. Ahora bien, entender la relación entre normas sociales y corrupción requiere no solo comprender los mecanismos a nivel individual de la influencia de las normas, sino también de qué forma el contexto macrosocial influye sobre la percepción que tienen las personas acerca de los comportamientos que se consideran normales o apropiados. Es decir, es necesario integrar los niveles micro y macro. La idea básica que guía dicha investigación es que los países difieren en los niveles de respeto por las normas y la tolerancia hacia las transgresiones,² y de ello se desprende que las sociedades corruptas crean incentivos para que sus ciudadanos sean más tolerantes hacia la corrupción.

Esta cuestión apunta al problema de la relación entre el nivel macro y el nivel micro, puesto que las normas sociales compartidas se dan en el nivel macro, mientras que la percepción individual de las normas sociales es un fenómeno individual a nivel micro. ¿Cómo se relacionan unas y otras? ¿Qué mecanismos influyen en la percepción individual de las normas compartidas? El problema micro-macro en la sociología se refiere a la relación que existe entre las acciones individuales y los fenómenos macro: esta relación no es trivial, ya que en ocasiones el mero comportamiento de los individuos no es suficiente para explicar el macrofenómeno que surge del comportamiento individual.

² Véase Gächter & Schulz (2016) y Serra (2006).

En buena medida, la literatura sobre corrupción ha prestado más atención en la transición de lo macro a lo micro al efecto que las expectativas empíricas tienen sobre la acción de los individuos, pero han descuidado ofrecer un modelo que involucre el efecto modificadorio que pueden cumplir las expectativas normativas. En efecto, cuando ambos tipos de expectativas entran en conflicto, supongamos que las primeras “normalizan” la corrupción mientras que las segundas la sancionan, el individuo necesita mecanismos de neutralización de la demanda normativa de esta última. Justamente esos mecanismos median en la transición entre el nivel macro y el micro, pero no puede decirse que pertenezcan a uno u otro nivel. El objetivo de este trabajo es, por un lado, ofrecer una descripción de los mecanismos que intervienen en la percepción de las normas sociales, y, por otro lado, ubicarlos en el contexto del problema de la transición de lo macro a lo micro, es decir, de la influencia mutua entre el nivel micro (o individual) y el macro (o social). Los mecanismos a los que vamos a referirnos intervienen en la percepción de las normas sociales y permiten neutralizar el efecto disuasorio que tendrían las expectativas normativas sobre la conducta por medio de mecanismos de legitimación.

Específicamente, la literatura reciente sobre normas sociales y corrupción (Bicchieri 2006, 2016; Bicchieri & Ganegoda 2017; Köbis, Iragorri & Starke 2018) nos permite ejemplificar la transición de lo macro a lo micro a través de la noción de expectativas normativas, y estudiar distintos mecanismos que facilitan que los individuos perciban los comportamientos corruptos como legítimos. En primer lugar, introduciremos brevemente las teorías sobre las normas de James Coleman y de Cristina Bicchieri. A continuación, luego de un apartado sobre la estrategia general de análisis utilizando mecanismos sociales (sección 2), pasaremos revista a distintos mecanismos que están interrelacionados y que se refieren a modos de transacción, disonancia cognitiva, narrativas e ignorancia pluralista (sección 3).

2. UNA EXPLICACIÓN USANDO MECANISMOS

La sociología pretende explicar fenómenos sociales (nivel macro), no comportamientos individuales (nivel micro). La búsqueda de mecanismos que conecten la acción individual con los fenómenos sociales está ligada al proyecto del individualismo metodológico. Desde luego, este establece que los fenómenos sociales deben dilucidarse a partir del comportamiento individual. La explicación de un resultado macro a partir de las acciones individuales que lo generan suele conocerse como el enfoque de mecanismos sociales. Ahora bien, ¿qué es un *mecanismo social*? Elster ha propuesto la siguiente caracterización: “los mecanismos son patrones causales de aparición frecuente y fáciles de reconocer que se ponen en funcionamiento en condiciones generalmente desconocidas o con consecuencias indeterminadas. Nos permiten explicar, pero no predecir” (Elster 2010 52). La definición destaca que los mecanismos establecen conexiones causales entre los hechos descriptos o representados, por una parte, en el *explanans* y, por otra, en el *explanandum*. A diferencia de las leyes, los mecanismos tienen condiciones iniciales muchas veces inciertas, por eso no siempre puede saberse en qué momento entran en funcionamiento. Elster (1996) cita el ejemplo de alguien que cambia radicalmente de opinión respecto de un empleo que antes consideraba deseable, pero que ahora evalúa como carente de interés. Si sabemos que la persona en cuestión se enteró de que no tenía ninguna chance de conseguir ese empleo, entonces podemos explicar su conducta apelando a un mecanismo de reducción de la disonancia cognitiva: las personas dejan de desear lo que no pueden obtener. Notemos que este mecanismo causal opera a nivel del individuo.

Coleman (1990) ha insistido en que los mecanismos establecen un puente entre los diferentes niveles (micro y macro) de explicación de los fenómenos sociales. El fenómeno macro que nos interesa es la norma social. Dentro de la sociología analítica fue Coleman en su clásico libro *Foundations of Social Theory* quien desarrolló, en clave instrumental, una teoría de las normas sociales. De acuerdo con su definición, las normas sociales son “macro-level constructs, based on purposive actions at the micro level but coming into existence under certain conditions through a micro-to-macro transition” (1990 244). Como señala a continuación, la emergencia de

una norma social es un fenómeno prototípico de transición de lo micro a lo macro, ya que la norma surge de acciones individuales pero, a la vez, la norma misma es “a system-level property which affects the further actions of individuals...” (1990 244) (véase figura 1).

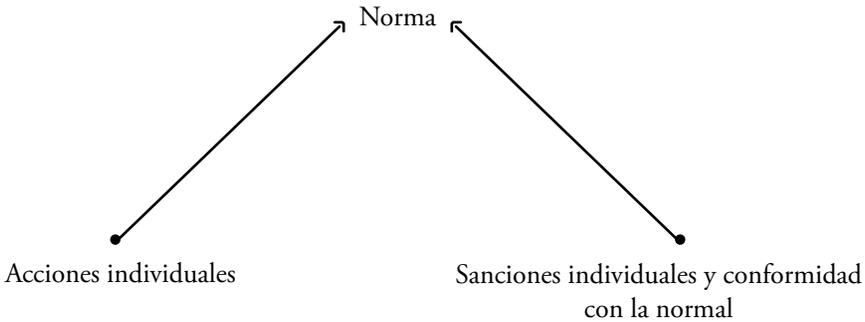


Figura 1. Relaciones entre los niveles micro y macro en el surgimiento de las normas.

Fuente: tomado de Coleman (1990 245).

Para Coleman, entonces, en el caso de las normas sociales, la transición de lo macro a lo micro también es un pasaje en que ambos niveles son observables para muchos (u objetivos). Las normas sociales funcionarían de esa manera en la transición descendente si fueran, por ejemplo, leyes o normas no jurídicas conocidas por todos (y conocida la efectividad de la detección de su in/cumplimiento y su sanción); pero eso no siempre es así: por ejemplo, en el caso de programas de participación voluntaria (como, por ejemplo, un programa para incentivar el reciclaje de ciertos tipos de desechos), no hay sanción de las autoridades, pero bien puede el individuo obrar temiendo algún tipo de sanción de sus pares, aunque solo sea un comentario negativo o reproche.

Específicamente, cuando se trata de normas sociales entra en juego un aspecto que no es tenido en cuenta por Coleman: la creencia de los agentes, no sobre las conductas (en principio, observables), sino sobre las creencias de los demás. Este

elemento, las denominadas *expectativas normativas*, son incorporadas en una de las teorías más difundidas sobre normas sociales: la de Cristina Bicchieri.³ La incorporación de creencias de segundo orden permite a esta teoría darle lugar a la discusión acerca de los mecanismos que median entre los niveles micro y macro, además de explicar el cambio social: cómo a partir de un estado de cosas en el que el comportamiento público parece ser homogéneo pueden, sin embargo, empezar a surgir críticas normativas a este. Una de las formas en las que ocurre el cambio social es a través del conflicto entre las expectativas empíricas y las normativas.

La teoría de Bicchieri aprovecha la idea de que las normas no siempre están determinadas con claridad y los individuos utilizan a los otros como fuente de información a partir de la cual forman su propia percepción subjetiva de las normas (Paluck 2009). La autora ha propuesto una reconstrucción racional de la noción de norma social que combina información proveniente de las creencias respecto de la distribución estadística de ciertas acciones que llevan a cabo los individuos junto a información respecto de las creencias normativas de los demás (Bicchieri 1990, 2006, 2008, 2016; véase también Bicchieri & Xiao 2009; Bicchieri & Muldoon 2014).

De acuerdo con Bicchieri, las normas sociales son reglas o regularidades a nivel de grupo que regulan la conducta de las personas. No todos los tipos de regularidades son normas sociales, solo aquellas que están precedidas por una serie de

³ Las explicaciones de la conducta individual basadas en la teoría de la elección racional (Coleman 1990; Ullmann-Margalit 1977) han dominado el campo de la economía de la corrupción (véase Aidt 2003; Andvig & Moene 1990). Sin embargo, las explicaciones basadas en el cálculo de costos y beneficios de actores orientados por el autointerés parecen insuficientes: como sabemos, la motivación de los individuos es polimórfica, y resulta necesario incorporar en el *explananda* otros aspectos cognitivos de la acción humana. Incluso quienes abogan por el individualismo metodológico reconocen la necesidad de tener en cuenta las instituciones y estructuras sociales como macrorrestricciones de la acción individual (Coleman 1990; Hedström 2005; Udehn 2002). Una de las alternativas a la teoría de la elección racional es la propuesta por Bicchieri, que seguiremos en el trabajo; no es la única, también es muy difundida la de Jon Elster (1996, 2009), que no seguiremos, dado que no es la preponderante en la literatura que comentamos; en la definición de *norma social*, Elster pone el énfasis en otros elementos: se mantienen por la posibilidad de sanciones que se imponen a los trasgresores, y son compartidas y conocidas por otros.

condiciones que representan una configuración particular de estados psicológicos de los actores. Estas condiciones son de dos tipos. La primera es una cláusula de contingencia que estipula que los individuos tienen que conocer que se encuentran en una situación particular a la que se aplica la regla de conducta en cuestión. La segunda es la cláusula de preferencia condicional, que estipula que hay dos tipos de expectativas sociales (sociales en el sentido de que son creencias sobre otras personas): por un lado, expectativas empíricas, que son creencias (de primer orden) respecto a cómo actúan las personas en cierto tipo de situaciones; y por otro, expectativas normativas, que son creencias de segundo orden (i. e., creencias sobre creencias) sobre lo que creen otras personas respecto a cómo deben comportarse, en general, las personas en cierto tipo de situaciones. Estas últimas expectativas pueden estar acompañadas por la creencia de que la transgresión de una norma no solo sería desaprobada por otros, sino que podrían sancionarla activamente.

Las normas sociales generan expectativas en virtud de los consensos compartidos en una comunidad. La percepción de legitimidad de una conducta pertenece no a las expectativas empíricas, sino a las expectativas normativas, esto es, a las creencias acerca de lo que *debe* hacerse (Andrighetto, Grieco & Tummolini 2017). Como hemos argumentado en la introducción, la corrupción se ve influenciada por el comportamiento de los pares, y las normas sociales pueden ser un medio de información para los corruptos. Una explicación de cómo se desarrolla una norma de corrupción⁴ que utilice mecanismos sociales deberá, por ende, tener en cuenta los factores macro que influyen en la determinación de la percepción de aceptabilidad⁵ de la corrup-

⁴ La expresión “norma de corrupción” puede resultar extraña para el lector, y requiere una explicación. Desde el punto de vista de una ciencia social empírica la noción de *norma de corrupción* debe encontrar una forma determinada, esto es, debe operacionalizarse como variable (dependiente): por ejemplo, como *incidencia de corrupción burocrática*, que a su vez puede ser medida de formas muy diferentes, como por ejemplo la tasa de condenas por delitos de corrupción per cápita. De todas formas, como explicamos más abajo cuando hablamos de *norma* no nos referimos a un agregado estadístico de acciones individuales.

⁵ Utilizamos de manera intercambiable los conceptos de *legitimidad* y *aceptabilidad*.

ción, que nosotros identificamos con las expectativas empíricas y normativas de los individuos y, a su vez, de qué forma la percepción de legitimidad resultante influye en la acción individual. La figura 2 es una representación de las relaciones micro-macro que pueden darse en el contexto de la corrupción a través del así llamado “bote de Coleman” (Coleman 1986, 1990).

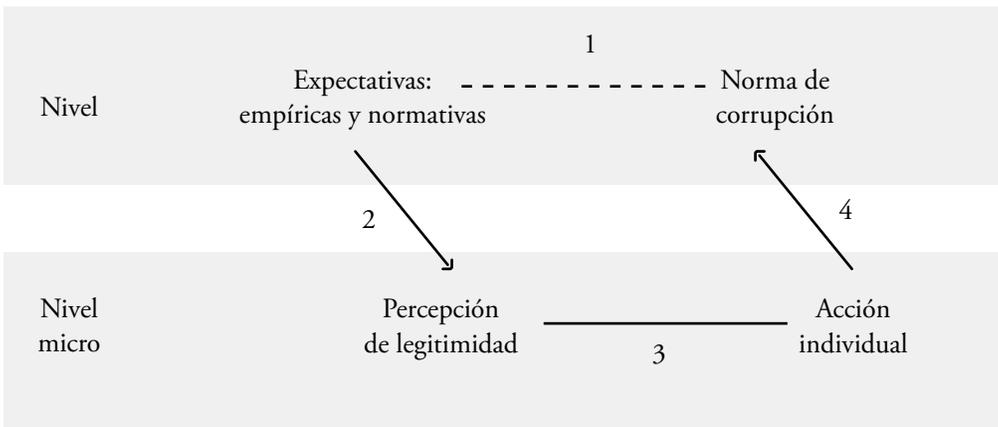


Figura 2. Representación de las relaciones micro-macro en el contexto de la corrupción. *Fuente:* elaboración propia en base al diagrama de Coleman.

Las expectativas empíricas y normativas compartidas por los individuos determinan, a nivel macro, si existe una norma. Esta es la relación capturada por la flecha 1. Utilizamos la flecha punteada para señalar que, siguiendo a Coleman, la relación macro-macro no es causal del mismo modo que las otras tres, sino que incide indirectamente. La explicación del macrofenómeno, la norma de corrupción, no procede directamente a través de las creencias compartidas (que son un fenómeno macro) sino que lo hacen por medio del efecto de estas sobre las acciones individuales. Esto es, las creencias compartidas sí afectan causalmente la norma de corrupción, pero solo indirectamente, a través de la percepción que tienen los individuos de las normas. El efecto causal se da a través de variables que se sitúan en el nivel micro y es

indirecto. Adicionalmente, en la flecha 1 deben situarse los mecanismos que median entre las normas sociales compartidas y la percepción individual.

La flecha 2 muestra que la percepción de legitimidad individual de la corrupción estará modificada por las expectativas respecto de lo que los demás consideren apropiado. Ahora bien, dado que la corrupción habitualmente tiene connotaciones morales negativas y engloba comportamientos ilícitos, no es posible observarla de modo directo; cada actor individual tendrá, por lo tanto, a lo sumo, un conocimiento indirecto respecto del nivel de corrupción vigente, así como respecto de lo que piensan o aprueban los demás. Es más, puesto que la corrupción tiene connotaciones morales negativas, la utilización de encuestas y autorreportes es metodológicamente problemática, ya que las personas pueden no revelar sus verdaderas preferencias. La idea intuitiva de que la percepción de un mayor nivel de corrupción hace más probable que un individuo se corrompa ha sido apoyada recientemente por evidencia de laboratorio.⁶ Para comprender si las normas sociales tienen una influencia causal, se pueden manipular las expectativas y ver cómo se modifican las decisiones de las personas. Tener preferencias condicionales significa precisamente eso: si las expectativas sociales cambian, el comportamiento también debe seguirlas y modificarse. Menos claro es, sin embargo, de qué manera las expectativas normativas influyen en la decisión de corromperse. Por supuesto la frecuencia de corrupción, esto es, la norma descriptiva, puede usarse también como representación del nivel de aceptación del que goza determinada norma (Ericksson, Strimling & Coultas 2014). Dong, Dulleck y Torgler (2012) mostraron que los individuos están más dispuestos a justificar la corrupción cuanto mayor corrupción perciben en los demás. Otros estudios empíricos recientes señalan que aquellas acciones que se consideran comunes o normales, “el modo de hacer las cosas”, tienen una mayor probabilidad de adquirir un valor prescriptivo (Lindström et ál. 2018). De aquí se sigue que la percepción que se tenga de la norma prescriptiva podrá depender también del equilibrio social (el nivel macro).

La flecha 3 señala el vínculo entre en la percepción de legitimidad de la norma y la acción individual, es decir, la manera en que el individuo percibe la norma actúa

⁶ Véase Abbink et ál. (2018).

como motivador de la conducta. La flecha 4 indica que la norma de corrupción es el agregado de las acciones individuales, sostenida por un conjunto de expectativas y creencias. Esto es de qué manera se combinan las acciones individuales para dar lugar a un agregado colectivo. La relación entre lo micro y lo macro puede ser relativamente sencilla cuando la propiedad emergente colectiva es un agregado estadístico. Este es el caso, por ejemplo, de una votación. Sin embargo, en muchos casos la transición de lo micro a lo macro es más compleja, porque ya no es posible simplemente agregar las acciones individuales, es decir, el todo no es igual a la suma de las partes, como lo atestiguan los modelos de segregación racial de Schelling (1978), en los que un grupo de residentes que no favorecen la segregación pueden terminar de forma no intencionada conformando barrios fuertemente segregados. Si se nos permite la simplificación de hablar de una *norma de corrupción*, una explicación de la transición de lo micro a lo macro claramente no puede reposar en una forma de agregación estadística. Más bien, el fenómeno de nivel macro que designamos con el nombre de “norma de corrupción” no puede referirse a una regla de agregación (de acciones individuales), sino que involucra procesos sociales, relaciones estructurales de poder y económicas que son producto de las acciones individuales, pero que son cualitativamente diferentes de las propiedades individuales.

No forma parte del objetivo del trabajo explicar cómo se da la combinación de factores individuales para originar una norma de corrupción. Seguramente una explicación cabal de dichos factores debiera recurrir a diversas variables, tales como: relaciones de estatus económico y social, propiedades de las redes de agentes, relaciones de acceso a bienes públicos, niveles de confianza, normas de reciprocidad comunitarias presentes, etc. Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, no existe hoy un modelo que pueda explicar de qué manera se da dicha agregación.

3. MECANISMOS MACRO Y MICRO DE LEGITIMACIÓN NORMATIVA DE LA CORRUPCIÓN

Los mecanismos por medio de los cuales los individuos y los grupos justifican sus acciones ilícitas han sido abordados en múltiples ocasiones, siendo especialmente

relevante la literatura sobre comportamiento organizacional y de administración (Ashforth & Anand 2003; Zaloznaya 2014). La literatura en este sentido es extensa, y no pretendemos ser exhaustivos. Concentramos nuestra atención solo en algunos mecanismos en los cuales se hace patente la importancia de tener en cuenta la transición de lo macro a lo micro y el rol de las normas sociales en la explicación del comportamiento corrupto.

3.1 MODOS DE COORDINACIÓN Y AMBIGÜEDAD NORMATIVA

En este apartado dependemos en gran medida del trabajo de Andvig (2006) sobre la corrupción entendida como una coordinación fallida entre modos de transacción social. Inspirado en la tesis de la diferenciación de las esferas de vida de Weber, los modos de coordinación son tipos ideales que regulan ciertas esferas de actividades. Más específicamente, un modo de transacción “specifies a set of rules for the engagement between at least two persons, a decision-making, information, and motivational structure guiding the actions of the agents operating in that mode” (Andvig 2006 329). Andvig distingue cinco modos básicos de transacción: el modo de transacción burocrático, el modo de coordinación de tareas (*task coordination*), el modo de coordinación familia-amistad, el modo de coordinación política y, por último, el modo de coordinación del mercado. Cada uno de los modos está definido por el conjunto de normas que se consideran apropiadas o legítimas dentro de esa esfera. Por lo tanto, según Andvig, la corrupción es la intrusión inapropiada de un modo de transacción en otro. Así la corrupción política sería la intrusión de los modos de transacción del mercado o de la familia en el ámbito de la toma de decisiones burocráticas. Los factores que pueden intervenir en el surgimiento de dicha “confusión” contextual son diversos. Entre ellos, la modernización (Andvig 2006; Huntington 1968), que produce conflictos entre normas sociales, y las antiguas normas son reemplazadas por nuevas, por razones de justicia o eficiencia. Naturalmente, la modernización puede incluir conflictos entre normas particularistas y universalistas (Schweitzer 2004). Por ejemplo, durante procesos de modernización en los que

ocurren cambios rápidos en la organización social, las formas de transacción basadas en lazos de parentesco (modo de coordinación familia-amistad) son reemplazadas por modos burocráticos, en los que las reglas ya no son particularistas, sino que son independientes de las personas a quienes se aplican, y el acceso a los bienes públicos no está determinado por el círculo social al que alguien pertenece, sino por reglas universales. Una redistribución del entramado social de este tipo ocurrió en la transición de las economías planificadas de los países bajo la órbita de la antigua URSS hacia economías de mercado, en la que se pasó de un modo de coordinación política a uno típicamente centrado en el mercado.

En su trabajo, Andvig no relaciona de modo explícito su propuesta con la literatura sobre normas sociales, pero la vinculación es directa, ya que cada modo de coordinación está regulado por un conjunto específico de normas que forman el telón de fondo normativo sobre el cual interpretar y evaluar las acciones. La corrupción ocurre en un sistema de normas sociales concreto. El sistema normativo que determina qué transacción es legítima para el caso de la corrupción es dependiente de un contexto que engloba un sistema de normas sociales específico. Desde el enfoque del presente trabajo, la confusión entre modos de transacción es una causa de ambigüedad normativa.

Para que una norma social sea efectiva, según Bicchieri, los agentes deben poder estar en condiciones de categorizar la situación en la que se encuentran como perteneciente a una clase específica (a un modo de transacción específico) y deben poder asociar con dicha clase una serie de inferencias correspondientes a la situación que constituyen un guion (*script*) que define las expectativas asociadas a cada rol (es decir, lo que se espera de cada rol) de acuerdo a lo establecido por la norma (Bicchieri 2006; Bicchieri & McNally 2016);⁷ sin embargo, por lo que venimos diciendo, no siempre resulta tan evidente cuál es el contexto de interacción adecuado. De acuerdo con esto, los actores sociales pueden percibir como operativas normas descriptivas y prescriptivas contradictorias. A veces pueden coexistir órdenes normativos contra-

⁷ Sobre la vinculación entre normas y roles sociales, véase Sunstein (1996).

dictorios. Esta situación ha sido señalada por la antropología legal bajo el nombre de pluralismo legal (Griffiths 1986). Según Anders y Nuijten:

Legal pluralism acknowledges the co-existence of multiple sets of rules that influence people's actions: the law of the nation-state, indigenous customary rules, religious decrees, moral codes, and practical norms of social life often apply to the same situation thereby creating complex configurations of legal plurality within a social setting. (2017 13)

Por eso, desde la perspectiva del pluralismo legal, las conductas solo pueden definirse como corruptas con relación a ciertas normas sociales que regulan un determinado contexto de interacción. Por ende, lo que se define como corrupto respecto de un conjunto de normas, puede no serlo respecto de otro.

Un punto interesante que se sigue de lo anterior es que los actores pueden redefinir el contexto como uno de interacción más favorable que sirva a sus intereses (Dana, Weber & Kuang 2007; Grossman & van der Weele 2017; Konow 2000). Esto es, pueden utilizar la ambigüedad normativa de la situación con intereses egoístas. La ambigüedad normativa favorece precisamente la negación plausible (*plausible deniability*) de la propia responsabilidad, y por ende permite evitar la acusación de que se ha incurrido en algún tipo de obrar incorrecto o inmoral. Como ha argumentado Arellano Gault (2017), “corruption is not a phenomenon where individuals enter discreet relations, but rather a dense social phenomenon” (828). Y en línea también con el abordaje de Andvig, por lo tanto, el fenómeno de la corrupción involucra una constante renegociación por parte de los actores involucrados del tipo de relación social inherente (Chibnall & Saunders 1977).⁸ Pero lo cierto es que el significado mismo de “corrupción” está en disputa, a caballo también de la dificultad de distinguir entre la esfera pública y la privada en contextos de rápida modernización, liberalización y privatización (Jowitt 1983; Varese 1997). Por ejemplo, en la política latinoamericana, es habitual que políticos de alto y mediano rango escojan entre sus colaboradores más cercanos a parientes o amigos. El argumento suele ser

⁸ Véase también Granovetter (2007).

que lo hacen por razones de confianza. A sabiendas o no, trasladan normas particularistas válidas en la esfera familiar a la esfera político-burocrática en la que deben regir normas universalistas.⁹ En definitiva, trasladan de manera ilegítima las normas propias de un modo de coordinación a otro. Desde luego, la presión por adoptar el modo legítimo de coordinación puede hacerse sentir en determinadas circunstancias y, a consecuencia del conflicto resultante entre modos de coordinación, los individuos pueden experimentar distintos grados de disonancia.

3.2 DISONANCIA COGNITIVA: NORMALIZACIÓN, RACIONALIZACIÓN Y SOCIALIZACIÓN

El deseo de consistencia o coherencia entre las creencias y las acciones es un fenómeno psicológico bien establecido. Cuando se presentan inconsistencias, las personas tendemos a intentar eliminarlas, ya sea modificando nuestras creencias o nuestro comportamiento. Este es el fenómeno clásico de la disonancia cognitiva estudiado por Festinger (1957). La necesidad de coherencia también puede darse en el plano interpersonal o social. Como hemos visto, en muchas ocasiones la presión social para conformar con las normas sociales puede sentirse de modo intenso, haciendo que las personas adopten opiniones o comportamientos porque los demás lo hacen. Es conocido el experimento de Asch (1951) sobre la presión por coincidir con la opinión del grupo. En su estudio, los individuos tenían una tarea fáctica que consistía en comparar la longitud de un grupo de líneas, y el objetivo era evaluar si los individuos iban a respetar su mejor juicio o si iban a preferir ajustarse a la opinión mayoritaria del grupo aun cuando esta fuera errónea, es decir, cuando esta iba en contra de los hechos. Justamente, que muchos individuos conformaran con la opinión del grupo se toma como evidencia de la influencia normativa de las opiniones mayoritarias de un grupo sobre el individuo.

⁸ Sobre esta distinción, véase Mungiu-Pippidi (2006).

Sobre diversos temas controversiales pueden existir normas sociales o consensos establecidos que no coincidan con la opinión privada que tengan ciertos individuos respecto de esos temas. Esos individuos tendrán que ponderar entre la presión social por transgredir la norma y el costo psicológico o utilidad negativa (*disutility*) por cumplir con una norma que no aprueban. La disonancia puede darse en el plano de la acción o de la opinión, lo que Kuran (1998) ha llamado desutilidad expresiva. La disonancia cognitiva puede surgir a partir de la necesidad de las personas de mantener la coherencia entre las normas sociales que cree vinculantes y sus propias creencias normativas. Por ejemplo, los funcionarios que traten de asimilarse a una institución corrupta podrán experimentar este tipo de disonancia, si la cultura prevalente en la institución entra en conflicto con sus propias creencias normativas. Desde luego, la presión por consistencia será mayor cuanto mayor sea la presión por conformar con ciertos estándares de conducta.

La reducción de la disonancia cognitiva procede a través de lo que Ashforth y Anand (2003) han llamado *normalización*, que consiste en la aceptación paulatina de transgresiones normativas, lo que las torna rutinarias, y se vuelven así la forma normal de hacer las cosas. Este fenómeno comporta un aspecto que se ha llamado “desconexión moral” (*moral disengagement*), que ocurre cuando una persona expuesta de manera frecuente a actos de corrupción se vuelve progresivamente insensible a dichos actos, de forma tal que el comportamiento se vuelve menos reprochable (Bandura 1999; Tenbrunsel & Messik 2004). La normatividad es una de las características que, como señalan Ashforth y Anand, se siguen de la conversión en rutina de la conducta: “practices assume an ought-to patina. Because the practices have been successful and repeatedly enacted, they assume the power of ritual, of the correct way to accomplish desirable goals and ward off failure” (2003 13). Según estos autores, la normalización involucra tres procesos distintos: la racionalización, la institucionalización y la socialización.

De acuerdo con Ashforth y Anand, la *racionalización* consiste en “the process by which individuals who engage in corrupt acts use socially constructed accounts to legitimate the acts in their own eyes” (2003 3). En el contexto de la corrupción, una forma típica de racionalización consiste en la recategorización de la conducta.

Por ejemplo, es común que la solicitud de un soborno no se haga de manera explícita, sino que se recurra a algún tipo de lenguaje indirecto que permita desacativar la connotación inmoral del pedido para así renegociar el tipo de intercambio o modo de transacción (Pinker, Nowak & Lee 2008). Según Kuran (1998), otra manera de reducir la disonancia consiste en extender el alcance de un concepto que regula la conducta para hacerlo más permisivo. Por su parte, es notorio cómo la evidencia anecdótica señala que los individuos que se involucran en actos de corrupción no se consideran a sí mismos corruptos (Zyglidopoulos, Fleming & Rothenberg 2009). La institucionalización se refiere al conjunto estable y continuo de comportamientos de los miembros de una organización y que se realizan de forma habitual “without significant thought about the propriety, utility, or nature of the behavior” (Ashforth & Anand 2003 4); mientras que la socialización hace referencia al rol que cumplen las organizaciones en impartir a los nuevos miembros de la organización “the values, beliefs, norms, skills, and so forth that they will need to fulfill their roles and function effectively within the group context” (Ashforth & Anand 2003 25). Los nuevos miembros internalizan los objetivos de la institución a través de un proceso de transmisión cultural (Hauk & Saez-Marti 2002).

Desde un punto de vista menos organizacional, los medios de comunicación merecen un análisis aparte pues estos constituyen la fuente de información sobre las normas sociales prevalentes en una sociedad respecto de la corrupción. La extensa cobertura que estos suelen realizar de este tipo de casos puede generar en el público la percepción de que la conducta es “normal” y, por lo tanto, más apropiada o legítima (Eriksson, Strimling & Coultas 2014). Como hemos señalado, a pesar de que la percepción de una frecuencia elevada de corrupción puede generar una mayor aceptabilidad, esto no implica necesariamente que por estar expuestas a contenido sobre corrupción las personas se vuelvan más corruptas. Por lo general los medios tienen una visión crítica de la corrupción, por lo que pueden reforzar las normas prescriptivas. Típicamente, entonces, lo que podemos esperar de la cobertura mediática sobre este fenómeno es que genere una discordancia entre las normas descriptivas y las prescriptivas. Si esto es así, lo esperable es que tienda a incrementarse el nivel de disonancia cognitiva. Una forma en la que las personas pueden disminuir la disonan-

cia es por medio de la exposición selectiva a información (Cotton & Hieser 1980). En muchas ocasiones confirmar el propio punto de vista, evitando la exposición a evidencia contradictoria, está ligado a formas de razonamiento motivado (Kunda 1990), en las cuales la búsqueda de información confirmatoria está motivada por la necesidad de justificar ciertas conclusiones.

En estudios de laboratorio también se ha encontrado evidencia robusta de este fenómeno, en el que las personas prefieren deliberadamente no conocer cierta información porque ello les otorga una ventaja estratégica (Pittarello et ál. 2016). Las estrategias de evitación libran a quien ha infringido una norma de tener que enfrentarse con las consecuencias de sus acciones (Golman, Hagmann & Loewenstein 2017). Otros trabajos han encontrado este tipo de preferencias en juegos económicos de laboratorio como el juego del dictador (Dana, Weber & Kuang 2007).¹⁰

3.3 NARRATIVAS

Además de estrategias de evitación, otros recursos de que disponen los corruptos para justificar sus acciones consisten en la ideación de “narraciones” que neutralizan la percepción de las consecuencias negativas de la corrupción y, por ende, la vuelven permisible.

3.3.1 NARRATIVAS DE NEUTRALIZACIÓN

Un argumento típico de las ciencias sociales señala que las normas sociales surgen ante la necesidad de regular las externalidades, ya sean positivas o negativas, de las acciones (Coleman 1990). Por ende, es lógico que en todas las sociedades existan

⁸ Para una revisión sobre el fenómeno de la evitación de información, véase Golman, Hagmann & Loewenstein (2017).

normas anticorrupción y que, además, estén codificadas legalmente, ya que la corrupción genera importantes externalidades negativas.

Uno de los mecanismos que utilizan los individuos para neutralizar la presión social por conformar consiste en la racionalización de las conductas ilegítimas. Para lograrlo, las sociedades humanas utilizan narrativas o ideologías de racionalización (tal como las llaman Ashforth & Anand 2003), que tienden a minimizar la percepción de las consecuencias indeseadas de las acciones. Las narrativas son ideaciones que tienen efectos causales sobre la conducta de las personas (Foucault 1966) y tienen por función restarle importancia al daño producido a terceros por medio de excusas pertinentes que justifican la transgresión normativa y que, al mismo tiempo, permiten mantener una imagen positiva de sí mismo. Las formas en las que se logra la justificación de acciones ilegítimas son variadas, pero operan a través de lo que Sykes y Mazda (1957) llamaron estrategias exculpatorias o neutralizadoras. Estos autores distinguen cinco categorías básicas: a) negación de la responsabilidad, b) culpabilización de las víctimas, c) minimización y negación de las externalidades negativas, d) condenación de los objetores, e) apelación a lealtades superiores que justifican el daño a terceros y la transgresión de normas, generalmente en la consecución de un bien superior.¹¹ Las normas sociales tienen una función decisiva en la efectividad de estas estrategias. Las estrategias exculpatorias suelen sustentarse en razonamientos que apelan al comportamiento de los demás: por qué estaría mal aceptar una coima si todos lo hacen (norma descriptiva).

Un ejemplo interesante de narrativas lo constituye la “tesis de la perversidad” de Hirschman (1991). Somers y Block (2005) ejemplifican esta tesis con los discursos de justificación del fundamentalismo de mercado que tuvieron lugar, especialmente, en Inglaterra durante el siglo XIX y en década del noventa en los EE. UU. La idea es que en ciertos momentos históricos de crisis, en los que se necesitaron aplicar políticas de reducción de la ayuda social, se pusieron en marcha discursos, general-

⁸ Para ejemplos y referencias de estos tipos, véase también Bénabou, Tirole & Falk (2018) y Anand, Ashforth & Joshi (2004).

mente sustentados en formas de naturalismo social, que atribuían la condición de la pobreza no a razones estructurales económicas, sino a los propios individuos. Estas narrativas funcionan estigmatizando y deshumanizando a aquellos sobre quienes recaen las externalidades. Desde luego, la función de las narrativas como motivadoras de la conducta consiste en la neutralización de la conciencia acerca de los efectos perniciosos de las normas, y serán más eficaces cuanto mayor sea el grado de difusión y de impermeabilidad a la crítica.

Las instituciones deberían funcionar limitando la difusión de las narrativas negativas. Una forma de combatir la corrupción podría consistir en la difusión de narrativas positivas, en las cuales se enfatice un positivo, ligado a normas y valores cívicos de respeto por la ley que enaltezcan la tarea del funcionariado.

Desde luego, la efectividad de las narrativas dependerá de características de la sociedad en cuestión. Por ejemplo, de acuerdo con un estudio de Sánchez, Gómez y Wated (2008), valores como el colectivismo y el particularismo podrían estar a la base del mayor nivel de incidencia en Latinoamérica de ciertos tipos de corrupción como el soborno, que requieren formas de confianza particularista. Desde esta lógica, aquellas narrativas que se hagan eco de estos valores podrán tener mayor penetración cultural y por ende ser más efectivas a la hora de encontrar elementos justificadores de las prácticas corruptas.

3.3.2 NARRATIVAS DE INSTITUCIONALIZACIÓN

Las instituciones pueden verse como un conjunto de reglas en equilibrio, que dependen para su funcionamiento de la conjunción de las creencias y los incentivos adecuados (Guala 2016). Como se ha señalado en diversas oportunidades desde la sociología organizacional, una vez que una “cultura de la corrupción” se instala es sumamente difícil desarticularla. Los procesos de socialización consisten en la transmisión de los valores y normas de la institución a los “nuevos” (Ashforth & Anand 2003). De acuerdo con un estudio reciente, el aprendizaje social explica la corrupción tanto a nivel de la población en general como de los funcionarios: ambos

grupos reportan una mayor propensión a corromperse cuando perciben que sus pares actúan de manera corrupta (Tavits 2010). La importancia de la percepción acerca de lo que es correcto (o la norma prescriptiva) también ha sido reconocida en el contexto de la evasión impositiva (Wenzel 2005). Una incorrecta percepción como, por ejemplo, la creencia de que los demás aprueban (o no reprueban) la evasión en mayor medida de lo que realmente lo hacen puede explicar la propagación y el mantenimiento de normas perjudiciales (Bicchieri & Fukui 1999; Willer, Kuwabara & Macy 2009).

Venimos insistiendo en la idea de que los individuos forman sus creencias respecto de la corrupción a partir de la información que obtienen de los demás. Dijimos asimismo que las normas descriptivas (lo que hacen los demás) y las creencias normativas (lo que los individuos piensan acerca de lo que se debe hacer) influyen sobre la decisión de corromperse. La imagen del *homo socialis* que surge a partir de la literatura de normas sociales (Gintis & Helbing 2015) refleja la idea de que los individuos no son completamente racionales, pero tampoco completamente irracionales o impredecibles. En buena medida, utilizan el comportamiento de los demás para inferir lo que deben hacer en cada situación. En muchos tipos de situación social, sin embargo, la información es parcial y fragmentaria, y resulta difícil que puedan construir una visión coherente del grupo social o institución de la que forman parte en un momento histórico determinado. Es posible, por ende, que los individuos basen sus decisiones en códigos de conducta, en valores y en el conocimiento histórico que tengan de los otros actores. Desde luego, la cultura normativa de una institución no puede verse como una foto, sino que es dependiente de su trayectoria (*path-dependent*), esto es, se trata del resultado de las decisiones tomadas por los actores a lo largo de la historia de la institución. De allí que se pueda afirmar de una cierta cultura política inherente a una institución que es inescindible de la opinión y el debate públicos. El conocimiento privado que adquiere un individuo acerca de las creencias, actitudes y valores de los otros en un contexto institucional dependerá fuertemente de la cultura política imperante que puede funcionar obturando o distorsionando la expresión de las verdaderas preferencias de los individuos. Sobre la relación micro-macro que se da entre las opiniones privadas y el discurso público,

es importante traer a colación el concepto de *falsificación de preferencias* de Kuran (1990), porque permite la articulación entre estos dos niveles. Si el discurso público se ve distorsionado porque los individuos tergiversan sus preferencias, es decir, no expresan sus verdaderas opiniones, entonces el agregado de las opiniones a las que cada uno como individuo tiene acceso termina transformando asimismo el conocimiento privado que tenga el individuo. Esta dinámica puede reforzar y cristalizar una situación en la cual exista una completa discordancia entre el discurso público y el privado, lo que se conoce como *ignorancia pluralista* (véase apartado 3.4).

Desde luego, esta visión sería demasiado parcial, ya que lejos de ser autómatas culturales que siguen ciegamente los dictados culturales (Boudon 2006), los individuos pueden tener una actitud más activa en la conformación, no solo de sus propias creencias (mediante, por ejemplo, la exposición selectiva a la información), sino también de las creencias colectivas. Rothstein (2000) ha utilizado el concepto de *memoria colectiva* para explicar cómo es posible que se produzcan cambios sociales; este enfoque tiene la ventaja de considerar la creación de normas como un proceso estratégico. En este sentido, los actores que forman parte del proceso no son simples receptores pasivos de la cultura política de la institución, sino que contribuyen activamente a crearla, mantenerla o cambiarla. Rothstein critica la visión funcionalista de los usos del pasado, de acuerdo con la cual la creación de normas o ideas tendría la función de satisfacer una necesidad social previa. Por el contrario, la literatura sobre memoria colectiva enfatiza el hecho de que los actores reinterpretan la historia institucional de acuerdo a sus propios intereses y objetivos políticos.

La hipótesis de Rothstein (2000) consiste en que para que se produzca un cambio social, es decir, para pasar de un equilibrio malo a uno virtuoso, es necesario que se produzca un cambio en la memoria colectiva respecto de tres cuestiones: 1) nuestra propia identidad, 2) la identidad de los demás, y 3) acerca de qué esperamos de los demás si decidimos confiar en ellos. Para que se produzca un cambio de equilibrio en una norma impopular es decisivo que se cuestione el *statu quo*. Complementando el análisis de Rothstein se puede decir que la memoria colectiva trabaja sobre la capacidad del individuo de reconocer como legítima una determinada idea o norma. En el modelo de normas sociales de Bicchieri, el lugar que le asignaríamos

es el de la modificación de la cláusula de contingencia. Precisamente, es la contingencia de una norma (reconocer que en un momento una norma puede ser válida pero puede dejar de serlo en un momento posterior, o viceversa) lo que permite que se produzcan cambios sociales. Por ejemplo, en un contexto de completa impunidad, es probable que la memoria colectiva cristalice en la idea de que la corrupción es la norma, y por lo tanto el equilibrio que se alcance sea difícil de dismantelar. El cambio social, en este marco teórico, se explica a través de la modificación de las creencias que los actores tienen sobre los otros.

3.4 IGNORANCIA PLURALISTA

La ignorancia pluralista describe una situación en la que un individuo rechaza personalmente una norma social, pero cree incorrectamente que los demás miembros del grupo al que pertenece la aprueban (Prentice 2007). En otras palabras, este fenómeno, muy estudiado en la psicología social, explica de qué forma el comportamiento público observable puede ser homogéneo, mientras que en realidad los individuos difieren en sus actitudes o creencias privadas respecto de cierta norma. El estudio clásico de Prentice y Miller (1993) muestra que en privado los estudiantes no comparten una norma permisiva de consumo excesivo de alcohol pero, sin embargo, tienden a inferir, basados en la observación de los patrones de consumo de sus pares, que los otros estudiantes sí aprueban dicha norma. De la observación de los hábitos, los estudiantes pueden inferir que tal conducta es una norma en el campus, lo que puede generar una presión para conformar con dicho comportamiento.

Otros estudios clásicos realizados durante las décadas de 1960 y 1970 en los Estados Unidos (O'Gorman 1975) descubrieron que la mayoría de los blancos no apoyaba la segregación racial pero, sin embargo, creía que aproximadamente el 50 % de los blancos sí lo hacía, y quienes sobreestimaban el apoyo a la segregación estaban más dispuestos a apoyar normas segregacionistas raciales. La ignorancia pluralista ejemplifica el hecho de que actuar de acuerdo con una percepción errónea acerca de la aprobación que recibe una norma puede colaborar en la cristalización de normas impopulares.

En suma, existe evidencia de que los individuos subestiman el grado de similitud que guardan con los demás, lo que puede ser resultado de que cuentan con información parcial respecto de las acciones u opiniones de los demás. La norma social percibida puede ejercer una presión para conformar los actos propios a ella, y el comportamiento resultante puede ser atribuido erróneamente a que el comportamiento es aprobado, y no a la presión social resultante.

En el caso de actos que involucran ilícitos, como la corrupción, esta incertidumbre es aún más pronunciada, ya que difícilmente se pueden observar actos de corrupción. Los individuos tienen una tendencia a creer que son, en general, menos corruptos que los demás. En estudios experimentales de corrupción, los participantes suelen sobreestimar la corruptibilidad de los otros (Senci et ál. 2019). El riesgo que comporta una percepción errónea de la norma social es que las personas desestimen sus propias preferencias e, influenciados por lo que creen que es lo normal, decidan conformar con una norma que personalmente rechazan. Llegado el caso, podría suceder que los individuos internalicen la norma. En estas situaciones, la corrupción puede transformarse en un equilibrio indeseado por la mayoría, pero sostenido por la interconexión de las creencias individuales y la percepción errónea de las creencias mayoritarias. El conocimiento que se puede obtener es siempre parcial y fragmentario, y está mediado por otras fuentes, distintas de los actores mismos. Desde luego, todos pueden tener, en mayor o menor medida, un conocimiento directo de algunos actos de corrupción. Pero lo cierto es que los individuos estiman la frecuencia de un cierto tipo de comportamiento basados en indicadores observables (como puede ser el consumo de alcohol en el ejemplo precedente o las opiniones raciales).

La observabilidad, sin embargo, es mucho más difícil en el caso de la corrupción, respecto de la cual posiblemente sean los medios de comunicación los que provean mayor información. Si bien la ignorancia pluralista surge en contextos en los que se observan las conductas de los demás, en el caso de la corrupción pareciera que dicha observabilidad es reemplazada por fuentes indirectas como los medios masivos de comunicación. Estos pueden ejercer una tarea importante para corregir la percepción errónea respecto de un comportamiento. Por ejemplo, la información gubernamental acerca de los niveles reales de cumplimiento de normas relativas al

pago de impuestos puede incrementar la conformidad corrigiendo la percepción errónea (Wenzel 2005). Sin embargo, estas intervenciones deben ser utilizadas con cuidado cada vez que pueda existir una discrepancia entre la norma descriptiva y la prescriptiva. Mientras que un incremento en el debate público sobre la corrupción puede incrementar la prominencia de la norma, al mismo tiempo, la presencia de información en los medios que resalte el hecho de que dicha norma es transgredida constantemente pone en conflicto la información descriptiva y la prescriptiva pudiendo dar lugar a un efecto del tipo “¿Qué más da?” (¿por qué habría de pagar mis impuestos si nadie los paga?).¹² Cuando esto sucede, es factible que aumente la ambigüedad normativa, lo que genera comportamientos autointeresados (Shalvi et ál. 2015). En suma, si las normas actúan como motivadoras de la conducta, el hecho de que las personas perciban erróneamente que los demás aprueban determinada conducta (y por ende perciban de modo erróneo la norma prescriptiva) puede hacer que modifiquen sus actitudes respecto de tal comportamiento.

4. CONCLUSIÓN

Permítasenos juntar brevemente las piezas del argumento que hemos desarrollado. En este trabajo nos propusimos mostrar de qué forma puede organizarse una buena parte de la literatura sobre normas sociales y corrupción atendiendo a la noción de *mecanismo social*. En primer lugar, llamamos la atención sobre un aspecto poco mencionado en la caracterización de las normas que propuso Coleman, quien parece sugerir que la transición de lo macro a lo micro se da con un nivel macro objetivo (común a muchos) y, por lo tanto, no presta suficiente atención al hecho de que dicha transición puede estar mediada en muchos casos por la percepción que los individuos tienen de la norma, es decir, su creencia sobre las creencias que tienen los demás. La percepción, por ende, nunca es objetiva, sino que varía de una persona

¹² Para una discusión sobre este efecto, véase Ariely (2012).

a otra. Particularmente, la aprobación social que tenga una norma (lo que hemos llamado la percepción de legitimidad de la norma) dependerá de mecanismos intrínsecamente ligados a las normas sociales.

Pasamos revista a una serie de mecanismos psicosociales por medio de los cuales puede explicarse la emergencia de la corrupción y su persistencia. En particular, nos enfocamos en aquellos mecanismos que actúan neutralizando las demandas normativas (i. e., normas, valores o principios que podrían funcionar como disuasorios) proveyendo a los corruptos de excusas o racionalizaciones. Para lograr objetivos concretos en la lucha contra la corrupción, resulta indispensable entender qué aspectos (individuales o sociales) contribuyen en su desarrollo, en particular comprender la interacción entre los niveles macro y micro. Precisamente, las estrategias de lucha anticorrupción tienen que poder distinguir los diferentes niveles sobre los cuales se interviene desde las políticas públicas. Dichas estrategias pueden ser muy diferentes teniendo en cuenta el tipo de mecanismo que se crea responsable en cada caso. Para los psicólogos sociales la distinción entre normas y normas subjetivas (percibidas) es vital, porque las estrategias para lograr cambios significativos en la conducta de las personas para erradicar normas sociales destructivas (machismo, infibulación, corrupción, por ejemplo) trabajan sobre la percepción individual de la norma. Como sabemos, es más fácil modificar normas sociales que actitudes personales, ya que las primeras dependen de la percepción que tenemos acerca de lo que los demás hacen, mientras que las actitudes son más estables. Por ejemplo, resulta más sencillo brindarle información a un vecino acerca de que la mayoría de las personas en un vecindario paga sus impuestos, que convencer con argumentos normativos a cada uno de los individuos de la obligatoriedad moral de pagar impuestos.

Es evidente que ambos niveles, el individual y el social, interactúan en el desarrollo de la corrupción y, por ende, las iniciativas institucionales que ataquen ambos niveles al unísono tendrán más chances de resultar exitosas. En este trabajo nos hemos centrado particularmente en la transición de lo macro a lo micro, ya que resulta indispensable entender a través de qué mecanismos una intervención a nivel macro influye sobre el comportamiento individual.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente los comentarios de un revisor que permitieron mejorar notablemente el artículo.

TRABAJOS CITADOS

- Abbink, Klaus et ál. “The Effect of Social Norms on Bribe Offers”. *The Journal of Law, Economics & Organization* 34.3 (2018): 457-474. <<https://doi.org/10.1093/jleo/ewy015>>
- Aidt, Toke S. “Economic Analysis of Corruption: a Survey”. *The Economic Journal* 113 (2003): 632-652. <<https://doi.org/10.1046/j.0013-0133.2003.00171.x>>
- Alm James, Bloomquist Kim M. y Michel McKee. “When You Know your Neighbors Pays Taxes: Information, Peer Effects and Tax Compliance”. *Fiscal Studies* 38.4 (2017): 587-613. <<https://doi.org/10.1111/1475-5890.12111>>
- Ashforth, B. E. y Anand, V. “The Normalization of Corruption in Organizations”. *Research in Organizational Behavior* 25 (2003): 1-52. <[https://doi.org/10.1016/s0191-3085\(03\)25001-2](https://doi.org/10.1016/s0191-3085(03)25001-2)>
- Anand, V., Ashforth, B. E. y M. Joshi. “Business as Usual: The Acceptance and Perpetuation of Corruption in Organizations”. *Academy of Management Executive* 18 (2004): 39-53. <<https://doi.org/10.5465/ame.2005.19417904>>
- Anders, G. y M. Nuijten. “Corruption and the Secret of Law: An Introduction”. *Corruption and the Secret of Law: A Legal Anthropological Perspective*. Eds. M. Nuijten y G. Anders. Hampshire (UK): Ashgate Publishing Company, 2017.
- Andrighetto, Giulia, Grieco, Daniela y Luca Tummolini. “Perceived Legitimacy of Normative Expectations Motivates Compliance with Social Norms when Nobody is Watching”. *Front. Psychol.* 6 (2015): 1413. <<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01413>>
- Andvig, Jens. “Corruption and Fast Change”. *World Development* 34.2 (2006): 328-340. <<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.03.007>>

- Andvig, Jens y Karl Over Moene. "How Corruption May Corrupt". *Journal of Economic Behavior & Organization* 13.1 (1990): 63-76. <[https://doi.org/10.1016/0167-2681\(90\)90053-G](https://doi.org/10.1016/0167-2681(90)90053-G)>
- Arellano Gault, David. "Corruption as an Organizational Process: Understanding the Logic of the Denormalization of Corruption". *Contaduría y Administración* 62.3 (2017): 827-842. <<https://doi.org/10.1016/j.cya.2016.01.008>>
- Ariely, D. *The (Honest) Truth about Dishonesty: How We Lie to Everyone - Especially Ourselves*. London: Harper Collins, 2012.
- Asch, S. E. "Effects of Group Pressure upon the Modification and Distortion of Judgments". *Groups, Leadership, and Men*. Ed. H. Guetzkow. Oxford, England: Carnegie Press, 1951. 177-190.
- Ashforth, Blake y Vikas Anand. "The Normalization of Corruption in Organizations". *Research in Organizational Behavior* 25 (2003): 1-25. <[https://doi.org/10.1016/s0191-3085\(03\)25001-2](https://doi.org/10.1016/s0191-3085(03)25001-2)>
- Bandura, Albert. "Moral Disengagement in the Perpetration of Inhumanities". *Personality and Social Psychology Review* 3.3 (1999): 193-209. <https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0303_3>
- Banfield, E. C. *The Moral Basis of a Backward Society*. Glencoe, IL: The Free Press, 1958.
- Bénabou, Roland, Tirole, Jean y Armin Falk. "Narratives, Imperatives and Moral Reasoning". *IZA Discussion Paper Series* 11665 (2018). <<http://ftp.iza.org/dp11665.pdf>>
- Bicchieri, Cristina. "Norms of Cooperation". *Ethics* 100.4 (1990): 838-861. <<https://doi.org/10.1086/293237>>
- _____. *The Grammar of Society: The Nature and Dynamics of Social Norms*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. <<https://doi.org/10.1017/cbo9780511616037>>
- _____. "The Fragility of Fairness: an Experimental Investigation on the Conditional Status of Pro-social Norms". *Philosophical Issues* 18.1 (2008): 229-248. <<https://doi.org/10.1111/j.1533-6077.2008.00146.x>>

- _____. *Norms in the Wild: How to Diagnose, Measure, and Change Norms*. Oxford: Oxford University Press, 2016. <<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190622046.001.0001>>
- Bicchieri, Cristina y Deshani Ganegoda. "Determinants of Corruption: A Socio Psychological Analysis". *Thinking about Bribery: Neuroscience, Moral Cognition and the Psychology of Bribery*. Eds. Philip M. Nichols y Diana C. Robertson. New York: Cambridge University Press, 2017. <<https://doi.org/10.1017/9781316450765.008>>
- Bicchieri, Cristina y Erte Xiao. "Do the Right Thing: But Only if Others Do So". *Journal of Behavioral Decision Making* 22.2 (2009): 191-208.
- Bicchieri, Cristina y Peter McNally. "Shrieking Sirens. Schemata, Scripts, and Social Norms: How Change Occurs". *Philosophy, Politics and Economics* 0005.1 (2016): 1-58.
- Bicchieri, C. y R. Muldoon. "Social Norms". *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2014. Ed. Edward N. Zalta. <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/social-norms>>
- Bicchieri, Cristina y Yoshitaka Fukui. "The Great Illusion: Ignorance, Informational Cascades and the Persistence of Unpopular Norms". *Business Ethics Quarterly* 9.1 (1999): 127-155. <<https://doi.org/10.2307/3857639>>
- Boudon, Raymond. "Homo Sociologicus: Neither a Rational nor an Irrational Idiot". *Papers Revista de Sociología* 80 (2006): 149-169. <<https://doi.org/10.5565/rev/papers/v80n0.1773>>
- Chibnall, Steven y Peter Saunders. "Worlds Apart: Notes on the Social Reality of Corruption". *The British Journal of Sociology* 28.2 (1977): 138-154. <<https://doi.org/10.2307/590207>>
- Chudek, M. y J. Henrich. "Culture-gene Coevolution, Norm-psychology and the Emergence of Human Prosociality". *Trends in Cognitive Science* 15.5 (2011): 218-226. <<https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.03.003>>
- Chung, Adrienne y Rajiv N. Rimal. "Social Norms: A Review". *Review of Communication Research* 4 (2016): 1-28. <<https://doi.org/10.12840/issn.2255-4165.2016.04.01.008>>

- Cialdini, R.B., Reno, R.R., y Kallgren C.A. "A Focus Theory of Normative CONDUCT: Recycling the Concept of Norms to Reduce Littering in Public Places". *Journal of Personality and Social Psychology* 58 (1990): 1015–1026. <<https://doi.org/10.1037/0022-3514.58.6.1015>>
- Cialdini, R. B. y N. J. Goldstein. "Social influence: Compliance and Conformity". *Annual Review of Psychology* 55 (2004): 591-621. <<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.142015>>
- Cialdini, Robert et ál. "Managing Social Norms for Persuasive Impact". *Social Influence* 1.1 (2006): 3-15. <<https://doi.org/10.1080/15534510500181459>>
- Coleman, James. "Social Theory, Social Research, and a Theory of Action". *American Journal of Sociology* 91 (1986): 1309-1335.
- _____. *Foundations of Social Theory*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1990.
- Cotton, John. L. y Rex A. Hieser. "Selective Exposure to Information and Cognitive Dissonance". *Journal of Research in Personality* 14.4 (1980): 518-527. <[https://doi.org/10.1016/0092-6566\(80\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0092-6566(80)90009-4)>
- Dana, Jason, Weber, Roberto A. y Jason Kuang. "Exploiting Moral Wiggle Room: Experiments Demonstrating an Illusory Preference for Fairness". *Economic Theory* 33.1 (2007): 67-80. <<https://doi.org/10.1007/s00199-006-0153-z>>
- Della Porta, D. y A. Vanucci. *Corrupt Exchanges: Actors, Resources, and Mechanisms of Political Corruption*. New Jersey: Transaction Publishers, 1999.
- Dong, Bing. Dulleck, Uwe y Benno Torgler. "Conditional Corruption". *Journal of Economic Psychology* 33.3 (2012): 609-627. <<https://doi.org/10.1016/j.joep.2011.12.001>>
- Elster, Jon. *Tuercas y tornillos. Una introducción a los conceptos básicos de las ciencias sociales*. Barcelona: Gedisa, 1996.
- _____. "Norms". *The Oxford Handbook of Analytical Sociology*. Eds. Peter Hedström y Peter Bearman. New York: Oxford University Press, 2009. 195-217.
- _____. *La explicación del comportamiento social. Más tuercas y tornillos para las ciencias sociales*. Barcelona: Gedisa, 2010.

- Eriksson, Kimmo, Strimling, Pontus y Julie. C. Coultas. “Bidirectional Associations between Descriptive and Injunctive Norms”. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 129 (2014): 59-69. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.obhdp.2014.09.011>>
- Fehr, Ernst y Urs Fischbacher. “Social Norms and Human Cooperation”. *Trends in Cognitive Sciences* 8.4 (2004): 185-190. <<https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.007>>
- Fehr, Ernst, Fischbacher, Urs y Simon Gächter. “Strong Reciprocity, Human Cooperation, and the Enforcement of Social Norms”. *Human Nature* 13.1 (2002): 1-25. <<https://doi.org/10.1007/s12110-002-1012-7>>
- Festinger, L. *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford: Stanford University Press, 1957.
- Fisman, Raymond y Edward Miguel. “Corruption, Norms, and Legal Enforcement: Evidence from Diplomatic Parking Tickets”. *Journal of Political Economy* 115.6 (2007): 1020-1048. <<https://doi.org/10.1086/527495>>
- Foucault, M. *Les Mots et les Choses (une archéologie des sciences humaines)*. Paris: Gallimard, 1966.
- Gächter, Simon y Jonathan Schulz. “Intrinsic Honesty and the Prevalence of Rule Violations across Societies”. *Nature* 531.7595 (2016): 496-499. <<https://doi.org/10.1038/nature17160>>
- Gerber, Alan S. y Todd Rogers. “Descriptive Social Norms and Motivation to Vote: Everybody’s Voting and so should you”. *The Journal of Politics* 71.1 (2009): 178-191. <<https://doi.org/10.1017/s0022381608090117>>
- Gintis, Herbert y Dirk Helbing. “Homo Socialis: An Analytical Core for Sociological Theory”. *Review of Behavioral Economics* 2.1-2 (2015): 1-59. <<https://doi.org/10.1561/105.00000016>>
- Golman, Russell, Hagmann, David y George Loewenstein. “Information Avoidance”. *Journal of Economic Literature* 55.1 (2017): 96-135. <<https://doi.org/10.1257/jel.20151245>>

- Granovetter, Mark. "The Social Construction of Corruption". *On Capitalism*. Eds. Victor Nee y Richard Swedberg. Stanford: Stanford University Press, 2007. 152-172.
- Griffiths, J. "What is Legal Pluralism?" *Journal of Legal Pluralism* 18.24 (1986): 1-55. <<https://doi.org/10.1080/07329113.1986.10756387>>
- Grossman, Zachary y Joël J. van der Weele. "Self-Image and Willful Ignorance in Social Decisions". *Journal of the European Economic Association* 15.1 (2017): 173-217. <<https://doi.org/10.1093/jeea/jvw001>>
- Guala, F. *Understanding Institutions: The Science and Philosophy of Living Together*. Princeton: Princeton University Press, 2016. <<https://doi.org/10.1515/9781400880911>>
- Hauk, E. y M. Saez-Marti. "On the Cultural Transmission of Corruption". *Journal of Economic Theory* 107.2 (2002): 311-335. <<https://doi.org/10.1006/jeth.2001.2956>>
- Hedström, Peter. *Dissecting the Social. On the Principles of Analytical Sociology*. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2005. <<https://doi.org/10.1017/cbo9780511488801>>
- Hirschman, A. O. *The Rhetoric of Reaction: Perversity, Futility, Jeopardy*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991.
- Huntington, S. P. *Political Order in Changing Societies*. New Haven: Yale University Press, 1968.
- Jain, A. K. "Corruption: A Review". *Journal of Economic Surveys* 15.1 (2001): 71-121. <<https://doi.org/10.1111/1467-6419.00133>>
- Jowitt, Ken. "Soviet Neotraditionalism: The Political Corruption of a Leninist Regime". *Soviet Studies* 35.3 (1983): 275-297. <<https://doi.org/10.1080/09668138308411481>>
- Kashima, Yoshihisa et ál. "The Acquisition of Perceived Descriptive Norms as Social Category Learning in Social Networks". *Social Networks* 35 (2013): 711-719. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.socnet.2013.06.002>>
- Kaufmann, D. "Myths and Realities of Governance and Corruption". *Global Competitiveness Report. World Economic Forum* (2005): 81-98.

- Köbis, Nils, Iragorri, Daniel y Christopher Starke. “A Social Psychological View on the Social Norms of Corruption”. *Corruption and Norms - Why Informal Rules Matter*. Eds. I. Kubbe y A. Engelbert. London: Palgrave Macmillan, 2018. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66254-1_3>
- Köbis, Nils et ál. “‘Who Doesn’t?’ — The Impact of Descriptive Norms on Corruption”. *Plos One* 10.6 (2015): e0131830. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131830>>
- Konow, James. “Fair Shares: Accountability and Cognitive Dissonance in Allocation Decisions”. *American Economic Review* 90.4 (2000): 1072-1091. <<https://doi.org/10.1257/aer.90.4.1072>>
- Kubbe, I. y A. Engelbert (eds). “Corruption and Norms”. *Why Informal Rules Matter*. London: Palgrave Macmillan, 2018.
- Kunda, Z. “The Case for Motivated Reasoning”. *Psychological Bulletin* 108.3 (1990): 480-498. <<https://doi.org/10.1037//0033-2909.108.3.480>>
- Kuran, Timur. “Private and Public Preferences”. *Economics and Philosophy* 6.1 (1990): 1-26. <<https://doi.org/10.1017/s026626710000064x>>
- _____. “Social Mechanisms of Dissonance Reduction”. *Social Mechanisms: An Analytical Approach to Social Theory*. Eds. Peter Hedström y Richard Swedberg New York: Cambridge University Press, 1998. 147-171. <<https://doi.org/10.1017/cbo9780511663901.007>>
- Lee, Wang-Sheng y Cahit Guven. “Engaging in Corruption: The Influence of Cultural Values and Contagion Effects at the Micro Level”. *Journal of Economic Psychology* 39 (2013): 287-300. <<https://doi.org/10.1016/j.joep.2013.09.006>>
- Lindström, Björn et ál. “The Role of a ‘Common Is Moral’ Heuristic in the Stability and Change of Moral Norms”. *Journal of Experimental Psychology: General* 147.2 (2018): 228-242. <<https://doi.org/10.1037/xge0000365>>
- Mauro, P. “Corruption and Growth”. *Quarterly Journal of Economics* 110.3 (1995): 681-712. <<https://doi.org/10.2307/2946696>>
- Mungiu-Pippidi, Alina. “Corruption: Diagnosis and Treatment”. *Journal of Democracy* 17.3 (2006): 86-99. <<https://doi.org/10.1353/jod.2006.0050>>

- Noonan, J. T. *Bribes: The Intellectual History of a Moral Idea*. California: University of California Press, 1987.
- Nye, J. S. "Corruption and Political Development: A Cost-Benefit Analysis". *American Political Science Review* 61.2 (1967): 417-427. <<https://doi.org/10.2307/1953254>>
- O’Gorman, Hubert J. "Pluralistic Ignorance and White Estimates of White Support for Racial Segregation". *Public Opinion Quarterly* 39.3 (1975): 313-330. <<https://doi.org/10.1086/268231>>
- Paluck, Elizabeth L. "Reducing Intergroup Prejudice and Conflict Using the Media: A Field Experiment in Rwanda". *Journal of Personality and Social Psychology* 96.3 (2009): 574-587. <<https://doi.org/10.1037/a0011989>>
- Pellegrini, L. R. y Gerlagh. "Corruption’s Effect on Growth and its Transmission Channels". *Kyklos* 57.3 (2004): 429-456. <<https://doi.org/10.1111/j.0023-5962.2004.00261.x>>
- Pinker, Steven, Nowak, Martin A. y James Lee. "The Logic of Indirect Speech". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105.3 (2008): 833-838. <<https://doi.org/10.1073/pnas.0707192105>>
- Pittarello, Andrea et ál. "The Relationship between Attention Allocation and Cheating". *Psychonomic Bulletin and Review* 23.2 (2016): 609-616. <<https://doi.org/10.3758/s13423-015-0935-z>>
- Prentice, Deborah. A. "Pluralistic Ignorance". *Encyclopedia of Social Psychology*. Sage Publishing, 2007. <<https://doi.org/10.4135/9781412956253.n402>>
- Prentice, Deborah. A. y Dale. T. Miller. "Pluralistic Ignorance and Alcohol Use on Campus: Some Consequences of Misperceiving the Social Norm". *Journal of Personality and Social Psychology* 64.2 (1993): 243-256. <<https://doi.org/10.1037//0022-3514.64.2.243>>
- Podobnik, B. et ál. "Influence of Corruption on Economic Growth Rate and Foreign Investment". *The European Physical. Journal B* 63 (2008): 547-550. <<https://doi.org/10.1140/epjb/e2008-00210-2>>

- Rimal, Rajiv. N. y Kevin Real. "How Behaviors are Influenced by Perceived Norms: A Test of the Theory of Normative Social Behavior". *Communication Research* 32.3 (2005): 389-414. <<https://doi.org/10.1177/0093650205275385>>
- Rothstein, B. "Trust, Social Dilemmas and Collective Memories". *Journal of Theoretical Politics* 12.4 (2000): 477-501. <<https://doi.org/10.1177/0951692800012004007>>
- _____. *The Quality of Government: Corruption, Social Trust, and Inequality in International Perspective*. Chicago: Chicago University Press, 2011. <<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226729589.001.0001>>
- Rothstein, B. y M. Tanghammar. "The Mechanisms of Corruption: Cognition vs Interest". *QOG Working Paper Series* 3 (2006). <https://www.qog.pol.gu.se/digitalAssets/1350/1350636_2006_3_rothstein_teghammar.pdf>
- Sánchez, Juan I., Gómez, Carolina y Guillermo Wated. "A Value-Based Framework for Understanding Management Tolerance of Bribery in Latin America". *Journal of Business Ethics* 83 (2008): 341-353. <<https://doi.org/10.1007/s10551-007-9623-x>>
- Schelling, T. C. *Micromotives and Macrobehavior*. New York, WW Norton, 1978.
- Schweitzer, H. "Corruption-its Spread and Decline". *The New Institutional Economics of Corruption*. Eds. Johann Graf Lambsdorff, Taube Markus y Matthias Schramm. London, editorial, 2004. 2-24. <<https://doi.org/10.4324/9780203413920>>
- Senci, Carlos M. et ál. "The Influence of Prescriptive Norms and Negative Externalities on Bribery Decisions in the Lab". *Rationality and Society* 31.3 (2019): 287-312. <<https://doi.org/10.1177/1043463119853893>>
- Serra, Danila. "Empirical Determinants of Corruption: A Sensitivity Analysis". *Public Choice* 126.1 (2006): 225-256. <<https://doi.org/10.1007/s11127-006-0286-4>>
- Shalvi, Shaul et ál. "Self-Serving Justifications Doing Wrong and Feeling Moral". *Current Directions in Psychological Science* 24.2 (2015): 125-130. <<https://doi.org/10.1177/0963721414553264>>

- Shleifer, A. y R. Vishny. "Corruption". *Quarterly Journal of Economics* 108.3 (1993): 599-617. <<https://doi.org/10.2307/2118402>>
- Somers, Margaret y Fred Block. "From Poverty to Perversity: Ideas, Markets, and Institutions over 200 Years of Welfare Debate". *American Sociological Review* 70.2 (2005): 260-287. <<https://doi.org/10.1177/000312240507000204>>
- Sripada, C. S. y S. Stich. "A Framework for the Psychology of Norms". *Evolution and Cognition. The Innate Mind*. Vol. 2. Eds. Peter Carruthers, Stephen Lawrence y Stephen Stich. Routledge: Oxford University Press, 2007. 280-301. <<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195310139.003.0017>>
- Sunstein, Cass R. "Social Norms and Social Roles". *Columbia Law Review* 96.4 (1996): 903-968. <<https://doi.org/10.2307/1123430>>
- Sykes, Gresham M. y David Matza. "Techniques of Neutralization: A Theory of Delinquency". *American Sociological Review* 22.6 (1957): 664-670. <<https://doi.org/10.2307/2089195>>
- Tavits, Margit. "Why Do People Engage in Corruption? The Case of Estonia". *Social Forces* 88.3 (2010): 1257-1279. <<https://doi.org/10.1353/sof.0.0288>>
- Tenbrunsel, Ann E. y David Messick. "Ethical Fading: The Role of Self-Deception in Unethical behavior". *Social Justice Research* 17 (2004): 223. <<https://doi.org/10.1023/B:SORE.0000027411.35832.53>>
- Transparency International. "Corruption Perception Index 2014". <<https://www.transparency.org/ro/en/tiropage/corruption-perceptions-index-2014>>
- Treisman, D. "The Causes of Corruption: A Cross-National Study". *Journal of Public Economics* 76.3 (2000): 399-457. <[https://doi.org/10.1016/s0047-2727\(99\)00092-4](https://doi.org/10.1016/s0047-2727(99)00092-4)>
- Udehn, Lars. "The Changing Face of Methodological Individualism". *Annual Review of Sociology* 28 (2002): 479-507. <<https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.140938>>
- Ullmann-Margalit, Edna. *The Emergence of Norms*. Oxford: Clarendon Press, 1977.
- Varese, Federico. "The Transition to the Market and Corruption in Post-socialist Russia". *Political Studies* 45 (1997): 579-596. <<https://doi:10.1111/1467-9248.00097>>

- Warren, M. E. "What Does Corruption Mean in a Democracy?" *American Journal of Political Science* 48 (2004a): 328-343. <<https://doi.org/10.1111/j.0092-5853.2004.00073.x>>
- _____. "Social Capital and Corruption". *Democracy and Society* 1.1 (2004b): 16-18.
- Wenzel, M. "Misperceptions of Social Norms about Tax Compliance: From Theory to Intervention". *Journal of Economic Psychology* 26.6 (2005): 862-883. <<https://doi.org/10.1016/j.joep.2005.02.002>>
- Willer, Robb, Kuwabara, Ko y Michael W. Macy. "The False Enforcement of Unpopular Norms". *American Journal of Sociology* 115 (2009): 451-490. <<https://doi.org/10.1086/599250>>
- Wouda, Jeroen et ál. "The Collaborative Roots of Corruption? A Replication of Weisel & Shalvi '2015' ". *Collabra: Psychology* 3.1 (2017): 27. <<http://doi.org/10.1525/collabra.97>>
- Zaloznaya, Marina. "The Social Psychology of Corruption: Why It Does Not Exist and Why It Should". *Sociology Compass* 8 (2014): 187-202. <<https://doi.org/10.1111/soc4.12120>>
- Zyglidopoulos, Stelios C., Fleming, Peter J., y Sandra Rothenberg. "Rationalization, Overcompensation and the Escalation of Corruption in Organizations". *Journal of Business Ethics* 84.S1 (2009): 65-73. <<https://doi.org/10.1007/s10551-008-9685-4>>

ARTÍCULO DE DISCUSIÓN:

YOU ARE NOT A SELECTIVE REALIST-DIALETHEIST*

NO ERES UN REALISTA SELECTIVO DIALETHEÍSTA

LUIS ESTRADA-GONZÁLEZ¹

Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM

Ciudad de México, México

loisayaxsegrob@gmail.com

ABSTRACT

In her (2019), Martínez-Ordaz puts forward an argument whose conclusion pretends to be a dilemma for selective realists: either selective realists cannot rule true contradictions out or the usual characterization of selective realism is incomplete. Then she argues that one should take the second horn and complete such a characterization with some logical constraints. In this note, I will defend that her argument for the dilemma is flawed at several steps and, moreover, that the dilemma is not dangerous and that her proposed completion of selective realism is not needed.

Keywords: selective realism; (true) contradiction; pessimistic meta-induction; unlikelihood of true contradictions.

* Este artículo de discusión se debe citar: Estrada-González, Luis. "You Are Not a Selective Realist-Dialetheist". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 19.39 (2019): 263-268*P. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v19i39.2748>

¹ El presente texto es un comentario al artículo de Martínez-Ordaz (2019) publicado en la RCFC: <https://doi.org/10.18270/rcfc.v19i38.2411>

RESUMEN

En “Are you a selective realist dialetheist without knowing it?”, Martínez Ordaz ofrece un argumento cuya conclusión, se supone, es un dilema para los realistas selectivos: o bien no pueden descartar las contradicciones verdaderas o bien la caracterización usual del realismo selectivo es incompleta. Ella argumenta que uno debería preferir la segunda alternativa y completar la caracterización del realismo selectivo con algunos constreñimientos lógicos. En esta nota defiendo que su argumento para el dilema está equivocado en varios pasos y que, además, el dilema no es peligroso y que la propuesta de Martínez Ordaz para completar la caracterización del realismo selectivo no es necesaria.

Keywords: realismo selectivo; contradicción (verdadera); metainducción pesimista; improbabilidad de contradicciones verdaderas.

In her (2019), Martínez-Ordaz puts forward an argument whose conclusion pretends to be a dilemma for selective realists:

1. The Pessimistic Meta-Induction methodology (henceforth, PMI methodology) is usually understood as the possibility of testing philosophical theses against the history (of science or of philosophy, etc.).
2. The standard characterization of selective realism includes the non-miracles argument motivation, the selectivity character, the PMI-motivations regarding both truth and falsehood, as well as the use of a methodology inspired by the PMI.
3. Because of their PMI motivation and methodology, as per 1 and 2, selective realists gave up the possibility of saying anything definitive about falsehoods. So they have prevented PMI-type of counterexamples about falsities in science.
4. It seems that selective realists might not be allowed to forbid dialetheias to be linked to the partial truth. In general terms, by 3, the selective

realist cannot prohibit a priori anything in science. Thus they cannot say that specific statements, such as contradictions, are necessarily false.

5. If selective realists cannot reject the possible (partial) truth of a statement, they must accept the possibility of its (partial) truth.
6. But philosophers tend to agree on contradictions being at least not true, and so it seems counterintuitive that selective realists should allow for dialetheias in the realist realm. Also, even dialetheists do not seem to demand that contradictions, if true, are the link between the scientific theories and the partial truth. In particular, they do not argue in favor of dialetheias to be preserved under theory change, either.

D. Therefore, either minimalist selective realism cannot explain why and how to forbid dialetheias in science, or the general characterization of selective realism is mistaken because it leaves room for possibilities that no selective realist would ever endorse.

Actually, Martínez-Ordaz seems to favor the second horn of the dilemma, suggesting that realist dialetheists also need to endorse “certain logical constraints that allow us to explain the success of science in the most metaphysically simple way available” because, furthermore, “maybe all scientific realists do so and (...) that fact should be incorporated to the general characterization of selective realism.” (Martínez-Ordaz 2019 114)

But her argument for the dilemma is flawed in several respects. First of all, the Pessimistic Meta-Induction does not have the required scope. The argument “A selective realist holds the PMI. Thus, they cannot say that specific statements, such as contradictions, are necessarily false.” is a non-sequitur and 3 and 4 in the argument above turn out to be overstatements. At most, the PMI shows that whatever one thinks at a certain moment of a given contingent truth or falsehood, might be wrong. The argument does not cover limit cases of truths or falsehoods, like the necessary truths and falsehoods of logic or mathematics. That is why I say that ‘the selective realist cannot prohibit a priori anything in science’ is an overstatement: what one gets from the PMI methodology is at most that a selective realist cannot rule out a priori any *contingent* statement in science.

Something beyond the PMI is needed to start making a case for the contrary, and thus to start making a case for selective realism-dialetheism, especially of an unconscious kind. The PMI can be strengthened with general fallibilist arguments that also extend to the realm of logic and mathematics; for example, Quinean revisability arguments (see Quine 1951/1971) and their more recent incarnations in anti-exceptionalism about logic (see for example Hjortland 2017). Nonetheless, these arguments typically depend on the continuity between the empirical and the formal sciences. A sort of pessimistic meta-induction in logic not assuming the continuity between the empirical and the formal sciences is discussed in Mortensen (1989) and Estrada-González (2015). The problem is that without continuity or any good story on how fallibilism in the formal might directly affect the empirical, it is difficult to use those arguments for Martínez-Ordaz's purposes.

Let me illustrate how even granting the truth of dialetheism is not enough for the kind of conclusion Martínez-Ordaz wants to draw. The most elaborated realist dialetheist view to date is very explicit on its scope (cf. Priest 2006: Ch. 8): true contradictions or dialetheias are very unlikely and they occur only in few places. Evidence for their unlikeness abound, but a principled argument would go as follows: "If dialetheias are common, quasi-valid arguments² are wrong quite frequently. But it is not the case that quasi-valid arguments are wrong quite frequently. Hence, dialetheias are not common." Also, for the dialetheist there are true contradictions, but they are found only in some special circumstances. There are true contradictions at the conceptual level (like the Liar sentence, the claim of the existence of a Russell set, etc.) and some of an empirical nature (like sentences about the instant of change, for example), but not beyond those few cases.

Finally, in the light of all the above, the dilemma presented by Martínez-Ordaz is far from devastating for the selective realist. Let us grant that the selective realist cannot "forbid" dialetheias in science, whether for PMI or for general fallibilist

¹ For Priest, a *quasi-valid* argument is an implication-free argument valid according to classical logic but invalid in the dialetheic theory. For example, Disjunctive Syllogism: A or B , not A ; therefore

reasons. The important thing here is that they do not need to do that. Martínez-Ordaz thinks that the selective realist must explain why no selective realist ever have endorsed the possibility of dialetheias. But now it should be clear why it has been so: true contradictions are very rare, and in the empirical realm are even rarer and are well-located, and they have produced no change in our best empirical theories. Without any good arguments for the contrary, their likelihood is negligible.

Martínez-Ordaz might be right in that the selective realist needs general constraints that allow them to explain, in the most metaphysically simple way available, the success of science –and that maybe all scientific realists need to incorporate such general constraints. But I do not see why they should be logical (of the kind, “all contradictions are false”, for example) nor why it should be explicitly added to the characterization of selective realism. They are rather of a methodological kind concerning rational acceptance and rational rejection, and these seem not peculiar to selective realism, but common to virtually any theoretical enterprise.

Therefore, even if it is possible that you are a selective-realist dialetheist, just as much it is possible that you are a frog, I would save words and say plainly that you are not such a selective realist, just as I would save some words and plainly say that you are not a frog, instead of saying that to the best of our current knowledge et cetera, et cetera, you are not a frog.

ACKNOWLEDGMENTS

The writing of this piece was supported by the PAPIIT project IN403719 “Intentionality all the way down: a new plan for logical relevance”.

REFERENCES

- Estrada-González, Luis: “Fifty (More or Less) Shades of Logical Consequence”. The Logica Yearbook 2014. Ed. Pavel Arazim, Michal Dančák. London: College Publications, 2015.
- Hjortland, Ole T. “Anti-Exceptionalism about Logic”. *Philosophical Studies* 174.3 (2017): 631-658.
- Martínez-Ordaz, María. “Are you a Selective-Realist Dialetheist Without Knowing It?”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* 19.38 (2019): 91-117. <<https://doi.org/10.18270/rcfc.v19i38.2411>>
- Mortensen, Chris. “Anything is Possible”. *Erkenntnis* 30.3 (1989): 319-337.
- Priest, Graham. In *Contradiction*. Second Edition, Oxford: Oxford Clarendon Press, 2006. Chapter 8.
- Quine, Willard van Orman. “Two Dogmas of Empiricism”. *The Philosophical Review* 60 (1951/1961): 20-43. Revised version in *From a Logical Point of View*, second edition, Harvard: Harvard University Press, 1961.

INDICACIONES PARA LOS AUTORES

La *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* es una publicación académica dedicada a la filosofía de la ciencia y a sus campos afines (lógica, epistemología, ciencias cognitivas, filosofía de la tecnología, filosofía del lenguaje) y, en general, a los temas y problemas que ponen en diálogo a las ciencias con la filosofía. En ocasiones se editan números monográficos sobre autores o temas puntuales. La revista recibe contribuciones en forma de artículos originales y reseñas de libros en español, portugués, francés e inglés. Todas las colaboraciones serán evaluadas por un árbitro de manera anónima y el autor recibirá una respuesta en un lapso no mayor a 90 días. Se entiende que los autores autorizan a la revista la publicación de los textos aceptados en formato impreso y digital.

Todas las contribuciones han de ser enviadas en formato doc, docx, o rtf por correo electrónico a la dirección revistafilosofiaciencia@unbosque.edu.co, y han de cumplir con las siguientes condiciones:

ARTÍCULOS

- El texto ha de ser original e inédito y no se ha de encontrar en proceso de evaluación para su publicación por ninguna otra revista académica.
- Se ha de enviar el artículo en un archivo, en versión anónima y cuidando que las notas a pie de página, agradecimientos o referencias internas en el texto no revelen la identidad de su autor. En un archivo aparte se ha de enviar el título del artículo, el nombre del autor, su afiliación institucional y sus datos de contacto (dirección de correspondencia, correo electrónico y teléfono).
- El artículo debe venir precedido de un resumen en su idioma original que no exceda las 100 palabras, y 5 palabras clave. Se han de incluir también las traducciones al inglés del título del artículo, el resumen y las palabras clave.

- La lista de trabajos citados ha de estar al final del artículo y ha de cumplir con el sistema MLA de la citación para el área de filosofía (<http://www.mla.org/style>).
- Las referencias bibliográficas han de incorporarse al texto y no en las notas al pie de página (las notas a pie de página han de restringirse así a aquellas que contengan información sustantiva), de la siguiente manera: (Autor, página). En caso de que haya más de una obra del autor en la bibliografía, se ha de agregar el año de la obra: (Autor, año, página).
- Las citas textuales de más de cinco líneas han de ubicarse en párrafo aparte con sangría de 0,5 cms. a margen derecho e izquierdo, y no han de estar entrecomilladas. Las citas de extensión menor no requieren párrafo aparte y han de venir entrecomilladas.
- La extensión máxima de los artículos es de 15.000 palabras.

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

- Se recibirán únicamente reseñas sobre libros publicados recientemente (cuya fecha de publicación no exceda los últimos dos años).
- Las reseñas han de cumplir con las mismas condiciones para la citación, notas al pie y referencias bibliográficas ya especificadas para los artículos.
- La extensión máxima de las reseñas es 2.500 palabras.
- Los autores de artículos y reseñas que sean publicados en la revista recibirán dos ejemplares de la misma.

DERECHOS DE AUTOR
INFORMACIÓN PARA OBTENER Y REPRODUCIR
DOCUMENTOS PUBLICADOS

Al postular un artículo para su posible publicación, los autores conceden implícitamente su autorización a la Revista para publicarlo. La publicación del artículo en la Revista supone que los derechos de autor patrimoniales pasan a ser propiedad de la institución editora de la Revista, la Universidad El Bosque. La Revista ha definido un formato de cesión de derechos de autor que deberá firmar todo autor que presente su obra para ser considerada en el Comité Editorial. En este sentido, las solicitudes para reproducir artículos publicados en la Revista podrán enviarse por correo electrónico al editor, indicando la referencia completa del material que se desea emplear (volumen, número, año, autor, título del artículo, número de páginas). Es necesario, además, indicar el uso que se pretende dar al material (uso total o parcial, tipo de publicación, institución del editor, fecha aproximada de publicación). El contenido de los artículos es responsabilidad absoluta de sus autores y no compromete, en ningún caso, a la Revista o a la Universidad.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia* is an academic journal published by the Humanities Department of the Universidad El Bosque, mainly devoted to the Philosophy of Science and their related fields (Epistemology, Logic, Cognitive Science, Philosophy of Technology, Philosophy of Language) and, in general, the topics and problems that generate dialogue between philosophy and science, whether pure sciences, applied, social or human. Sometimes issues are published on specific topics or authors. The journal receives submissions in the form of original articles and book reviews in Spanish, Portuguese, French and English. Submissions received will be considered by the editorial committee for publication, verifying that they fit their own areas of the journal; after receipt they will be evaluated by an anonymous expert referee and the author will receive a response within a period not exceeding 90 days. It is understood that the authors authorize publication of accepted texts in print and digital.

All submissions must be sent in Word, docx or rtf format, and emailed to the address revistafilosofiaciencia@unbosque.edu.co, and they must meet the following conditions:

ARTICLES

- The text must be original, unpublished and should not be under evaluation for publication by any other journal.
- The author must send the manuscript in a file, in anonymous version and making sure that the footnotes, acknowledgments and internal references in the text does not reveal the identity of its author. In a separate file, the author must include: the article title, author's name, institutional affiliation and contact information (mailing address, email and phone).

- The paper must be preceded by a summary in the original language that does not exceed 100 words and 5 keywords. It should also include the English translations of the article title, abstract and keywords (or the Spanish translation, if the original language of the article is English).
- The complete list of works cited must be at the end of the article and must comply with the MLA citation system for the area of philosophy (<http://www.mla.org/style>).
- References must be incorporated into the text and not in footnotes (the footnotes have to be restricted to those that contain substantive information), as follows: (Author page). If there is more than one work by the same author in the bibliography, in the reference must be added the year of the work: (Author year page).
- Quotations of more than five lines must be placed in a separate paragraph indented 0.5 cm to left and right margins, and don't need quotations marks. The quotations of minor extension don't require a separate paragraph.
- The maximum length of articles is 15,000 words.

BOOK REVIEWS

- It will be received only reviews of recently published books (whose publication date must not to exceed two years).
- The review must meet the same conditions for the citation, footnotes and list of works cited for articles already specified.
- The maximum length of the reviews is 2,500 words.
- The authors of articles and reviews published in the journal will receive two copies of it.

COPYRIGHT - INFORMATION FOR DOCUMENTS ISSUED

By postulating an article for publication, the authors implicitly granted permission to the Journal for publication. The publication of the article in the Journal supposed author property rights become the property of the institution editor of the Journal, Universidad El Bosque. The Journal has defined a format copyright assignment to be signed by all authors to submit their work for consideration in the Editorial Committee. In this regard, requests to reproduce articles published in the Journal may be sent by email to the editor, indicating the complete reference material to be used (volume, number, year, author, article title, number of pages). It is also necessary to indicate the intended use give the material (total or partial use, type of publication, institution editor, and approximate date of publication). The content of the articles is the sole responsibility of the authors and not compromise under any circumstances, to the Journal or to the University.



Departamento de humanidades
Programa de filosofía

Julio de 2020
Bogotá, Colombia