

ESTUDIOS DE EPISTEMOLOGÍA

IX

Octubre, 1976, 35.

Lieber Herr Popper!

Ich habe Ihre Abhandlung eingesehen und ist mir meist
ganz unbekannt. Aber glaube ich mischt sie die Thesen der
sinnlichen, "reinen" Teil, die es sich um die, die man
(Freud) nennt "Licht" und "reine" "Licht" zu
zu verstehen. Die Mittel (Podolsky mit Einstein
Verständnis der Verbindung von Licht und der
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)

Die "Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)
"Licht" (Licht) ist die, die man die "Licht" (Licht)

"El experimento de Einstein, Podolsky y Rosen"
(Facsimil reducido de dos párrafos de la carta de
A. Einstein a K. Popper)

Instituto de Epistemología
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS - UNT

ESTUDIOS DE EPISTEMOLOGÍA

Comité Académico

Jorge Estrella (UNT)
Ricardo Gómez (CALSTATE, USA)
Víctor Rodríguez (UNC)
Jorge Saltor (UNT)
Jesús Zeballos (UNT)

INSTITUTO DE EPISTEMOLOGÍA
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad Nacional de Tucumán

Sergio D. Cardozo
(Director)

Catalina Hynes
(Secretaria)

Edición de *Estudios de Epistemología IX*: Graciela Gómez - Alan Rush

ISSN 1851-7129

2012 Instituto de Epistemología
Facultad de Filosofía y Letras, UNT
Av. Benjamín Aráoz 800, (4000)
iepisteunt@gmail.com

Roberto Rojo

In memoriam

ESTUDIOS DE EPISTEMOLOGÍA IX

octubre de 2012

ÍNDICE

Mach en Einstein. Un caso paradigmático de oportunisto metodológico.....	5
<i>Gómez Ricardo</i>	
La reducción y el reduccionismo.....	26
<i>Jorge Estrella</i>	
Tecnociencia, bio-tecnología/ética/política, y <i>El mundo según Monsanto</i> (Parte II).....	64
<i>Alan Rush</i>	
Traducción	
Cómo llegamos de allí hasta aquí (Wesley Salmon)	89
<i>Celia G. Medina</i>	
Reseña Bibliográfica: Pedro Karczmarczyk: <i>Gadamer: Aplicación y comprensión</i> , EDULP, La Plata, 2007.....	120
<i>Lucía Piossek Prebisch</i>	

MACH EN EINSTEIN

UN CASO PARADIGMÁTICO DE OPORTUNISMO EPISTEMOLÓGICO

Ricardo J. Gómez

Resumen

Nuestro principal objetivo es discutir la influencia de Mach en la obra de Einstein enfatizando los aspectos en que se acercó y aquellos en que se alejó de Mach. Las conclusiones a obtener pondrán de manifiesto la relevancia de la autocalificación de Einstein como “oportunista metodológico” pues parte importante de tal oportunismo es la mayor o menor presencia de Mach en su obra según el momento y el contexto científico de su producción.

Abstract

Our main goal is to discuss Mach's influence upon Einstein. Accordingly, we will emphasize those Einstein's theses/views in which he came close and those in which he departed from Mach. We will conclude that Einstein's self-labeling as an “epistemological opportunist” is obviously justified in part by his changes about his agreements or disagreements with Mach depending upon the scientific context in which those changes took place.

Es un lugar común afirmar la influencia de Mach en la obra científica y epistemológica de Einstein. Se dice usualmente que Mach influyó enormemente en la postura epistemológico-metodológica y en el enfoque de Einstein en su teoría especial de la relatividad. Y se agrega que Einstein se alejó posteriormente de Mach, hasta separarse completamente de sus tesis epistemológicas.

Nuestro principal objetivo es, por una parte, matizar el alcance de tal influencia en distintos momentos de la producción intelectual de Einstein, así como enfatizar no sólo los aspectos machianos en dicha producción sino también aquellas cuestiones, enfoques y tesis en donde se alejó de tal influencia. De ahí que sistematizaremos nuestra presentación distinguiendo distintos momentos-épocas de la presencia de Mach en Einstein. Ello nos permitirá arribar a una serie de conclusiones epistemológico-historiográficas que pondrán de manifiesto la relevancia de la auto-calificación de Einstein como oportunista epistemológico, pues parte de tal oportunismo es la mayor o menor presencia de Mach en su obra según el momento y contexto científico de su producción.

I. La filosofía de las ciencias de Ernst Mach

Por supuesto, es imprescindible como marco de referencia sintetizar aquellas tesis centrales de la postura de Mach sobre las ciencias en general y sobre la física, en particular, que aparecerán en la concepción de Einstein al respecto, especialmente en sus principales trabajos científicos.

Dichas tesis relevantes de Mach en algún momento presentes o rechazadas por Einstein son:

- Toda ciencia se ocupa de la dependencia entre los fenómenos.
- La física es experiencia organizada en un orden económico.

(A) Conceptos y objetos

-Cada objeto es un complejo de elementos o simples sensibles; los cuerpos no son nada más que complejos de colores, etc. Más precisamente: "la ontología de Mach de los llamados *elementos* que son las partes simples componentes de las sensaciones".¹

-La idea de cosa en sí es metafísica (falsa creencia de que cuando se eliminan todas las partes de un complejo aún queda algo).

-Los conceptos son símbolos económicos para organizar la experiencia; ellos permiten extender nuestra experiencia; son conformados a través de los siglos, por lo que su contenido no puede ser captado por una idea momentánea.

-El principal valor de los conceptos científicos es permitirnos simbolizar en el pensamiento vastas áreas factuales dejando de lado los rasgos que son irrelevantes a nuestros propósitos.

-El pensamiento no se ocupa de las cosas tal cual son sino de nuestros conceptos acerca de ellas.

¹ E. Zahar (1989, 128). Zahar sostiene que se ha exagerado la influencia de Mach en la teoría de la relatividad de Einstein, llegando al extremo de sostener, cosa con la que estamos en desacuerdo, que tal influencia es insignificante, agregando, también erróneamente, que desde el principio Einstein fue un "realista al viejo estilo".

(B) Leyes científicas

-Cada fórmula y ley física no es más que un resumen aditivo de hechos individuales, y las adoptamos en cuanto su uso es conveniente, esto es, en tanto dicho uso es económico (no hay hecho que corresponda como su correlato a fórmulas o leyes).

-El conocimiento se extiende por similitudes y analogías, para lo cual se proponen hipótesis que son siempre provisionales que pueden cambiarse de modo que desaparezcan los elementos no esenciales; cuando quedan sólo los elementos esenciales, se ha alcanzado una ley.

-Las leyes son descripciones concisas y abreviadas de los hechos.

-El objetivo de la ciencia es el descubrimiento-formulación de dichas leyes.

-Conceptos, leyes y principios físicos son convencionales. Pero están enraizados en la historia de cómo los humanos organizan los fenómenos. Por lo tanto, siempre hay que rastrearlos históricamente.

(C) La física

-La física no es autosuficiente porque en todo momento necesita ser complementada con el estudio de su propia historia y mediante consideraciones psicológicas y fisiológicas. Siempre enfrentamos la totalidad de los elementos, por lo que sólo si tomamos en cuenta sus interrelaciones y dejamos de lado nuestro propio cuerpo, nos transformamos en físicos. La física es un modo peculiar de referirnos al complejo de elementos.

-El punto de vista mecánico (que incluye al atomismo) no desempeña el mismo papel que el principio de conservación de la energía como instrumento de investigación, porque tal perspectiva mecanicista nos inclina a creer que la naturaleza es unidimensional. Los científicos se resisten a abandonar el mecanicismo debido a su poder predictivo, aunque no es una perspectiva necesaria ni más inteligible que otras (por ejemplo, la de Maxwell).

-La historicidad de la física se revela a través del carácter histórico de sus problemas, los cuales deben ser comprendidos mediante el estudio de su historia.

-Los problemas se resuelven usando principios que perduran a través del tiempo histórico, aunque adopten distintas facetas a través del tiempo. Los

principios conforman así la base de la continuidad de la física, con desarrollo continuo, cambiante e incompleto.

-Hay una única e importante presuposición subyacente a la investigación física: existe una dependencia funcional entre los fenómenos: "El objetivo de la investigación es establecer el modo de conexión de los elementos...que están interconectados en relaciones de variable, evanescencia y permanencia".²

-No hay sensaciones a las cuales les corresponda una cosa exterior diferente. Estos elementos están "fuera" o "dentro" de acuerdo a la ley en la cual, en un determinado momento, son visualizados.

-Las leyes de la física son leyes de dependencia funcional, por lo que causa y efecto devienen superfluos.

(D) Conocimiento y adaptación

-El conocimiento es la principal herramienta de adaptación. Esto es así tanto para el conocimiento vulgar como para el científico (entre los cuales hay continuidad). Ambos tienen como objetivo común facilitar nuestra adaptación a los hechos y a otros pensamientos, lo que requiere clarificación de pensamientos, eliminación de contradicciones, para lo cual es vital la sistematicidad deductiva, etc.

-En tanto colaboran para la adaptación, el conocimiento vulgar y el científico están gobernados por la máxima suprema de los procesos adaptativos: el esfuerzo por la realización de lo económico. La mente humana tiene que proceder económicamente porque no puede conocer el mundo exhaustivamente.

-Tanto la fortaleza como la debilidad de la ciencia radican justamente en tal carácter económico ineludible.

-La distancia entre pensamientos y hechos puede ser reducida continuamente.

Estas tesis definitorias de la postura epistemológica de Mach muestran claramente la dificultad para caracterizar la misma de acuerdo a las dicotomías tradicionales como realismo versus instrumentalismo.

Creemos que Mach no es ni realista metafísico, ni instrumentalista.

Según Mach, nuestro conocimiento intenta referirse a lo real, reducido en su postura a los elementos y sus interrelaciones. Además, Mach jamás negó el

² E. Mach (1897, 14).

carácter explicativo de la ciencia. La diferencia con otros autores radicaba en la respuesta a la pregunta "¿qué entendemos por real"? Para Mach, la experiencia es la única categoría ontológicamente significativa (no-realismo metafísico).

Además, mucho de lo que dice Mach suena como no instrumentalista: la ciencia expresa conexiones y "cuando estas conexiones están expresadas en conceptos las llamamos leyes".³ Es decir que tales leyes tienen *status* cognitivo; son verdaderas en el sentido de referir a conexiones existentes. Pero, ello no basta para poder hablar de postura realista, porque, por ejemplo, a pesar de referir a conexiones entre elementos, no expresan relaciones causales debido al rechazo de Mach del concepto de causa al que considera como metafísico.

Es aún más importante, en contra de cualquier versión de realismo científico, que Mach no acepta la postulación de ningún orbe extra-fenoménico en su lenguaje, de orden alguno más allá de los elementos.

Por último, creemos adecuado distinguir cuatro etapas, al menos, en las variaciones de presencia de Mach en Einstein (o acerca de cuánto de Mach había en Einstein y cuánto no): (1) La versión más machiana en la Teoría Especial de la Relatividad, (2) en la correspondencia Einstein-Mach (1909-1913), (3) en la Teoría General de la Relatividad y en las respuestas de Einstein, *circa* 1921-22, al distanciamiento de Mach respecto de su temprana aceptación de la Teoría de la Relatividad, y (4) la postura de Einstein acerca de Mach y de su influencia en su obra, cuando Einstein endurece su actitud antipositivista durante y luego de su intercambio con Bohr y Heisenberg en donde rechazó explícita e implícitamente a la mayoría de las tesis machianas, incluso aquellas que había aceptado en un principio.

II. Mach en la Teoría Especial de la Relatividad

Einstein afirmó que previamente a escribir su trabajo sobre relatividad especial, había estudiado a Kirchhoff, Helmholtz, Hertz, Boltzmann, Poincaré, Lorentz, y Mach.⁴

³ E. Mach (1895, 191).

⁴ Hay al menos tres actitudes básicas acerca de la influencia de Mach en la Teoría de la Relatividad. Para algunos, como K. Schaffner (1974), dicha influencia es enorme; para otros, como E. Zahar (1989), la misma es

En su Autobiografía, Einstein señala enfáticamente que *La Ciencia de la Mecánica* (Mach) "lo había despertado de su fe dogmática" en la "mecánica como la base última de todo pensamiento físico" y agrega que "este libro ejerció una profunda influencia sobre mí mientras era estudiante... [especialmente] la posición epistemológica de Mach me influyó enormemente". En verdad, Einstein había leído ávidamente a Mach en sus años de estudiante. Así, por ejemplo, Einstein reconoce que en 1897 o 1898 su ex-estudiante y colega en la Oficina de patentes de Berna cuando escribió su trabajo sobre relatividad especial, Michele Besso, lo había incitado a que leyera a Mach. Mach, según Einstein, no sólo lo influyó por su filosofía sino también por su crítica a los fundamentos de la física. Einstein aceptó la crítica devastadora de Mach a la noción de espacio absoluto que, según Mach, era "una monstruosidad conceptual" por ser una cosa puramente de pensamiento que no puede ser señalada en la experiencia. Desde esa crítica en *La ciencia de la mecánica*, el programa de Mach fue eliminar todas las ideas metafísicas de la ciencia; de ahí que en el Prefacio del libro afirme que la intención del mismo es anti-metafísica.

La influencia de Mach en los físicos a fines del siglo XIX era notable. Para ellos, las teorías más sofisticadas debían tratar sólo de las relaciones entre cantidades observables de modo económico, en vez de explicar los fenómenos en términos de entidades inobservables. En la terminología de la época ello significaba que las teorías debían adoptar una perspectiva fenomenológica. Es de destacar que muchos años más tarde, al reflexionar sobre los tipos de teorías en el desarrollo de la física, Einstein distingue entre teorías fenomenológicas (o de principios) y constructivas, y reconoce que la teoría de la relatividad especial era una teoría fenomenológica en el sentido machiano.⁵

escasa e irrelevante, mientras que otros, como G. Holton (1973) evalúan más equilibradamente los elementos machianos y no machianos presentes en ambas versiones de la teoría de la relatividad. Nuestra interpretación es más cercana a la de Holton, pero enfatizando con más detalle la presencia de distintos momentos cruciales de cambio acerca de la postura de Einstein sobre la influencia de Mach y remarcando más detalladamente los elementos machianos y no machianos en cada etapa.

⁵ Einstein sostenía en ese entonces, cuando polemizaba sobre mecánica cuántica, que la historia de la física avanza a través de teorías constructivas, las que requieren explicaciones de los fenómenos desde niveles ontológicos no-fenómicos, exigiendo ello para una aceptable mecánica cuántica. Esto pone de relieve algo obvio: en esa época Einstein había abandonado ya gran parte del núcleo epistemológico de la obra de Mach que había sido crucial al principio de su producción intelectual.

Hubo otras influencias en Einstein conducentes a su primer trabajo sobre relatividad: Maxwell, Poincaré, Lorentz y, especialmente, su maestro August Foppl, quien se consideraba fiel a la posición de Kirchhoff, Hertz y Mach. No extraña pues que Foppl fuera profundamente antimetafísico y que sostuviera que había que revisar las nociones recibidas. Como consecuencia, él consideraba la necesidad de rechazar la noción de espacio vacío por no estar sujeta a experiencia posible alguna, aunque no estaba dispuesto a abandonar las nociones de éter y movimiento absoluto. Einstein estudió a Helmholtz, Kirchhoff, Boltzmann y Hertz a través de Foppl.

Adentrándonos ahora en el trabajo mismo sobre Relatividad Especial de 1905, la influencia de Mach está presente desde los primeros párrafos. Así, Einstein, luego de referirse a la asimetría entre las ecuaciones cuando el conductor o el magneto están en movimiento, ejemplo que toma de su maestro Foppl termina dicha sección introductoria desechando las nociones de movimiento absoluto y éter, ambas explícitamente rechazadas por Mach.

Además, si nos preguntásemos por el enfoque metodológico del trabajo, la respuesta adecuada es la de L. Infeld, quien contestó que el trabajo de 1905 sobre relatividad es básicamente de análisis crítico de conceptos, algo básico e imprescindible en el enfoque epistemológico de Mach. Si nos preguntásemos, además, por el tema-contribución central del trabajo, la respuesta sería que es una indagación acerca de cómo lograr un nuevo punto de vista en nuestras concepciones de espacio y tiempo, algo imprescindible luego de la crítica de Mach a la noción de espacio absoluto.

Si, más centralmente, nos preguntásemos por el uso explícito de ideas machianas, responderíamos que ciertas nociones centrales con consecuencias de renovación radical como la de "simultaneidad de eventos", siguen las pautas machianas de análisis de conceptos. Así Ph. Frank ha señalado que "la definición de simultaneidad en la teoría especial de la relatividad está basada en el requisito machiano de que cada enunciado en física tiene que establecer relaciones entre cantidades observables...No cabe duda de que el requisito de Mach...era de gran valor heurístico para Einstein".⁶

⁶ Ph. Frank (1988, 272-3).

La descripción de eventos simultáneos es crucial para introducir nociones imprescindibles. Así, Einstein propone que "el tiempo de un evento es aquél que es dado simultáneamente con el evento por un reloj estacionario ubicado en el lugar del evento".⁷ Análogamente, para el lugar de un evento o coordenada espacial. Ambas nociones, al estilo machiano, son significativas sólo si son parte de nuestra experiencia sensorial cuando están sujetas a medición (por ejemplo, para el caso de 'lugar' por barras de medición presentes en la ocasión al mismo tiempo).

Mach reconoció incluso hasta 1910 que estaba totalmente de acuerdo con la Teoría Especial de la Relatividad y, particularmente con su base filosófica. En 1911 Mach firmó un Manifiesto llamando a la creación de una sociedad de filosofía positivista. Entre los firmantes, además de Mach, estaban Hilbert, Klein, Freud y Einstein. Esto enfatiza que Einstein abandonó muy gradualmente su punto de vista con fuertes tintes machianos, de 1905.

Sin embargo, ya en 1905 hay anticipaciones no-machianas. Por ejemplo, Einstein se distancia de Mach en el concepto de ley. Las leyes de la física parecen constituir la estructura que gobierna el modo en que se organizan los eventos. Además, ya en el segundo párrafo del trabajo de relatividad especial hay postuladas dos hipótesis (constancia de la velocidad de la luz e invariancia de las leyes de la física), que no podían ni podrían estar confirmadas empíricamente de modo directo. Ello es consistente con el reconocimiento de Einstein de que "poco después de 1900 ... se dio cuenta de la imposibilidad de descubrir las leyes verdaderas por medio de esfuerzos constructivos basados en los hechos conocidos."⁸

Un aspecto importante del distanciamiento entre Einstein y Mach lo constituye el desarrollo de la Teoría Especial de la Relatividad en la forma de una geometría tetradimensional (Minkowski, 1907). Mach no estaba en desacuerdo pero no consideraba esenciales para la física los espacios de distintas dimensiones. Muy especialmente, disentía con hacer del mundo tetradimensional de la física el mundo *in toto*, es decir, hacer del mundo de los hechos físicos la totalidad del mundo, porque la biología, según Mach, pertenece esencialmente a la totalidad del mundo.

La razón principal para que Mach no simpatizara con la versión de Minkowski era que considerar al espacio y tiempo como esencialmente unidos involucra el

⁷ A. Einstein, trabajo original de relatividad especial, p. 894.

⁸ A. Einstein, "Autobiographical Notes" en (1988, 3-94), *op. cit.*, p. 53.

abandono del espacio experiencial y del tiempo experiencial. Esto, a su vez, ataca las raíces de una física de las sensaciones-elementos.

Es más: Minkowski sostiene que espacio y tiempo, en tanto separados se desvanecen en sombras, y lo que realmente subsiste es sólo un mundo en sí con elementos definidos matemáticamente con componentes imaginarias. Ello hace que nada quede del mundo de Mach compuesto por elementos-sensaciones, cuyas verdades elementales se dan en el plano de la experiencia directa, en el espacio y el tiempo ordinarios. Y se pasaba a un modelo del mundo formalista, matematizado en una unión espacio-tiempo no accesible directamente en las sensaciones.

Todo esto separó a Mach y Einstein antes de que ellos mismos se percataran de ello.

III. La correspondencia Einstein-Mach (1908-1913)

En verdad, la mayoría son cartas de Einstein a Mach.

Mach, en 1909, en el Prefacio a la segunda edición de *Conservación de la Energía* afirmaba: "Yo suscribo el principio de relatividad, que es firmemente aceptado en mi Mecánica y en mi Teoría del Calor".

Es sabido que Einstein simpatizaba desde el principio con el realismo de Planck. Su primera carta a Mach reconociendo su influencia en la teoría de la relatividad implicaba un momentáneo alejamiento de Planck (a quien iba a retornar epistemológicamente luego de 1921).

La respuesta de Mach a esta primera carta de Einstein se perdió, pero Einstein reconocía que era una carta amigable de aprobación.

En su segunda carta a Mach, Einstein muestra que ya estaba trabajando en relatividad general y enfatiza que Planck, por ese entonces involucrado en una fuerte polémica con Mach, parece no sólo no comprender a Mach, sino que también rechaza sus propuestas sobre relatividad general.

En la última carta (25 de junio de 1913), Einstein le informa a Mach que le había enviado ya su última publicación sobre relatividad y gravitación, y le enfatiza lo que para él era, en ese momento, una coincidencia con Mach: "la inercia tiene su origen en una suerte de interacción mutua entre los cuerpos, totalmente en el sentido de la crítica de Mach al experimento de Newton (*bucket*)".

Sin embargo, y más allá de tal sutilísima afirmación, Einstein comenzaba a ser más y más consciente de que la relatividad general requería epistemológicamente alejarse del fenomenalismo-sensacionista de Mach. Mach, a su vez, en 1913, había expresado ya públicamente su rechazo a la teoría de la relatividad.

A partir de entonces, Mach estará cada vez menos en Einstein.

IV. Mach en la Teoría General de la Relatividad

El requisito machiano de que todo enunciado físico debe establecer relaciones entre cantidades observables aparece cuando Einstein comienza su teoría de la gravedad preguntando cuáles son las condiciones responsables del achatamiento de una esfera líquida en rotación. Mach había sostenido que la causa del achatamiento no estaba en la rotación de la esfera en el espacio vacío, sino en la rotación con respecto a algo material y, por lo tanto, respecto de cuerpos observables.

Pero las coincidencias con Mach no van más allá de ello. Einstein se percató, al desarrollar su teoría de la relatividad general, de que debía alejarse del requisito de que cada enunciado de la física debía ser directamente traducible a relaciones entre cantidades observables. En verdad, en la teoría general de la relatividad los enunciados generales de la física son relaciones entre símbolos (coordenadas generales, potenciales gravitacionales), de los que se pueden obtener conclusiones traducibles a enunciados sobre cantidades observables.

Por lo tanto, es ahora más obvio que nunca para Einstein que las leyes fundamentales de la física no pueden ni deben ser formuladas de modo de contener sólo conceptos que pudieran ser definidos por observación directa.

Además, la lectura del trabajo de 1915 sobre relatividad general muestra, cosa que Einstein después reconoció explícitamente en diversas oportunidades, que él exigía dos criterios básicos: consistencia lógica y simplicidad, por una parte, y acuerdo con los hechos observados, por la otra; es decir, un criterio lógico y uno empírico, lo que hacía totalmente irrelevante la cuestión acerca de por medio de qué conceptos o símbolos se formularan los principios.

En el trabajo sobre relatividad general, como él mismo lo reconoce en 1918, Einstein difiere de Mach acerca de la noción de 'hecho'. La velocidad de la luz, la primera ley de Newton, la validez de las ecuaciones de Maxwell, la equivalencia entre masa inercial y masa gravitatoria, son mencionadas como hechos.⁹ Los hechos no son, pues, meros complejos de sensaciones.

Pero, hasta la muerte de Mach (1916) e incluso hasta 1921, Einstein declaraba ser discípulo de Mach. Más adelante, al recordar esta época cercana a la publicación del trabajo de relatividad general, no se consideraba de la misma manera. Por el contrario, afirmaba cuánto se había separado de Mach al escribir dicho trabajo.

Mach, a su vez, ya en 1913 en el Prefacio de sus *Principios de Óptica Física*, afirmaba que se veía obligado "a cancelar su aprobación de la Teoría de la Relatividad" a la que consideraba "más y más dogmática".

El alejamiento explícito y definitivo, por parte de Einstein, se produce en la conferencia del 6 de abril de 1922, en donde calificó a Mach como "un filósofo deplorable", agregando que "el sistema de Mach estudia las relaciones existentes entre los datos de la experiencia; para Mach la ciencia es la totalidad de dichas relaciones. Tal punto de vista está equivocado y, de hecho, lo que Mach ha logrado es hacer un catálogo, pero no un sistema".¹⁰

Desde entonces, Einstein no perdió oportunidad de enfatizar la enorme distancia filosófica que lo separaba de Mach. Por ejemplo, el 24 de enero de 1938 le escribe a Cornelius Lanczos: "Viniendo del empirismo crítico del tipo de Mach, fui transformado por el problema de la gravitación en un creyente racionalista, o sea en uno que busca la fuente confiable de la verdad en la simplicidad matemática ... lo verdadero físicamente es lógicamente simple, o sea, tiene unidad en su fundamento". Tal racionalismo es inconsistente con las tesis filosóficas de Mach del comienzo (involucran, en términos de Mach, presupuestos metafísicos). Consistente con ello, Einstein vuelve a acercarse a Planck, de quien aceptaba sus dos tesis antipositivistas: (1) Hay un mundo real exterior que existe independientemente de nuestro modo de conocerlo, y (2) tal mundo real no es directamente cognoscible.

⁹ Véase, por ejemplo, la carta a Michele Besso del 28 de agosto de 1918.

¹⁰ A. Einstein., *Nature*, 112, 2807 (1923): 253. Tal catálogo de meros datos de la experiencia era, según Einstein, lo opuesto a lo que él entendía por una teoría realista.

Tales afirmaciones, si bien alejan definitivamente a Einstein de Mach, no lo hacen clara y coherentemente un realista científico.¹¹

En 1948, Einstein fue mucho más detallado acerca de sus divergencias con Mach: "Su debilidad radica en que creía que la ciencia radica en la mera ordenación del material empírico; esto es, él no reconocía el elemento libremente construido en la forma de conceptos. Creía, en cierto modo, que las teorías surgen mediante descubrimientos y no mediante invenciones. Llegó incluso a considerar a las sensaciones como los ladrillos básicos del mundo real, mediante lo cual él creía poder superar la diferencia entre psicología y física. Si hubiera llevado esto hasta sus últimas consecuencias, él tendría que haber rechazado no sólo el atomismo sino también la idea de una realidad física." ¹²

En esta notable cita están rechazadas ahora más clara y enfáticamente todas las tesis machianas citadas al comienzo del presente trabajo. Por si ello fuera poco, Einstein agrega en la misma carta que no le resulta claro cómo las ideas de Mach pudieron haber influenciado su propio trabajo, contra su repetido reconocimiento de la gran influencia de Mach.

V. ¿Mach en Einstein luego de 1927?

Si tuviéramos que proponer una de las fechas-bisagras del distanciamiento final de Einstein respecto de Mach enfatizaríamos la de 1927.

Este último es el año en que Heisenberg presenta su principio de indeterminación al que Einstein siempre objetó epistemológicamente porque significaba, según él, una ruptura inaceptable con ideales de la física: la objetividad, por ingerencia de la interacción objeto-aparato de medición en la caracterización del objeto estudiado, la imposibilidad de representar en física a las cosas tal cual son, lo que obliga a concebir el conocimiento de la física como conocimiento de meros fenómenos, y la necesidad de limitar al macro-mundo la validez del principio de causalidad. Es decir que Einstein se oponía, por añadidura, a la presencia de ingredientes machianos en la interpretación que él criticaba de la mecánica cuántica, luego llamada interpretación de Copenhague. La consistente, creciente, y

¹¹ Véase, por ejemplo, A. Fine (1986, 86-111).

¹² Carta a Michele Besso (1948).

nunca abandonada postura crítica de Einstein respecto de dicha interpretación de la mecánica cuántica involucraba un creciente, consistente y nunca abandonado alejamiento de Einstein respecto de Mach, tal como lo certifican sus afirmaciones de 1938 y 1948 citadas en el acápite anterior.

Otro de los pilares de dicha interpretación que Heisenberg, aunque con diferencias, compartía con Bohr, Born, Pauli y Rosenfeld, es la tesis de complementariedad de Bohr. Bohr usó la expresión "complementariedad" aplicándola a descripciones, mediciones, fenómenos, etc. La necesidad de hablar de descripciones complementarias se debe a la presencia ineludible de h o cuanto de acción a nivel atómico y subatómico, que encuentra su expresión en el formalismo de la mecánica cuántica en las relaciones de indeterminación de Heisenberg.

Decir que D1 y D2 son complementarias es afirmar que cada una de ellas es incompleta e incompletable, aunque, en conjunto, sean exhaustivas. O sea, D1 y D2 agotan todo conocimiento expresable representativamente y sin ambigüedad acerca de, por ejemplo, la posición (D1) de una partícula y el momento (D2) de la misma "que no pueden ser abarcables dentro de una descripción única" (porque la medición precisa de la posición excluye la posibilidad de la descripción precisa del momento en la misma situación experimental, lo que hace necesaria otra situación experimental en la que se describa con precisión el momento pero en la que no ha de ser posible una descripción precisa de la posición). D1 y D2 son necesarias para dar una versión física de una determinada partícula en la que se diga todo lo que se puede decir y sólo lo que se puede decir sin ambigüedad, para lo cual era imprescindible, según Bohr, utilizar exclusivamente conceptos de la física clásica, los únicos que pueden ser entendidos clara y no ambiguamente en toda comunicación.

Por supuesto, subyace a todo ello, tal como Einstein lo percibió desde el comienzo, una postura extremadamente empirista-operacionalista que reduce el ser a lo que puede ser percibido y operacionalmente medido; o sea el ser de la realidad física se identifica con la experiencia fenoménica de la misma. Además, Einstein disintió en cuanto a la prioridad e imprescindibilidad del vocabulario de la física clásica, para proponer hipótesis y leyes de la física. Así, por ejemplo, Einstein rechazó siempre, la tesis de complementariedad: las descripciones

complementarias no pueden ser sólo y todo lo que puede establecerse teóricamente en física.

Todo ello presupone una clara postura de Einstein acerca del objetivo de la física totalmente opuesta a la de la interpretación de Copenhague y, por añadidura, a la posición de Mach al respecto.

En su Autobiografía, Einstein afirma que "la física es un intento de captar conceptualmente la realidad tal cual es independientemente del acto de ser observada."¹³ Einstein, a diferencia tanto de Mach como de los miembros de la interpretación de Copenhague, cree que es posible, basándose en los siempre logrados intentos de abarcamiento y unificación llevados a cabo en el pasado, pasar a un nivel subyacente al fenoménico (o a un nivel subyacente al de la realidad cuántica). Este movimiento más allá de la realidad fenoménica fue siempre anatema, tanto para Mach como posteriormente para Bohr, Heisenberg, y otros. Para estos últimos ello implicaba cometer el pecado mortal de apelar a la metafísica.

Einstein siempre ironizó, luego de 1927, acerca de la actitud anti-metafísica a la que consideró insostenible porque "conduce a lo mismo que el principio de Berkeley '*esse est percipi*' ".¹⁴ Negar la pertinencia de la metafísica en la actividad física teórica es, tal como él sostiene en su crítica a Mach, "negar el carácter esencialmente constructivo y especulativo del pensamiento, y especialmente del pensamiento científico".¹⁵

Einstein explicitó algunos supuestos metafísicos que él asumía para poder explicar la posibilidad de acceso al mundo real a través de la investigación científica. Entre otros, siempre mencionaba "lo que Leibniz describió como una armonía pre-establecida" entre el mundo de las cosas y el de nuestras construcciones teóricas. Ello, en la marcha de la ciencia, daba lugar a un aumento en la unidad de los fundamentos. El otro supuesto metafísico que Einstein siempre menciona es el de la simplicidad de la naturaleza, lo que justifica su reiterada decisión de adoptar como criterio de selección de hipótesis y teorías a la más simple entre las empíricamente viables.

¹³ A. Einstein (1988, 3-94).

¹⁴ A. Einstein (1988, 667).

¹⁵ A. Einstein (1988, 21).

De ahí que Einstein afirme que "todo verdadero teórico es una suerte de metafísico domesticado, no importando cuán 'puro positivista' él se imagine ser".¹⁶

Es difícil imaginar postura más anti-machiana.

VI. Una mirada retrospectiva desde el punto de vista del oportunismo epistemológico

Parece sensato concluir que en el largo peregrinaje de Einstein a través de su obra no hay claramente demarcadas líneas divisorias en relación a la influencia o no influencia de Mach en dicha obra, aunque hay ciertas fechas-mojones en donde es evidente la presencia de cambios relevantes. Como, por ejemplo, (i) antes de 1905, (ii) en 1905, (iii) entre 1905 y 1915, (iv) de 1915 a 1922, donde en este último año se produce un claro y explícito abandono de Einstein de la posición de Mach, (v) 1927-1930 en donde comienza su discusión con Bohr y Heisenberg, la que involucra un alejamiento de Mach, (vi) posterior a 1935, año de su famoso trabajo en colaboración con Podolsky y Rosen proponiendo la incompletitud de la mecánica cuántica, a partir del cual enfatiza sus profundas diferencias con Mach, como en los trabajos de 1938 y 1948, las que no van a cambiar hasta su muerte (véase el Apéndice para una sinopsis general en términos de diferentes temas).

En verdad, tal peregrinaje lo es de un alejamiento gradual, con algunos saltos cualitativos como los indicados, y provocados especialmente por tener que adoptar la posición filosófica más adecuada para algún cambio científico producido en esa época.

Los cambios en su posición acerca de Mach no son puros ni unilaterales. Creemos que Einstein nunca fue estrictamente machiano (concepción de las leyes científicas como no reducibles a correlaciones entre observables, énfasis en los cambios revolucionarios que Mach nunca sobredimensionó como tales, su desacuerdo con el anti-atomismo machiano, etc.). Aunque, por supuesto, siempre, con excepción de su alejamiento final, le dio importancia al análisis de conceptos y principios, al abandono de nociones newtonianas inaceptables para Mach. Es necesario señalar, además, que Mach reconoció antes que Einstein, ya poco

¹⁶ A. Einstein (1982, 337).

después de 1910, que Einstein había dejado atrás su empirismo crítico de corte machiano.

Tampoco hay que dejar de reconocer que existen tensiones obvias entre lo que Einstein dice en una época (por ejemplo, entre 1915 y 1921) y lo que dice de esa época años más tarde al reconstruir su postura de ese momento; la tendencia es que al hacer dicha reconstrucción tiende a enfatizar su alejamiento de Mach.

No hay duda, además, de que hay en el desarrollo en el tiempo de la postura epistemológica de Einstein una tendencia general de alejamiento de Mach, especialmente después de la teoría general de la relatividad, cosa que se exacerbó a partir de su crítica a la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica.

Por sobre todo, hay una constante indudable: en cada momento Einstein tomó de distintos filósofos y corrientes epistemológicas lo que le convenía para dar cuenta de la postura epistemológica más adecuada para explicar la situación científica de ese momento.

Ello es lo que Einstein sagazmente rotuló 'oportunismo epistemológico': "los científicos, puestos a filosofar, deben parecer al epistemólogo sistemático como oportunistas usurpadores [por ir adoptando posturas epistemológicas que van variando según las necesidades científicas del momento]".¹⁷ Ello involucra, además, un claro reconocimiento por parte de Einstein de que "hay una relación recíproca entre epistemología y ciencia" pues es obvio para él, tal como lo confirman sus cambios epistemológicos respecto de Mach, que las cuestiones epistemológicas están fuertemente basadas en los problemas que presentaba la ciencia del momento.¹⁸

A vuelo de pájaro, tal como Einstein lo reconoció, "su posición contiene elementos de empirismo y racionalismo extremo". Creemos que lo que varía en distintos momentos, y por razones de la marcha de la investigación científica del mismo Einstein, es el peso relativo de ambos componentes. De ahí que haya elementos machianos más o menos intensos en cada época, con tendencia a su disminución a lo largo de los años.

No puede dejar de mencionarse el notable impacto que tuvo en el desarrollo mismo de la filosofía de las ciencias del siglo XX la relación "Mach en Einstein". Tal

¹⁷ A. Einstein (1988, 683).

¹⁸ *Ibid.*

como Ph. Frank lo ha señalado, el positivismo lógico *circa* 1920-29 fue el resultado de tratar de adaptar la postura de Mach a los métodos de la teoría general de la relatividad.¹⁹ Se trató de proponer una filosofía de las ciencias acorde con los nuevos desarrollos en física teórica. Los principios de la física no contenían sólo conceptos como 'rojo', 'caliente', etc., que eran llamados "términos observacionales". Los principios, en cambio, eran concebidos como producto de la imaginación libre humana y podían contener cualquier término abstracto o símbolo. Sin embargo, sigue diciendo Frank, tales principios no podían ser validados apelando a la imaginación, o a la simplicidad lógica. Ellos sólo podían ser considerados 'verdaderos' si los enunciados acerca de observaciones derivados como conclusiones a partir de ellos eran confirmados por la experiencia. Esto parece estar de acuerdo con el modo en que Einstein "ancló" su teoría de la gravitación en la base sólida de hechos observables derivando fenómenos como los del corrimiento hacia el rojo de las líneas espectrales, etc. Y ocurre que, cuando leemos textos de Einstein posteriores al Círculo de Viena (como sus contribuciones al volumen Schilpp), su propuesta acerca de sistemas científicos para que no degeneren en metafísica es consistente con la descripción de los positivistas, la cual, como Frank propone, estaba inspirada en la postura de Einstein.

Esto pone en evidencia, otra vez, la indudable interacción e influencia mutua siempre enfatizada por Einstein entre su ciencia y su filosofía. Debe además remarcarse, algo que Frank olvida mencionar, que Einstein abjuró explícitamente de la filosofía general del positivismo lógico, especialmente después de 1935, justamente por su excesivo horror a la metafísica, lo que le impedía adoptar una versión adecuada de la incidencia de la metafísica en ciencia y de la naturaleza del trabajo del físico teórico.

Por lo tanto, los positivistas lógicos fracasaron en su proyecto de presentar una filosofía de las ciencias fiel a la obra de Einstein pues, en oposición a Einstein, el positivismo lógico negó rotundamente la incidencia de la metafísica en la física debido a su erróneo reduccionismo ontológico (ser, reducido a ser percibido). Einstein siempre abjuró del criterio empirista del significado, la llave maestra neopositivista para demarcar ciencia de metafísica. No hay necesidad de tal

¹⁹ Ph. Frank (1988, 243-268).

demarcación, de acuerdo a Einstein. Por el contrario, es conveniente establecer siempre dónde y cómo la metafísica interviene en la obra del físico.

El oportunismo epistemológico de Einstein nos invita también a comprender el fracaso de todo intento de rotular con algún "ismo" su postura epistemológica, desde empirismo pasando por realismo científico hasta realismo crítico o motivacional.²⁰ Estrictamente, ninguno de ellos se ajusta a su postura como un todo, especialmente porque fue cambiando oportunamente. Siempre se puede utilizar algún texto para refutar el "ismo" que se pretenda imponer. Además, sea cual sea el momento, hay en él aspectos que no responden exclusivamente a una sola de las posturas epistemológicas mencionadas para elucidar el *status* cognitivo de una posición científica acerca del mundo físico.

De ahí que lo único pertinente es indicar en cada caso cuáles son los distintos ingredientes epistemológicos de la posición de un determinado científico u obra filosófica en un determinado momento sin pretender alcanzar una postura monista, perenne, incambiable y abarcadora.

Tal actitud constituirá el más riguroso tributo a la sagaz afirmación de Einstein: " la epistemología sin contacto con la ciencia deviene un esquema vacío. La ciencia sin la epistemología es primitiva y confusa".²¹ El carácter cambiante de una postura científica es el mejor garante del carácter utópico inadecuado de proponer una versión filosófica única y abarcadora de la correspondiente

²⁰ Por ejemplo, Planck, Popper, Bunge, entre otros, visualizaron a Einstein como realista científico, según el cual las leyes corresponden a regularidades en los hechos del mundo y donde la verdad es entendida como correspondencia, enunciado por enunciado, con los hechos. Fine, en cambio, rechaza tal interpretación realista extrema y propone que se lo caracterice como "realismo motivacional", según el cual su compromiso con el realismo no se extiende más allá de su prosecución de teorías realistas, o sea, de teorías organizadas alrededor de un modelo conceptual de un dominio fáctico independiente del observador, modelo que abarque la totalidad de los datos empíricos disponibles, proveyéndonos de una representación causal e independiente del observador. Todos estos rasgos no deben ser entendidos como un conjunto de rasgos de la naturaleza sino como una familia de restricciones a las teorías utilizadas para explicarla. El realismo debe ser entendido, en Einstein, como un programa para construir teorías de un determinado tipo. Tal realismo debe operar como una fuerza motivacional para construir tal tipo de teorías, que incite a los científicos a construir teorías en contraste con el programa positivista. Que todo ello produjera teorías confirmadas y conocimiento, fue visto por Einstein como un milagro (carta de 1952 a Solovine). Fine agrega que "este realismo motivacional es un modo de circunscribir el milagro". Otros rotularon a su realismo como estructural, crítico, incluso con ingredientes kantianos, y en otras versiones como estrictamente anti-kantiano, etc. Todas pecan de ser versiones unilaterales y pretensiosamente omnicomprensivas.

²¹ A. Einstein (1988, 684).

aproximación epistemológica. La historia fluctuante de "Mach en Einstein" es un ejemplo paradigmático de tal imposibilidad.

Bibliografía

Einstein, A. (1951), *The Principle of Relativity*. New York: Dover Publ. Inc.

Einstein, A. (1982), *Ideas and Opinions*. New York: Crown Publishers.

Einstein, A. (1988), "Autobiographical Notes", en P. Schilpp, ed. *Albert Einstein. Philosopher-Scientist*. La Salle, Illinois: Open Court-London: Cambridge University Press, 3-94.

Einstein, A. (1988), "Reply to Criticisms", en P. Schilpp, ed. *op. cit.*, 665-668.

Einstein, A., B. Podolsky, L. Rosen. (1935). "Can Quantum Mechanical Description of Physical Reality Be Complete?", *Physical Review*, 47, 777-780.

Fine, A. (1986), *The Shaky Game: Einstein, Realism and the Quantum Theory*. Chicago: University of Chicago Press.

Frank, Ph. (1988), "Einstein, Mach, and Logical Positivism" en P. Schilpp, ed. *op. cit.*, 269-286.

Holton, G. (1975), "Mach, Einstein and the Search for Reality", en *Thematic Origins of Scientific Thought. Kepler to Einstein*. Cambridge, Mass-London: Harvard University Press, 219-260.

Mach, E. (1892), *The Science of Mechanics*. Chicago, Open Court.

Mach, E. (1895), *Popular Scientific Lectures*. Chicago: Open Court.

Mach, E. (1897). *The Analysis of Sensations*. Chicago: Open Court.

Schaffner, K. (1974), "Einstein versus Lorentz: Research Programmes and the Logic of Comparative Theory Evolution", *British Journal for the Philosophy of Science*, 25.

Zahar, E. (1989), "Mach and Einstein", en *Einstein's Revolution. A Study in Heuristic*. La Salle, Illinois: Open Court, 123-148.

APÉNDICE

1. Acerca de la Mecánica

Mach: Críticas a (i) los conceptos de espacio y tiempo absolutos, (ii) inercia, y (iii) la mecánica como base de la física. Fuerte rechazo del atomismo.

Einstein (circa 1905): Está de acuerdo con Mach acerca de (i) -(iii). Aceptación del atomismo.

Einstein (después de 1915): No hay cambios respecto de 1905.

2. Conceptos y leyes

Mach: Los conceptos son concebidos como símbolos del mundo de la experiencia. Refieren a complejos de elementos (sensaciones). Todo lo hecho con ellos permanece dentro de la experiencia; tiene connotaciones operacionalistas. Las leyes son agregados económicos de experiencias individuales que establecen relaciones de dependencia funcional. El conocimiento se expande por similitud y analogía.

Einstein (circa 1905): Los conceptos, al menos algunos de ellos, son creaciones libres de la mente humana. Hay aspectos operacionalistas en la formación de ciertos conceptos (simultaneidad). Las leyes no son entendidas como meras relaciones de dependencia funcional. Tienen valor estructural. Refieren a algo distinto que meras experiencias.

Einstein (luego de 1915): Énfasis creciente en el carácter creativo-libre de los conceptos. No operacionalismo. Referencia más allá de la experiencia. Las leyes refieren a regularidades estructurales, a lo que es objetivo en sí.

3. Objetos físicos

Mach: Los objetos físicos son complejos de colores, sonidos, etc. Nada es postulable más allá o por detrás de ellos.

Einstein (circa 1905): Los objetos físicos no son reducibles a complejos de elementos.

Einstein (luego de 1915): Reafirmación de la no reducibilidad de los objetos físicos a complejos de elementos.

4. Principio de Mach

Mach: La investigación científica consiste en la búsqueda de relaciones de dependencia funcional entre los fenómenos. Causa-efecto es reducible a una relación de dependencia funcional.

Einstein (circa 1905): Acepta el principio de Mach de modo no reduccionista: deben buscarse relaciones funcionales, pero las leyes son más que ello. Tampoco se acepta la reducibilidad de la relación causa-efecto a una mera dependencia funcional.

Einstein (luego de 1915): Hay cada vez menos énfasis en el Principio de Mach con el consiguiente robustecimiento del fuerte carácter óntico de la relación causa-efecto.

5. Economía, simplicidad, y unidad.

Mach: Acento en la economía, aunque exclusivamente a nivel fenoménico (en conceptos y leyes exclusivamente a ese nivel).

Einstein (circa 1905): Acento en simplicidad y unidad, sin enfatizar el nivel ontológico de su validez.

Einstein (luego de 1915): Simplicidad y unidad tienen ahora connotaciones ontológicas más allá de lo meramente fenoménico.

6. Física e historia

Mach: La física, especialmente si se pone el acento en sus problemas, es relativa al momento histórico. Pero Mach enfatiza los principios que son válidos a través de toda la historia (como nexos entre los distintos momentos de ella).

Einstein (circa 1905): No hay tal énfasis en la continuidad de la física a través de sus principios. Se sobredimensiona la necesidad de rupturas no acumulativas.

Einstein (luego de 1915): Se pone el acento en lo que es válido más allá de las circunstancias históricas, y en las rupturas, a la vez que en la necesidad de abandonar ciertos principios.

7. Objetivo de la ciencia

Mach: Descripción ideal de la experiencia (nuestras leyes científicas describen hechos, lo que significa que cada enunciado científico describe directamente nuestra experiencia).

Einstein (circa 1905): El objetivo de la ciencia es explicar adecuadamente, lo cual no requiere descripción directa de los hechos de la experiencia.

Einstein (luego de 1915): El objetivo es la representación y explicación del mundo exterior real. Las leyes explicativas refieren la estructura racional de dicho mundo.

8. La física y las otras ciencias

Mach: La física tiene continuidad temática y explicativa con la fisiología y la psicología. Todas ellas están férreamente relacionadas a colaborar con la adaptación, y por ende son funcionales a la evolución.

Einstein (circa 1905): La física se autosostiene, sin relación con la fisiología y la psicología, aunque está relacionada con la epistemología. O sea, no está necesariamente vinculada a la evolución.

Einstein (luego de 1915): Mayor distanciamiento respecto de la postura de Mach, y, consecuentemente mayor énfasis en lo sostenido en 1905.

9. Física y metafísica

Mach: Fuerte e incambiable rechazo de la metafísica, especialmente acerca de su incidencia en la física.

Einstein (circa 1905): No rechazo explícito de la metafísica.

Einstein (luego de 1915): La física está fuertemente permeada por supuestos metafísicos: armonía pre-establecida, simplicidad del mundo real, etc.

10. Física y filosofía

Mach: Filosofía entendida como una interpretación de los métodos de la ciencia. Está centrada en la epistemología. Empirismo fuerte (la experiencia es el único y decisivo test). No existencia de meta-leyes en el discurso científico. Ni instrumentalismo, ni idealismo.

Einstein (circa 1905): Filosofía centrada en epistemología. Existencia de meta-leyes. Empirismo débil.

Einstein (luego de 1915): Primacía de la ontología por sobre la epistemología. Las características del mundo real determinan el tipo de aproximación cognoscitiva. Rechazo reiterado de toda forma de positivismo y de toda forma de empirismo exclusivista.

LA REDUCCIÓN Y EL REDUCCIONISMO

Jorge Estrella

Resumen

El trabajo propone distinguir diez modos epistémicos diferentes de reducción: 1) De lo diverso en lo común: el *concepto*; 2) De datos en patrones: *la ley*; 3) Del *explanandum* en el *explanans*: la *explicación*; 4) De lo legal en el fenómeno: el *fenomenismo*; 5) Del efecto en la causa: la *identidad*; 6) De un estado del sistema en su estado anterior: el *determinismo*; 7) De un nivel fenoménico en otro: *¿emergencia?*; 8) De distintas líneas de acción posibles en un patrón: *el método*; 9) *De las propiedades de las partes en las propiedades del todo: reduccionismo 1*; 10) *De las propiedades del todo en las propiedades de las partes: reduccionismo 2*.

El escrito aquí presentado abarca las siete primeras formas de reducción. Las tres restantes, que conforman al reduccionismo, se harán en una segunda entrega.

Abstract

The paper proposes to distinguish ten different epistemic reduction modes: 1) From the diverse in common: the concept; 2) From data in patterns: the law; 3) From the *explanandum* in the *explanans*: the explanation; 4) From the legal in the phenomenon: phenomenalism; 5) From the effect in the cause: the identity; 6) From a state of the system in its previous state: determinism; 7) From a phenomenal level to another: emergency?; 8) From different possible lines of action in a pattern: the method; 9) From the properties of the parts in the properties of the whole: reductionism 1; 10) From the properties of the whole in the properties of the parts: reductionism 2.

The paper here presented covers the first seven forms of reduction. The remaining three, which form reductionism, will be delivered in a second part.

I. Introducción: la reducción como operación epistémica

Quien ha vivido sabe que cualquier momento de su estar ha sido precedido de innumerables días, hechos de horas armadas por minutos y segundos. La fragilidad del instante en que se piense está sostenida por esa amorfa nube de tiempo previo y venidero. Pero por alguna razón los miembros de nuestra especie fueron encontrando inconfortable habitar en ese rincón del presente, siempre fugitivo y sólo

apoyado en la memoria de lo sido y en la expectativa de lo que vendrá. ¿Qué hicimos para saltar esa cerca del presente, el único tiempo que tenemos y nos tiene?

Hecha hace unos 27 mil años, la Venus de Laussel figura una hembra humana embarazada, sostiene un cuerno con trece marcas. ¿Se trata de una aproximación al calendario lunar, asociado al período de su embarazo? Los arqueólogos están familiarizados con restos primitivos de huesos o piedras que registran esas muescas, indicios quizás de un registro de regularidades en los ciclos lunares.

La construcción de cualquier calendario es recurso humano para evadir nuestro confinamiento en el presente. ¿Cómo lo hacemos? Buscando y encontrando alguna regularidad. En ella podemos ubicar cada día como un caso más del ciclo reiterativo. Más adelante agregaremos horas, minutos, segundos y porciones más breves aún, para saber el *cuándo* de nuestra estancia en el mundo. Quitamos presencia al presente vivido, ensanchamos nuestro tiempo, equinoccios y solsticios nos socorren para insertar cada día en alguno de los cuatro períodos anuales de nuestro calendario. ¿Quién fui? ¿Quién seré? El pasado y el futuro pierden su condición difusa cuando podemos meterlos en esa retícula espacial del calendario. Unos pocos números bastan para ese ejercicio de arrinconar la pluralidad sin perfiles de nuestros días en sólo algunos puntos que la retícula permite.

Antes habíamos hecho algo semejante con nuestra inserción en el espacio. El norte y el sur, el este y el oeste de nuestro hábitat nos ayudaron a diseñar un mapa orientador. Como cualquier animal, trazamos líneas de dirección de nuestros actos haciendo mapas del entorno que nos ha tocado en suerte. El *dónde* y el *cuándo*, mapas y calendarios, balbuceaban la aparición de la cultura humana. Con ambas herramientas lográbamos *reducir* la inabarcable pluralidad de los instantes de nuestras vidas en patrones estables. Los días se organizan en *tiempos de* (de caza, de siembra, de apareo, de crianza, de ritual, etc.) Nada muy distinto hacen los animales. Salvo esto: la construcción de lenguajes *abiertos*, que permiten cada vez más esa comunicación de lo imaginario. Desde allí el hombre nunca está donde está. Con la emergencia de la cultura se ha condenado a rememorar historias o a idear futuros. Hágase un corte imaginario en lo que cada miembro de la colmena humana vive en un instante. ¿Qué hallaremos? Que ninguno está confinado al tiempo presente, que está hablando consigo mismo o con su prójimo. ¿Y qué es el habla sino un alejarse del aquí y del ahora contando algún sucedido o anticipando otro?

Extrañamente, el aquí y el ahora -metidos en esa camisa de fuerza de mapas y calendarios nacidos desde el habla- se han vuelto más dóciles, más manejables. Esa fuga en lo imaginario, ese alejarse del presente real, ha mostrado ser una poderosa herramienta adaptativa para insertarnos en ese presente, justamente. No sólo la técnica del lenguaje, sino toda técnica, ha surgido de esa virtud asombrosa de nuestra especie: la ampliación del tiempo y del espacio en lo imaginario.

Curioso asunto: porque ensanchamos reduciendo. Reducir es contener en límites estrechos una pluralidad de asuntos. Los médicos *reducen* una quebradura. Justamente porque la dispersión astillada del hueso ha ocupado un espacio supernumerario, inadecuado. Los matemáticos *reducen* una ecuación, porque la nueva expresión mínima contiene lo que las plurales fórmulas previas informaban de manera sobreabundante. Si hay algo en el proceder de los jueces que los aleja de la ciencia es su anticuada voluntad de proliferar en folios inabarcables la historia de un juicio.

Pese a tan fundamental presencia de la reducción en nuestra convivencia con el mundo y con los demás, los intelectuales abominan del reduccionismo. Sostienen, con razón, que esa voluntad reductiva conduce a un olvido de la peculiaridad de lo reducido. Pretender, por ejemplo, que cada acto humano tiene como fundamento la libido, o la ideología social a que se pertenece, o las relaciones de producción, o la voluntad de poder, o el olvido o memoria de lo sagrado, o el clima, son formas de reduccionismo. Aunque algo de razón tienen todas ellas, dejan escurrir elementos propios de cada acto humano que simplemente no pueden confinarse en la retícula propuesta por cada una.

Una pregunta inevitable es, en consecuencia, ¿cuándo estamos frente a una reducción epistémicamente legítima y cuándo no?

En lo que sigue procuraré un análisis de clases de operación reductiva. Paso previo para responder dicha pregunta y que nos conducirá a un relevamiento de los asuntos centrales de la reducción.

Cuando empleamos la noción de reducción solemos olvidar que ella involucra un número considerable de tipos diferentes. Sin pretender agotarlos, me detendré aquí en diez modos de reducción. Asumo que en todos ellos se dan estos tres elementos básicos: un elemento reductor, otro elemento reducido y un acto en que la operación se cumple.

II. Diez mecanismos de reducción

En lo que sigue examinaré estos diez modos epistémicos diferentes de reducción: 1) De lo diverso en lo común: el *concepto*; 2) De datos en patrones: la *ley*; 3) Del *explanandum* en el *explanans*: la *explicación*; 4) De lo legal en el fenómeno: el *fenomenismo*; 5) Del efecto en la causa: la *identidad*; 6) De un estado del sistema en su estado anterior: el *determinismo*; 7) De un nivel fenoménico en otro: *¿emergencia?*; 8) De distintas líneas de acción posibles en un patrón: *el método*; 9) De las propiedades de las partes en las propiedades del todo: *reduccionismo 1*; 10) De las propiedades del todo en las propiedades de las partes: *reduccionismo 2*.

1- Reducción de lo diverso en lo común: el concepto

Los conceptos y las imágenes que empleamos en nuestros conocimientos tienen propiedades muy curiosas. Por ejemplo, no están en parte alguna si hacemos un relevamiento de las cosas que hay en el mundo, pero son instrumentos imprescindibles para ubicarnos y relacionarnos con ese mundo; *representan* aspectos de lo real recurriendo a la distinción sujeto-predicado (o individuo-clase, o extensión-comprensión, o como se quiera denominar a esa dupla), pero pocos se atreverán a proponer que en el mundo haya equivalentes de sujetos y predicados.

La lógica ha venido distinguiendo con buenas razones la *extensión* y la *comprensión* como propiedades de los conceptos. La extensión alude a la cantidad de objetos abarcados por el concepto y referidos por él. La comprensión, en cambio, toma en cuenta sólo algunas propiedades comunes a esos objetos. Quien ingresa a un bosque y reconoce a un lapacho, puede ejecutar ese reconocimiento porque ha escogido unas pocas características que ese individuo tiene en común con otros miembros de la clase. Desde el conocimiento previo de tales características típicas del lapacho ha podido reconocer la pertenencia de ese ejemplar que tiene ante sí a la clase *lapacho*.

La epistemología no puede dejar de preguntarse, ¿cómo obtuvo esa persona el conocimiento de las reducidas propiedades comunes a los lapachos? En este punto - como en todos los puntos- la filosofía se disgrega en respuestas diferentes. Pero en general esas respuestas pueden clasificarse en dos grupos: a) las que sostienen que sólo la experiencia puede ofrecernos dicha información; b) las que defienden que para

tener tal experiencia es preciso contar con instrumentos previos (*a priori*) que la hacen posible.

La primera respuesta es convincente y si se somete a votación obtendrá amplia mayoría democrática. Pero como ocurre tan a menudo, las mayorías se equivocan. Porque no es la experiencia de muchos lapachos la que ha generado la selección de unas pocas propiedades que se presentan siempre en los ejemplares de lapachos. Más bien esas experiencias diversas han necesitado una capacidad previa para organizarlas. Entre esas capacidades, precisamente, se encuentra la dupla sujeto-propiedad, un modelo vacío que -por eso mismo- puede aplicarse a la multitud de experiencias que tenemos en nuestras vidas. Si no contáramos con tal esquema organizativo, ¿en qué consistiría la experiencia? La neurofisiología nos informa que consiste en una profusión de viajes sinápticos cuyo sentido -por ahora- no aparece en parte alguna del sistema nervioso. Con algunas licencias poéticas, Borges ha procurado describir esa situación en su personaje Funes (el memorioso), un individuo impedido de advertir rasgos comunes a las diferentes formas en que ha visto, por ejemplo, la Luna y, por ello, menesteroso de palabras para nombrar la inacabable serie de lunas diversas. Recurre a una memoria minuciosa para entenderse con los objetos (memoria, se advertirá, que es otra capacidad *a priori*).

Funes es -como aquel otro personaje de Faulkner en *El sonido y la furia*- la expresión del fenomenismo, postura filosófica que encumbra al fenómeno (fragmentario, discontinuo) como única realidad propiamente dicha. Lo demás (la estabilidad del concepto por ejemplo) es ficción metafísica.

Sin embargo el pensamiento viene huyendo del ejemplo de Funes. No privilegia la memoria sino el concepto, no la pluralidad mareadora sino la unidad. En esto sigue a la vida. Porque ningún animal podría entenderse con el mundo si no lo fabricara con sus *a priori*, si no redujera la infatigable información proveniente de sus sensores dentro de esquemas de organización que simplifican la diversidad. No sabemos cómo vive el murciélago ciego al mundo construido desde su sistema de sonar, pero es fácil imaginar que es diferente del nuestro porque sus *a priori* biológicos lo son. Nuestro registro visual se ubica entre las radiaciones que van desde la longitud de onda de 400 nanómetros (luz violeta) y la de 700 nanómetros (luz roja). Las radiaciones infrarrojas y ultravioletas se ubican, respectivamente, arriba y debajo de ellas, nuestra visión no las percibe pero sí la de otros animales como serpientes e insectos. Ello constituye un *a priori* que nos habilita para ver lo que vemos, y nos impide

traspasar los límites. Una larga evolución biológica parece haber generado (*a posteriori*, en la filogenia) esas matrices habilitadoras para registrar información escogida del medio.

De modo que los conceptos son herramientas que empleamos para presentar un orden de realidad. Mediante ellos delimitamos un perímetro y nos referimos a él como si fuese *real*. Se trate de objetos ideales o físicos, el concepto recoge de ellos una versión escueta, reducida. La lógica, decíamos, viene distinguiendo dos propiedades de los conceptos: la comprensión y la extensión. La primera es el reducido grupo de propiedades escogidas en el concepto para aludir a su asunto. Referirnos a la masa física como el *producto de densidad por volumen*, supone desalojar la enorme variedad de notas poseídas por los objetos masivos y retener solamente las de *densidad, volumen y su producto*. La extensión, en cambio, alude a los objetos que quedan comprendidos en el alcance del concepto.

La cobertura en extensión aumenta en parte importante porque hemos reducido el número de notas consideradas. De manera que el concepto nos habilita para conocer (y así manejar) enormes porciones de mundo. Nuestro espacio se ensancha. Una vez más, salimos del estrecho territorio del entorno que habitamos. Sobre la base de mejoras en nuestras construcciones conceptuales, la especie humana está dilatando ese hábitat al espacio cósmico. De modo que la habilidad biológica para construir conceptos tiene ventajas adaptativas muy fuertes. No parece ser muy diferente esta destreza en numerosos animales. Lo que nos confiere una ventaja fuerte frente a ellos es nuestra facilidad para *rotular* los conceptos con palabras. Y aun a éstas, con símbolos menores (letras o números) que permiten el ingreso del cálculo algebraico entre las proposiciones que formulamos sobre el mundo.

Retomemos nuestra pregunta anterior. ¿Cómo obtenemos las reducidas notas comunes -comprensión- que cubren un área conceptual -extensión? En otras palabras ¿cómo ampliamos nuestro hábitat -vital y conceptual- desde una reducción que Funes el memorioso no puede hacer?

Mencioné dos respuestas antagónicas. Siguiendo una versión de la biología lamarckiana, llamamos *instructiva* a la que privilegia una actitud más bien pasiva del sujeto ante el mundo. Según ella, las cosas son como son, ineludiblemente nos imponen ese modo suyo de ser, nosotros somos instruidos por el mundo sobre el modo apropiado de captarlas, cualquier hipótesis fantasiosa sobre los fenómenos

nos alejará de ellos, hay que volver a las cosas mismas y respetarlas tales cuales se presentan para entenderlas.

Prolongando el punto de vista evolucionista del darwinismo, en cambio, la interpretación *selectiva* insiste en el valor más bien secundario que tiene el medio en la configuración de los organismos y de las representaciones que ellos hacen de lo real; las formas y funciones de los seres vivos no están construidas con las *instrucciones* del ambiente, sino hechas autónomamente desde un ADN que las fabrica y lanza al mundo. Lo que éste hace es *seleccionar* a las más aptas y descartar a las inadaptadas. Desde la epistemología evolucionista, los conceptos son herramientas cuya funcionalidad adaptativa se ha impuesto por el éxito que otorga a sus portadores. Y el éxito radica en la enorme libertad que tenemos para construir nuestros conceptos sobre el mundo. Conceptos que luego podemos someter (cuando aceptamos la racionalidad científica) al control drástico del medio: sobrevivirán si el ambiente no los descalifica como desajustados.

El examen de la segunda reducción que consideramos aquí nos obligará a regresar sobre nuestra pregunta formulada antes: ¿cómo obtenemos la reducida comprensión de un concepto desde donde aludimos a su referente?

2- Reducción de datos en patrones: la ley

La lógica tradicional ha venido sosteniendo la pedagógica distinción entre conceptos, juicios y razonamientos. Los primeros serían *representaciones* de algo (distintos del signo empleado para referir ese algo; distintos también del objeto referido y finalmente distintos del pensar psicológico concreto desde donde ejecutamos esas representaciones). El concepto no estaría comprometido con la afirmación o negación (y, por consiguiente, con la verdad o falsedad): sólo *presenta* un asunto sin juzgarlo. Precisamente el juicio sería la herramienta lógica que -al vincular un concepto sujeto con otro concepto predicado, a través de la cópula- cumple la función enunciativa: algo se dice de algo. Finalmente, el razonamiento sería una vinculación lógica entre juicios (así como el juicio consiste en una vinculación de conceptos): vinculación tal que, a partir de algunos juicios entendidos como premisas, se desprende obligadamente otro (u otros) que llamamos conclusión.

Señalábamos que el concepto practica una reducción de lo diverso en lo común. Cuando un médico recibe en su guardia de urgencia a un individuo con

fractura de un fémur, atiende a ese individuo en aquello que de común presenta con otras fracturas de fémur conocidas y estudiadas por él. Desatiende, en consecuencia, una pluralidad abierta de características que ese individuo presenta. Entenderá, por ejemplo, irrelevantes su vestuario, condición social, idioma que habla, etc. El concepto *fémur fracturado* incluye al paciente y ese acto supone no sólo dicha inclusión sino la exclusión de una multitud de propiedades igualmente presentes en él. Sin ese olvido su acción médica se volvería impracticable: el *efecto Funes* se lo impediría.

La representación del juicio en la lógica tradicional es *S es P* para los juicios afirmativos y *S no es P* para los negativos. Es tentador aceptar que el concepto *Hombre herido* (*S*) carece de la función enunciativa que sí reconocemos claramente en el juicio *Este hombre herido tiene el fémur fracturado* (*S es P*). Pero esa aceptación no parece conciliable con la caracterización del concepto como entidad lógica que posee *comprensión* (notas tomadas en consideración para delimitar el área que cubre el concepto) y *extensión* (área que abarca a los individuos comprendidos en él). Porque ¿acaso la *comprensión* no es precisamente el predicado común escogido para trazar los límites del concepto? ¿Puede imaginarse la sola *presentación* de un orden conceptual sin predicar algo, sin afirmar o negar algo del orden referido? Con razón, Aristóteles ha sostenido al pasar que “en todo concepto hay un juicio implícito”.

La frontera entre concepto y juicio tiende a borrarse con estas consideraciones. Más aún si reconocemos que la función reductora en ambos es similar: ¿acaso el juicio afirmativo no introduce un orden (*S*) en otro (*P*) en el mismo estilo que el concepto olvida una pluralidad de singularidades para recogerlas en un marco genérico que cubre a todas ellas sólo desde su común participación en una propiedad? Ambos, nótese, sacrifican lo diverso en lo común (adviértase, igualmente, que los juicios negativos *-S no es P-* rechazan ese intento reductivo del juicio afirmativo).

Kant hizo clásica la distinción (reconocida tempranamente por la filosofía griega) entre juicios *sintéticos* y juicios *analíticos*. Ambos presentan -como todo juicio- un sujeto gramatical del que algo se afirma o niega. Sólo que en los juicios sintéticos ese predicado nos entrega una información que no estaba implícita en el concepto sujeto. Los analíticos, en cambio, hacen eso: despliegan en el predicado propiedades ya ofrecidas por el concepto sujeto. Si decimos, por ejemplo, que *La*

Tierra gira en un eje inclinado 27° del plano de la eclíptica, estaríamos enunciando un juicio sintético. Pues el concepto *Tierra* no nos dice por sí mismo esa extraña condición de trompo inclinado de nuestro planeta. En cambio, sostener que *7 + 5 es igual a 12* (el ejemplo es de Kant) nos pone frente a una información del predicado (igual a 12) que nada agrega al concepto sujeto (7+5). Esto es: el solo análisis de la suma formulada por el sujeto nos indica una identidad con el predicado.

Las matemáticas y la lógica, disciplinas formales, estarían compuestas por enunciados analíticos, en tanto que las ciencias fácticas (Física, Biología, etc.) enunciarían juicios sintéticos.

Esto parece muy claro mientras no lo revisamos demasiado. Porque ¿acaso no todo sujeto de juicio contiene información que vuelve entendible lo referido por él? Y si es así ¿acaso no todo juicio es finalmente analítico? Cuando digo *Tierra*, por ejemplo, puedo entender de qué se habla porque tengo en vista algunas propiedades de nuestro planeta. Pensemos un contraejemplo posible de esta situación: propongamos un concepto del que nada puedo predicar pues desconozco completamente a qué se refiere. Lo llamemos *X*. ¿Qué puedo predicarle? Desde el punto de vista analítico, podemos decir que *X es igual a X*; o que $((X+X)-X)=X$, o cualquiera otra forma genérica de relación propia de los entes formales de la lógica o las matemáticas.

Esto último parece mostrar que algo defendible hay en la oposición analítico-sintético. En este sentido: que la adquisición de información proporcionada por el predicado es, en el caso de los juicios analíticos, independiente de la experiencia. Es la razón la encargada de convalidar dichos enunciados. En cambio, determinar si *La Tierra está quieta en el centro del universo* es un juicio verdadero o falso, es asunto que pasa obligadamente por la interpretación de datos empíricos.

Ese rasgo diferenciador no impide que ambos tipos de juicio (sintéticos, analíticos) participen de este rasgo común: en ellos el sujeto señala obligadamente alguna propiedad. Y por lo mismo estamos frente a una cierta analiticidad.

Analíticos o sintéticos, los juicios enfrentan la común tarea de reducir series de datos (fenómenos o entidades abstractas) en patrones recurrentes dentro de dichas series.

Para entenderlo mejor distingamos entre datos aleatorios y no aleatorios. La serie siguiente, por ejemplo, ha sido obtenida arrojando un dado ocho veces; 4, 6, 5, 1, 5, 4, 4,3. ¿Alguien puede anticipar, atendiendo ese ordenamiento de datos, cómo

continuaría su secuencia? Si rechazamos bolas de cristal y borras de café como recursos válidos, es poco probable que alguien arriesgue una respuesta. ¿Por qué? Aquí llegamos a una propiedad central de nuestro psiquismo: su capacidad para hallar patrones recurrentes, hormas dentro de las cuales discurren los fenómenos del mundo o los contenidos de la propia conciencia. Ante la continuación de esa serie nos hallamos frente a la incertidumbre precisamente porque no somos capaces de encontrar un patrón ordenador que convierta la serie en predecible. No subestimemos, sin embargo, la capacidad reductora de nuestras mentes. Preguntemos qué puede pronosticar de su continuación a alguien que desconoce el modo en que ha sido obtenida dicha serie. No le costará trabajo descubrir que aunque los números aparecen sin orden, están confinados al rango de 1 a 6. Y es una importante predicción saber que los venideros se moverán en ese rango. Si le ofreciéramos los valores 0 y 1 distribuidos aleatoriamente -0,0,0,1,0,1,1,0,1,0,1, por ejemplo- advertirá que el rango es más estrecho aún (sospechará que se originó en una moneda arrojada, no en un dado) y, por lo mismo, la predictibilidad del próximo número en la serie ha aumentado. De modo que aun ante secuencias aleatorias como éstas somos capaces de reducir, de estrechar los comportamientos posibles que manifiestan los datos. Por eso es que puede descifrarse el código desconocido que oculta un mensaje cifrado. Tarea creativa, sin duda, nada sencilla. Ella se simplifica cuando ante una serie dada descubrimos cuál es su ordenamiento. Si preguntamos a un niño familiarizado con la aritmética elemental cómo continúa esta serie: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14..., le costará poco entender que la hebra que hilvana esos datos es su condición de *números pares*. La reducción de todos los miembros de la serie a la condición de *múltiplos de 2*, permite predecir cómo continuará. Y ante cualquier corte que hagamos en la serie, su futuro y su pasado son igualmente anticipables.

¿Qué diferencia, pues, a las series aleatorias de las no aleatorias? La respuesta es más simple de formular que de aplicar en cada caso: en las primeras no hemos sido capaces de hallar una versión reducida que permita reconstruir la serie; en las segundas hemos encontrado una versión reducida desde la cual puede generarse la serie. Siguiendo a J. D.Barrow¹ llamemos a las primeras series no

¹ "Teorías unificadas", en *Imaginación de la naturaleza*, John Cornwell, editor, (versión española de Jorge Estrella), ed. Universitaria, Santiago, Chile, 1997.

comprimibles y comprimibles a las segundas.

¿Cómo estar ciertos sobre la condición no comprimible de una secuencia de fenómenos? ¿Acaso podemos asegurar que no la hay? Nadie sabe dónde surgirá el próximo número primo, desconocido aún dentro de la serie de los números naturales. ¿La aparición de estos números sigue un patrón? Y cuando -al revés- creemos haberla encontrado ¿podemos estar seguros que se corresponde con la realidad? Por ejemplo: alguien encuentra que existe una correlación estrecha entre la declinación de la delincuencia joven en un estado donde se autorizó el aborto 17 años atrás. Ambos órdenes de fenómenos (descenso de la criminalidad joven-abortos permitidos desde 17 años atrás) sugieren al investigador una correlación causal entre: criminalidad joven practicada por hijos no queridos-supresión de esos hijos antes de nacer-eliminación de un factor importante en la práctica criminal joven-correlativa eliminación de un número significativo de criminalidad. Alguien podrá encontrar otra alteración que se vincule de modo regular con esa declinación en la criminalidad joven. Supongamos que la halle en la caída de los valores en las acciones de una empresa. ¿Por qué estimamos más cercana a la realidad la primera que ésta? Sólo por un criterio de eficiencia en las predicciones: en el futuro cabe experimentar si la correlación aborto-disminución del crimen joven se cumple en otras partes, cosa que difícilmente podrá sostenerse en la pretendida correspondencia caída del valor bursátil de tal empresa-disminución del crimen joven.

El hallazgo de correlaciones no aleatorias entre grupos de fenómenos es sin duda un factor decisivo para orientarnos en el entorno que nos ha tocado en suerte. Tanto la comprensión del mundo como la acción que sobre él ejercemos dependen de estas *compresiones reductivas*. Recuérdese, por ejemplo, el modo en que Arquímedes resolvió el problema de determinar si la corona entregada por el orfebre al rey estaba hecha de oro o si había aleaciones que la adulteraban. Mientras se sumergía en el agua de un baño público sospechó que el agua desalojada por su cuerpo en la bañera se asociaba con la pérdida de peso que experimentaba dentro del agua. La conclusión de su razonamiento (formulado vertiginosamente por su intuición sagaz) puede sintetizarse en este juicio: *La pérdida de peso de un cuerpo en el agua es proporcional al peso específico del cuerpo*. La construcción de la balanza hidrostática y la determinación subsiguiente de los valores propios de cada sustancia entregaban al conocimiento una herramienta poderosa de análisis y de acción sobre el mundo. ¿Acaso esa comprensión hubiese sido posible sin la

compresión reductiva, sin el hallazgo de un patrón que reduce la serie polimorfa de fenómenos a un esquema reiterativo, a una serie no aleatoria que suprimía la arbitrariedad en que hasta entonces aparecían dichos fenómenos?

La física de Newton, con sus tres leyes centrales más la fórmula de la atracción gravitatoria, es un ejemplo gigantesco de una compresión reductiva que ha permitido entender y actuar sobre el mundo de modo ingenieril.

Si resumimos los efectos epistémicos de la compresión reductiva, diremos que:

a) Halla lo reiterativo. En este sentido, el conocimiento busca y encuentra lo monótono tras lo diferente.

b) Anuda, así, lo disperso. Barrow sostiene que "La ciencia apuesta a que existe una representación abreviada de la lógica que se esconde tras las propiedades del universo, que puede ser escrita en forma finita por los seres humanos"².

c) Retrodice y predice. Esto es, ensancha el tiempo y el espacio. Incrementa el hábitat intelectual y biológico de nuestra especie.

Si reflexionamos sobre la distinción entre conceptos y juicios hecha arriba, notaremos que la voluntad reductiva en que se ejercita el pensamiento nos pone zancadillas importantes. Porque al trazar límites entre ambos, el mecanismo *a priori* de identificar nos propone que conceptos y juicios ejercen una función común: introducir algo dentro de una categoría más abarcadora que quita individualidad a ese algo y lo convierte en un *caso* de otro asunto más general. El concepto *negro*, por ejemplo, confina todas las realidades negras (tan distintas entre sí) en un espacio conceptual que sólo recoge como propiedad relevante la *negrura*. Y un juicio como *Los tordos son negros*, hace algo semejante: subsume un orden dentro de otro.

Cualquiera sea la diferencia real entre conceptos y juicios, cabe preguntarse respecto de ambos ¿cuál es el elemento reductor y cuál el reducido?

Nos detengamos en el esquema de los juicios afirmativos, expresado por *S es P* en la lógica tradicional. ¿Cuál de ambos reduce al otro? En *Los tordos son negros*, el juicio nos invita a reconocer que un orden homogéneo (las aves que son tordos) está inmerso en otro orden homogéneo. Pero lo cierto es que ambos órdenes son heterogéneos. Si en este caso reducir es *identificar* dos dominios, la pregunta se

² *Op. cit.*

abre en dos: a) ¿cómo hace nuestro psiquismo para reunir en una identidad dos órdenes heterogéneos?; b) ¿cuál de ambos dominios reduce al otro?

Y si consideramos la reducción como una operación epistémica (más que lógica), la última pregunta puede reformularse así: ¿es el predicado el que determina el alcance del sujeto o al revés?

Podemos defender que el juicio *Los tordos son negros* nos invita a ver el grupo de individuos tordos sólo desde el ángulo de su color negro. En este sentido una propiedad común a ellos (el color negro) aparece como el elemento reductor desde el cual se piensa o percibe cada singularidad de la clase (el elemento reducido). No deja de ser extraño que construyamos esa identidad referida a un orden objetivo como si fuese homogénea cuando en realidad ingresan en ella elementos disímiles (*tordos-negros*). Porque ante un cuervo (también negro) difícilmente nos equivoquemos y lo llamemos *tordo*. Ello muestra que nuestro concepto (o nuestra imagen) de *tordo* está elaborado, además, con otros ingredientes (tamaño, forma, costumbre de poner sus huevos en nidos ajenos, etc.). Por ello no lo confundimos con *cuervo* o *cóndor*. Pero nótese, nuevamente, cómo identificamos un orden objetivo reduciendo una pluralidad de notas distintas en una matriz homogénea.

Esta introducción de la unidad en la diversidad es sumamente eficaz en nuestro trato con el mundo. En estilo análogo, mi gato vive sus certidumbres respecto de un ratón al no confundirlo con un perro, por ejemplo.

Propongo que el elemento reductor (en conceptos y en juicios que manejamos) es un *a priori* biótico de nuestro psiquismo. Nos entrega la facultad de escoger algún rasgo que estimamos significativo para desde allí agrupar un orden estimado real. Contra la cómoda versión del esencialismo -que atribuye una naturaleza propia a cada orden de cosas y a nuestro psiquismo la capacidad de captarla- el conocimiento muestra una extraordinaria libertad para escoger qué hemos de estimar *relevante* en la construcción de conceptos y en la emisión de juicios. Puesta ante una prueba para medir su coeficiente intelectual, y donde debía escoger qué elemento emplear en caso de lluvia (entre una bicicleta, un paraguas, un árbol) la gorila Kokó escoge sin dudar el árbol. La pertenencia del mismo a la propiedad *protección contra la lluvia* es sufí

cientemente clara para ella (seguramente porque puede trepar con facilidad y guarecerse en él). Con igual celeridad nosotros escogeríamos al paraguas.

¿Cuántas formas de ordenar lo real somos capaces de asumir? La historia de las culturas humanas registra una variedad sin fin. ¿Por qué algunas de ellas son estimadas verdaderas y otras no? Cuando se asume la opción racionalista, queda en claro que la pluralidad de opciones en la ordenación de lo real sufre una restricción importante: sólo se reputarán como verdaderos los juicios que formulan una comprensión epistémica avalada por los datos de experiencia o por la razón o por ambas.

III. Del *explanandum* en el *explanans*: la explicación

Así como una predicación permite la inclusión de entidades diversas en una misma extensión, tarea —lo vimos— común a conceptos y a juicios, la explicación también ofrece la inclusión de una conclusión deductiva (*explanandum*) en las premisas desde donde esa conclusión se infiere (*explanans*). Tal es la tarea cumplida por nuestras explicaciones.

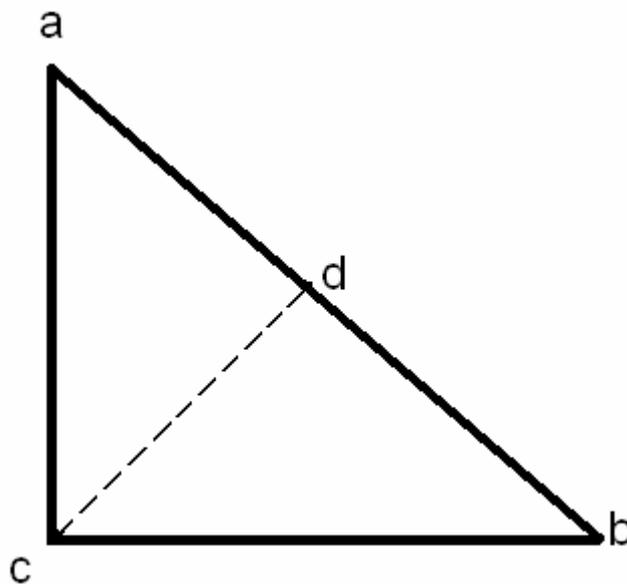
Cuando Colón ensayaba convencer a los reyes de España sobre la conveniencia de navegar hacia el oeste para llegar a Las Indias, lo que hacía era proponer una explicación para esa elección racional. Convencido de la condición esférica de nuestro planeta (asunto que, al parecer, no compartían los sabios de la corte) y también de su tamaño aproximado (posiblemente conociendo el cálculo de Eratóstenes hecho alrededor de 240 a. de C.) su argumentación ofrecía una consistencia muy atendible. *Si en una esfera se desplaza un punto hacia el oeste, se llegará a otros puntos ubicados hacia el este del punto de partida.* Aceptado que el tamaño de la esfera terrestre no superaba los 40.000 kilómetros (tal la medida de Eratóstenes en su equivalente actual) la empresa se presentaba realizable para navegantes experimentados que pudieran conservar —brújula en mano— la dirección oeste en su travesía.

La explicación de Colón equivalía a una predicción precisamente porque reducía su viaje propuesto a un caso más de una situación general: sólo sostenía que la llegada a Las Indias era una conclusión lógica de aceptar la condición esférica de nuestro planeta, su tamaño presunto y la conservación de la dirección oeste en el viaje. El cálculo suponía otro requisito: que en la zona intermedia entre la partida y la llegada habría mares y no continentes. Ese detalle erróneo hizo a Colón descubrir América. Después de todo, su razonamiento estaba suspendido en varias hipótesis sin verificación clara hasta ese momento. Tuvo suerte que las cuatro más

importantes en que se fundaba su propuesta (forma y tamaño de la Tierra, ausencia de masas continentales que interrumpieran su viaje, capacidad para conservar la dirección oeste en él) fuesen vistas como verosímiles por los reyes.

En ésta, como en cualquier otra explicación, la conclusión se desprende de un razonamiento deductivo que *suprime la singularidad de esa conclusión para verla como reducida a un caso más del cumplimiento de reglas o leyes estimadas verdaderas en las premisas de la deducción.*

Veamos la siguiente demostración del conocido teorema de Pitágoras, con el propósito de destacar mejor los rasgos de este estilo de reducción, acaso el más significativo que ejercita la ciencia.



En el triángulo rectángulo abc construimos otros dos, también rectángulos: adc y cdb. A partir de allí, y asumiendo que contamos con tres triángulos rectángulos equivalentes, razonamos del siguiente modo:

- | | | |
|----|----------------------|-------------------------------|
| 1) | $ab : ac :: ac : ad$ | por equivalencia. |
| 2) | $ab : cb :: cb : db$ | por equivalencia. |
| 3) | $ab/ac = ac/ad$ | por equivalencia. |
| 4) | $ab/cb = cb/bd$ | por equivalencia. |
| 5) | $(ac)^2 = (ab.ad)$ | de 3, por pasaje de términos. |
| 6) | $(cb)^2 = (ab.bd)$ | de 4, por pasaje de términos. |

- 7) $(ac)^2 + (cb)^2 = \{(ab.ad) + (ab.bd)\}$ de 5 y 6 por suma miembro a miembro.
- 8) $\{(ac)^2 + (cb)^2\} = \{(ab).(ad+db)\}$ de 7, sacando factor común.
- 9) $\{(ac)^2 + (cb)^2\} = (ab.ab)$ de 8, por sustitución.
- 10) $\{(ac)^2 + (cb)^2\} = (ab)^2$ de 9, por sustitución.
- 11) $(ab)^2 = \{(ac)^2 + (cb)^2\}$

La conclusión 11) sostiene que el cuadrado de la hipotenusa equivale a la suma de los cuadrados de los dos catetos en un triángulo rectángulo. El razonamiento, construido en las diez premisas previas, empuja con fuerza lógica hacia esa conclusión. ¿Por qué? porque hay una sostenida identidad conservada a lo largo de ese razonamiento –merced al cumplimiento de leyes de transformación– entre los puntos de partida 1) y 2) y la conclusión 11).

Y es esa identidad, precisamente, la que *reduce* la afirmación 11) a decir lo mismo que las 10 premisas previas; 11) es, por ello, una versión reducida de la cadena de identidades construida en el razonamiento.

Decir ciencia es lo mismo que decir conocimiento ofrecido desde explicaciones. Y éstas cumplen –en la ciencia, no en las formulaciones ideológicas– al menos con estas dos reglas elementales: a) formular leyes suficientemente sometidas a control o verosímiles en el *explanans* (premisas), en cuyo alcance quedará comprendido el *explanandum* (conclusión); b) sostener un curso deductivo consistente, esto es, respetar la norma lógica general que asegura la imposibilidad de derivar falsedad a partir de juicios verdaderos. Esta segunda regulación asegura, precisamente, el cumplimiento de la regla a): garantiza que la conclusión caiga en la extensión de las leyes empleadas en las premisas.

La sostenida identidad entre premisas y conclusión de un razonamiento explicativo releva un extraño asunto: si la conclusión no hace otra cosa que explicitar lo mismo que ya estaba sostenido en las premisas, ¿qué explican, entonces, las explicaciones de la ciencia?³ Mi propuesta es que nuestro psiquismo es incapaz de percibir anticipadamente, en una intuición global, dicha identidad. Todo lo contrario, normalmente debe *construir* (crear) dicha identidad. Debe introducir lo *conocido* en un orden *desconocido* (conjeturado). En nuestro ejemplo, la demostración del

³ En mi trabajo “¿Qué explican las explicaciones?” -véase mi libro *Argumentos filosóficos*, Ed. Andrés Bello, Santiago, Chile, 1983- he propuesto un análisis más detallado de este problema.

teorema de Pitágoras inicia con las proposiciones 1) y 2). ¿Cómo saber de antemano el curso que conducirá a 11)? De hecho ha sido ideado en un vigoroso acto creativo. ¿Quién podría ver de antemano en esas dos premisas el hilo de identidad que las une con la conclusión? De modo que la ciencia bien puede caracterizarse como la construcción de identidades lógicas allí donde nuestra psique es incapaz de advertirlas *prima facie*. El razonamiento de Colón hubiera podido imponerse, con el conocimiento que los griegos tenían sobre nuestro planeta, unos dieciocho siglos antes. Entre la identidad lógica y el triunfo real de una idea suele introducirse el tiempo como una variable que desbarata u oculta esa identidad.

¿Por qué, pues, criticar la reducción científica si ella está en el centro de su hacer? Las explicaciones satisfactorias de la ciencia son reductivas, lo mismo que sus leyes (juicios generales) y sus conceptos. Los sentidos 1, 2 y 3 de reducción que venimos analizando conforman algo así como el sistema nervioso central de la ciencia: aislar variables (precisar conceptos), descubrir sus vínculos funcionales (formular leyes), explicar (esto es, predecir, retrodecir) y aplicar dichas leyes en la tecnología.

IV. De lo legal en el fenómeno: el fenomenismo

Importa reiterar que nuestra pregunta, planteada en 2, sobre cuál es -en el juicio- el elemento reductor y cuál el reducido, tiene otra respuesta a la defendida en este ensayo. Se trata de una filosofía que bien puede llamarse empirismo esencialista, como el defendido por Aristóteles y otras filosofías afines al sentido común. En ellas no es el predicado el que comprime el orden del sujeto sino a la inversa. Dentro de este pensamiento, las afirmaciones que introducen un orden en otro sólo tienen sostén y verdad en las singularidades reales observadas. *Los tordos son negros*, por ejemplo, no hace otra cosa que abreviar un conjunto de observaciones singulares. El juicio genérico sólo funciona como reductor en el plano del conocimiento. Porque en el orden de lo que hay, lo singular es prioritario. Y si podemos elevarnos a una generalización (útil para el conocimiento) no podemos olvidar que ella limita su pretensión de verdad en lo singular: es éste el que reduce la verdad de ese predicado genérico aplicado a un sujeto plural, también éste sostenido en los elementos que conforman su extensión.

Tratando de hacer más entendible esta respuesta del empirismo esencialista, comparémoslo con otra variedad del empirismo: el fenomenismo. Si aquél tiene un buen representante en Aristóteles, éste puede hallarlo en B. Russell. Su teoría de las descripciones, en efecto, prolongando la filosofía de Hume, sostiene la preeminencia de las predicaciones que adosamos a un sujeto por encima del sujeto mismo. Éste no tiene un estatuto existencial porque no es otra cosa que la suma de atributos reconocidos en el predicado. En la función lógica Fx -donde x representa la variable sujeto y F la variable predicado- hay, para el empirismo fenomenista, un vaciamiento de x en favor de F : x se reduce a F . En nuestro ejemplo, no es el tordo singular ni la multitud de toda su clase lo que justifica las múltiples predicaciones que sobre él hacemos (como quieren Aristóteles y el inductivismo), sino justamente lo contrario: son esas predicaciones las que, sumadas, nos entregan la ilusión de estar ante un orden objetivo (el sujeto x). De modo que los x no son otra cosa que los F . Para el empirismo esencialista, en cambio, son los x quienes soportan a las predicaciones: éstas no tienen autonomía alguna, sin el sujeto que las sostiene nada serían⁴.

Pero curiosamente, el empirismo esencialista, que privilegia la prioridad existencial de lo singular como base para sostener nuestras inducciones generalizadoras en los juicios, se ve empujado a ejercitar una reducción inversa: si por el lado de su empirismo concede fuerza reductora a lo singular (respecto de lo genérico), por el lado de su esencialismo reduce lo aparente (lo singular fenoménico) a una legalidad esencial que lo trasciende: ésta es la verdadera realidad, no el instante fragmentario donde habita el fenómeno.

De modo que ante la oposición *apariencia-realidad*, tenemos dos operaciones reductoras antagónicas: a) el empirismo esencialista dirá que la verdadera realidad está en las esencias (o leyes, agregaríamos hoy) que subyacen al mundo de fenómenos y que nuestro entendimiento captura en el conocimiento; b) el empirismo fenomenista sostendrá que ese mundo de leyes o esencias es una ficción metafísica, una ilusión de nuestro psiquismo, porque lo único que hay se reduce a lo que aparece, el fenómeno.

Estamos aquí en presencia de dos opciones metafísicas opuestas. El empirismo esencialista comienza concediendo prioridad a lo singular (el fenómeno)

⁴ En mi trabajo "La Inducción y la definición, un análisis semántico" -ver mi libro *Teoría de la acción*, Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 1987- he examinado más detenidamente las dificultades de ambas posturas antagónicas.

pero se deja tentar rápidamente por un sostén metafísico esencial que da existencia y justificación a esa apariencia fenoménica: el fenómeno termina reducido por esa legalidad. En el extremo opuesto encontramos la reducción inversa: el empirismo fenomenista no quiere moverse de lo único que aparece como existente, no quiere extraviarse en las tinieblas metafísicas y prefiere reducir esa pretendida legalidad subyacente en la pluralidad fenoménica. La desconfiada navaja de Occam corta por lo sano: cualquier conceptualización que conceda existencia a entidades dudosas (sustancia, mente, campo, ley, por ejemplo) incrementa inútilmente el orden de lo que hay y debe descartarse. Pero, claro está, se trata de una reducción extraña: más bien es una ampliación que ensaya no reducir lo aparente; una reducción a lo Funes, que arriesga naufragar en el desvarío de lo que se muestra y termina atribuyendo a nuestros juicios sobre el mundo un valor sólo instrumental, no captador de esencia oculta alguna por detrás de lo aparente.

Entre Parménides y el instrumentalismo fenomenista, los filósofos han desplegado una variedad de posturas que matizan esas soluciones extremas. M. Bunge, por ejemplo, no duda en optar por una versión esencialista, esto es, por la defensa de una reducción del fenómeno a la legalidad natural. Su clara distinción entre leyes 1 (patrones objetivos del mundo natural, social y psíquico), leyes 2 (formulaciones de nuestro conocimiento) y leyes 3 (normas de acción fundadas en leyes 2) es parte importante del esfuerzo racionalista por asumir el universo como inteligible, esto es, organizado por leyes objetivas, las conozcamos o no.

Un filósofo como K. Popper, en cambio, pese a su crítica severa del instrumentalismo, se aproxima a él cuando cuestiona al esencialismo. Prueba de ello es que en su teoría de los tres mundos (hechos físicos, fenómenos mentales, hechos culturales que resultan de la interacción de los dos anteriores) no registra a las leyes (o esencias) como formando parte de la realidad, en un sentido análogo al del fenomenismo.

La ontología defendida desde la ciencia se ve obligada a caer en alguna de las filosofías que ensayaron responder a la vieja pregunta *¿Qué es lo que hay?* Y sobrevive en el ánimo de nuestro tiempo la propuesta positivista, aliada del conductismo, el instrumentalismo fenomenista y algunas formas del pragmatismo.

Particularmente difícil le ha resultado al monismo ontológico asumido desde esta filosofía, la relación mente-cuerpo. No acaba de aclararse cómo pueden nuestros enunciados de conocimiento (nacidos de nuestro psiquismo y

comprometidos con enunciados universales, explicaciones y otras reducciones) aplicarse a ese mundo conformado sólo por fenómenos, sin sostenes metafísicos como esencias, leyes o estados mentales. Pues estos órdenes no son registrables en cualquier relevamiento que se haga del universo.

En la perspectiva del monismo materialista, el concepto de *verdad* se vuelve enigmático, pues estimamos verdaderas a las leyes científicas, formuladas siempre en lenguaje universal. ¿Y acaso no se entiende que un enunciado es verdadero si concuerda con su referente? Y aquí ocurre que ese referente universal *no está*, en el orden fenoménico nunca aparece: pues allí sólo hay fenómenos, siempre pasajeros de tránsito en el volátil tiempo presente.

Particularmente notable ha sido la solución del pragmatismo en su interpretación de la verdad: porque se ha dado maña para conservar la interpretación usual de verdad como *concordancia*. Sólo que esta vez la concordancia se efectúa, no entre dos planos heterogéneos (mente-realidad), sino entre dos órdenes físicos: realidad y comportamiento. Un conocimiento es verdadero cuando resulta exitoso. Esto es, cuando la conducta que dicho conocimiento encarna, encaja adecuadamente en los hechos. Suprimida toda ontología supernumeraria, descalificados del orden real los significados, la mente, los universales empleados por el lenguaje, etc., ¿qué queda, para el monismo materialista, de la relación hombre-mundo? Pues simplemente su comportamiento, el único plano afín al fenoménico. Y la verdad perderá su condición de enigma al entenderse como *instrumental*, como herramienta de todo cálculo para una conducta *eficiente*.

Claro que el precio pagado por este ascetismo ontológico es muy severo: despacha al orden de ficciones irreales la ideación creativa, los fines y todo ese inacabable orden de sentido surgido desde nuestra intencionalidad, justamente desde donde nace la ciencia. El conductismo, el positivismo, el instrumentalismo y algunas tendencias del pragmatismo, son parientes espirituales que siguen inspirando a gran parte de la comunidad científica contemporánea.

La interpretación alternativa, que acepta los dualismos mente-cuerpo, fenómeno-ley, significado-realidad, parece seducir a grupos reducidos de científicos.

¿Qué hace la mejor ciencia? Convive con ambas posturas. En el mejor estilo oportunista, apuesta por una u otra según le convenga para crecer.

V. Del efecto en la causa: la identidad

La reducción del efecto en la causa tiene un parentesco notorio con los cuatro examinados hasta aquí: se trata de reconocer identidad allí donde nuestra experiencia registra diversidad. El concepto (una *variable* cualquiera de las empleadas por la ciencia, por ejemplo), el juicio (un enunciado de ley es un juicio) y un razonamiento deductivo (cualquier explicación científica) insertan un orden dentro de otro que suprime la heterogeneidad entre ambos.

Cuando sostenemos que el efecto se reduce a la causa, estimamos que el viejo adagio “nada hay en el efecto que no esté contenido en la causa” es verdadero. Cuando atribuimos la inflación a la fabricación de dinero sin respaldo, estamos representándonos un mundo económico donde la única diferencia entre el antecedente causal (fabricación de dinero sin respaldo) y el efecto consecuente (inflación) es el tiempo que media entre ambos. Pero lo que hay a lo largo de esa temporalidad es un continuo, una identidad persistente entre la circulación social de ese dinero supernumerario y el incremento de los precios.

A tal punto somos causalistas que ante cualquier porción del mundo que nos sorprenda (un ruido imprevisto, una enfermedad, un golpe de suerte o una tormenta de granizo, por ejemplo) buscamos el *causante* (término tomado inicialmente en el orden moral como *responsable*, *culpable*). Y, cuando creemos haberlo hallado, eso nos proporciona una cierta tranquilidad epistémica. Si la búsqueda de conocimiento se inicia en el asombro (como propuso Aristóteles -hoy diríamos: en el reconocimiento de un problema) el hallazgo de ese saber buscado sólo puede proporcionarlo el reconocimiento de la causa (es decir, la solución del problema).

Sin embargo, nuestro ejercicio epistémico constante de la causalidad no ha logrado escapar de dos dificultades centrales que la filosofía viene reconociendo en él.

La primera es establecer si el mundo real es un *continuo homogéneo* o un *discontinuo heterogéneo*. La tentación reduccionista viene buscando, desde los remotos orígenes del atomismo griego, unidades últimas, no descomponibles, que se encuentren en toda organización material. Quarks, electrones y supercuerdas son hoy candidatos a sustrato del universo, es decir a componentes en que finaliza todo análisis y desde los que puede responderse con claridad a la pregunta *¿Qué es lo que hay?* En contra de esta creencia en un sustrato final (dado por esas unidades

últimas y sus leyes de combinación) el fenomenismo sostiene la diversidad y heterogeneidad de los componentes en toda sucesión real. A sus ojos, el universo es discontinuo, discreto. Y la vieja pregunta ontológica sobre qué es lo que hay tiene una respuesta inconfortable desde el fenomenismo: *todo aquello que aparece*.

Y como la causalidad es un ligamento que vincula los términos de esas sucesiones, es previsible que sea defendida por los buscadores de un sustrato tras la diversidad fenoménica. Y que sea negada por el fenomenismo.

Una segunda dificultad que presenta el vínculo causal es la naturaleza misma de ese vínculo. Por ejemplo, ¿es el agente causal externo el que genera las propiedades del efecto? Así parece creerlo el viejo adagio causalista *Nada hay en el efecto que no esté contenido en la causa*. Sin embargo, las secuencias causales merecen otra interpretación: el fenómeno que llamamos efecto tiene una autonomía considerable respecto de la causa, es él, con su organización interna, el que decide si será afectado por la causa o no. Por ejemplo, ante el virus del sida, y siguiendo la interpretación externalista de la causalidad, veremos en él la causa de los síntomas de la enfermedad. Desde la otra interpretación (los biólogos la llaman *selectiva*) es la organización biótica del huésped la que concede capacidad agresiva al virus. Éste no tiene por sí mismo la virtud productiva de los síntomas. A tal punto sería así, que algunos individuos han resistido la presencia del virus y sus organismos no presentan los síntomas previstos de la enfermedad cuando han pasado largamente los años como portadores del virus.

El sentido común es propenso a la primera interpretación (lamarckiana) en tanto que la segunda ha sido defendida por el neodarwinismo en biología⁵.

En un libro notable sobre la causalidad⁶, escrito hace poco más de 50 años por Mario Bunge, se defiende el antiguo espíritu sustancialista de Aristóteles. “Si ocurre C (causa), entonces (y sólo entonces) E (efecto) es siempre producido por él”. Tal la caracterización del vínculo causal propuesta por Bunge. Su autor defiende allí la presencia de un vínculo *genético* entre causa y efecto. Esto es, la suposición metafísica que entre causas y efectos media un continuo, porque nada proviene de la nada ni se convierte en nada. Además, Bunge refuerza esa interpretación con el signo elegido para la definición del vínculo causal: la equivalencia lógica. Aunque

⁵ En mi libro *Conocimiento y biología*, Ed. Hachette, Santiago, Chile, 1991, se hallará un examen más detenido sobre la naturaleza del nexo causal.

⁶ *Causalidad*, Eudeba, Buenos Aires, 1961.

lúcidamente destaque la *asimetría existencial* que media entre la causa y el efecto (porque el efecto no puede existir antes que la causa), lo cierto es que decir equivalencia lógica compromete a sostener que “nada hay en el efecto que no esté contenido en la causa”; que el vínculo es de uno-a-uno. La asimetría existencial impide solamente invertir los términos de la secuencia causal, esto es, impide aplicar la propiedad conmutativa de los términos unidos por el vínculo. Pero ello no impide que –al elegir el bicondicional lógico- se esté defendiendo una identidad ontológica como sustrato del cambio.

Es conocida la argumentación de David Hume contra esta interpretación de la causalidad. Si el nexo causa-efecto es un vínculo fáctico (no analítico o formal); si nuestras noticias sobre la facticidad del mundo provienen sólo de nuestros sentidos; si ellos no nos informan de identidad, fuerza, vínculo genético, ni forzosidad lógica alguna entre causa y efecto; si –por el contrario- las secuencias causales muestran una fortísima heterogeneidad entre la causa y el efecto; si todo esto es así, ¿de dónde sacamos que el nexo que une a causas y efectos sea la necesidad lógica y la fuerza genética desde la primera hacia la segunda? Una bola de billar se desliza sobre el paño de la mesa, entra en contacto con otra bola, ésta se desplaza en una cierta dirección y velocidad, ¿alguien puede ver fuerza alguna que vincule ambos movimientos? ¿Acaso puede sostener que media entre ambos una necesidad lógica, esto es, una identidad? Nuestros sentidos testimonian, más bien, la diversidad entre causas y efectos. El fuego y el hielo causan quemaduras; un mismo prójimo produce aceptaciones en unos y rechazos en otros; el mismo Sol causa vida en nuestro planeta y no en otros. En términos simples: el conocimiento de la causa no nos habilita –contra la pretensión del reduccionismo causalista- para anticipar cómo será el efecto.

Los análisis de D. Hume conservan su vigencia hoy y hacen difícil la defensa de un sustrato de identidad tras el colorido polimorfismo de las sucesiones fenoménicas. Pero, por otro lado, ¿cómo puede ser tan eficaz la ciencia en sus predicciones y explicaciones, fundadas precisamente en la ontología del sustrato – leyes, nexos causales, por ejemplo?

VI. De un estado del sistema en su estado anterior: el determinismo⁷

1- Determinismo y causalidad

Con frecuencia se entiende que el determinismo está fundado en la causalidad. Pero la epistemología se ha encargado de señalar diferencias notorias entre causalismo y determinismo. Pues las secuencias fenoménicas suelen estar sometidas a leyes determinísticas no causales. De modo que el causalismo es sólo uno de los modos determinísticos que emplea la ciencia.

Un cuerpo macroscópico que se desplaza en el espacio está controlado por una legalidad cuyo conocimiento permite predecir sus posiciones y velocidades futuras (y también las anteriores). Siguiendo el movimiento inercial, el cuerpo tiene un comportamiento determinístico. Pero no podemos decir que sus posiciones sucesivas muestren una secuencia causal. La posición *a* del cuerpo no causa su posición *b*. Pues se trata del mismo cuerpo en dos posiciones; no hay allí lo que usualmente entendemos por causalidad, esto es, la sucesión de dos fenómenos diferentes. Y si regresamos a nuestro teorema pitagórico, la equivalencia entre el cuadrado de la hipotenusa y la suma de los cuadrados de los catetos, tampoco podremos decir que media entre ambos términos de la igualdad un vínculo causal. Aunque haya aquí dos fenómenos (en la construcción física de un triángulo rectángulo, por ejemplo), ocurre que será impropio atribuir al cuadrado de la hipotenusa la virtud de producir causalmente el valor de la suma de ambos cuadrados construidos sobre los catetos. Hay un fuerte vínculo legal que, sin embargo, no es causal. Entre otros motivos, porque si se elige a la hipotenusa como variable inicial y desde allí se determina el valor de los catetos, podrá hacerse la inversa. Esto es, tomar al comienzo el valor de los catetos y desde allí determinar el valor de la hipotenusa. Esta reversibilidad no se da en el vínculo causal (no podremos, por ejemplo, elegir a las quemaduras como causa del fuego).

¿Qué se entiende por determinismo, pues? Procuraré una descripción de sus nociones componentes. Se trata de una conjunción de hipótesis filosóficas que configuran un sistema de creencias. Estas son, al menos, las siguientes: a) hay un orden objetivo, esto es, exterior a nuestro conocimiento; b) dicho ordenamiento es

⁷ Con diferencias menores, el texto de este párrafo ha sido publicado como “¿Por qué no ‘efecto Edipo’?” en *Revista de Ciencias Sociales*, nº 49-50, Universidad de Valparaíso, 2004-2005, Chile.

racional, es decir que no incluye contradicciones. Y cuando parece haberlas (que un cuerpo más pesado que el aire se eleve en él –un avión, por ejemplo-) ello se debe a la superposición de leyes distintas en el fenómeno en cuestión; c) nuestro conocimiento puede reconstruir dicho ordenamiento, y lo viene haciendo de modo cada vez más eficaz; d) Los científicos son capaces de formular y comunicar dicho orden; e) nuestras acciones racionales pueden ser guiadas por ese conocimiento.

La vigencia del determinismo en nuestros comportamientos eficaces no requiere mayores defensas. Cuando conocemos el ordenamiento legal de un ámbito fenoménico, nuestra acción sobre él gana en certidumbres. Saber cuál es la dosificación óptima de fósforo y nitrógeno que requiere un maizal, y actuar en consecuencia, por ejemplo, mejorará el éxito de nuestra cosecha de maíz. Esto es lo que sostiene e), precisamente.

Pero entre e) y a) existe una tensión difícil de resolver. Se trata de la antigua disputa entre el determinismo y el comportamiento libre. Los defensores de uno y otro punto de vista suelen desconocer el hecho palmario que dentro de la ideología del determinismo está incluida la postulación del comportamiento dirigido por el conocimiento de dicha determinación, y, por ello, comportamiento libre.

2 – El 'efecto Edipo'

Karl Popper ha sostenido que la tesis fundamental de su libro *La miseria del historicismo* fue “que la creencia en un destino histórico es pura superstición y que no puede haber predicción del curso de la historia humana por métodos científicos o cualquier otra clase de método racional”⁸.

Y queda suficientemente claro que la tesis contraria es sostenida por su adversario, el historicismo: “entiendo por ‘historicismo’ un punto de vista sobre las ciencias sociales que supone que la *predicción histórica* es el fin principal de éstas, y que supone que este fin es alcanzable por medio del descubrimiento de los ‘ritmos’ o los ‘modelos’, de las ‘leyes’ o las ‘tendencias’ que yacen bajo la evolución de la historia”⁹.

El asunto no puede ser más claro. La discusión se inscribe en el antiguo problema filosófico *determinismo/libertad*. Y el argumento central de K. Popper contra

⁸ *La miseria del historicismo*, Nota histórica, Alianza-Taurus, Madrid, 1984.

⁹ *Op. cit.*, Introducción.

el determinismo tiene una marcada eficacia teórica. Recordemos tres de sus cinco pasos: “1. El curso de la historia humana está fuertemente influido por el crecimiento de los conocimientos humanos... 2. No podemos predecir, por métodos racionales o científicos, el crecimiento futuro de nuestros conocimientos científicos... 3. No podemos, por tanto, predecir el curso futuro de la historia humana”¹⁰.

Sin embargo, a poco andar en la lectura de *La miseria del historicismo*, el lector tropieza con esta contradictoria concesión de Popper a su adversario: “Dicen (los historicistas) que se seguirían consecuencias absurdas de la suposición de que las ciencias sociales pudieran ser desarrolladas tanto como para permitir predicciones científicas *precisas* de toda clase de hechos y sucesos sociales, y que esta suposición, por tanto, puede ser refutada por razones puramente lógicas. Porque si llegase a ser construido un calendario social científico de esta clase y luego llegase a ser conocido (no se podría mantener en secreto por mucho tiempo, porque en principio podría ser descubierto de nuevo por cualquiera), sería ciertamente la causa de actos que echarían por tierra sus predicciones”¹¹.

Este argumento es pariente del desarrollado arriba en tres pasos. Ambos convergen en la imposibilidad de realizar predicciones precisas sobre hechos futuros de la historia humana. La novedad del segundo argumento –que paradójicamente Popper atribuye al historicismo, cuando debería ser esgrimido como suyo en contra de ese adversario- consiste en que el conocimiento anticipado del futuro, ofrecido por una predicción precisa, nos haría modificar, hasta donde podamos, ese futuro si lo valoramos como adverso. Lo predicho, en tal caso, no se cumpliría: “En pocas palabras, la idea de un calendario exacto y detallado de sucesos sociales se contradice a sí misma, y son imposibles, por tanto, predicciones sociales científicas exactas y detalladas”¹².

En la misma página citada, Popper propone designar como *Efecto Edipo* a las consecuencias del preconocimiento del futuro: “Esta es la razón que me hace sugerir el nombre de ‘Efecto Edipo’ para la influencia de la predicción sobre el suceso predicho... sea esta influencia en el sentido de hacer que ocurra el suceso previsto, sea en el sentido de impedirlo”¹³.

¹⁰ *Op. cit.*, Prólogo a la edición de 1957.

¹¹ *Op. cit.* I, 5.

¹² *Op. cit.* I, 5.

¹³ *Op. cit.* I, 5.

En esta sección me propongo relevar la contundencia de este segundo argumento en contra del determinismo y en favor de la condición libre del hacer humano. La fuerza lógica del razonamiento se reforzará con una reducción al absurdo: propondré aceptar inicialmente el punto de vista determinista para luego derivar una contradicción que emerge de dicha aceptación. En el desarrollo de esta prueba se verá, también, la inconveniencia de llamar *Efecto Edipo* a la situación señalada por Popper.

3- Determinismo y acto libre

La defensa del indeterminismo, o del fracaso de cualquier autopredicción que hagamos sobre el futuro humano, puede formularse en términos más cercanos de este modo:

Concedamos que el determinismo ha logrado su objetivo. Esto es, ha formulado la completa red de leyes que regulan el acontecer fenoménico del universo. Por lo tanto puede, conociendo las condiciones iniciales de un entorno dado, aplicar ese conocimiento legal, introducir ambos tipos de datos en una computadora y ejecutar el pronóstico científico de un futuro para ese entorno. Podemos imaginar una pantalla de TV donde se muestran los sucesos venideros.

El determinismo estaría en posesión, así, de una máquina capaz de construir un *calendario del tiempo*. Y, con él, de anticipar cualquier futuro o diagnosticar cómo ha sido cualquier pasado. La ficción de Laplace estaría cumplida y nosotros podríamos acceder a esta máquina para ser testigos no de los fragmentos de nuestra vida (privada y colectiva) sino de su serie completa.

¿Qué ocurrirá en tal caso? Conocedores de un futuro adverso, ¿acaso no haremos lo de siempre, esto es, procurar modificarlo hasta donde podamos? ¿No lo están haciendo hoy el médico con fármacos y cirugía, el ingeniero con cálculos o el biotecnólogo con organismos transgénicos?

Nuestra acción siempre cuenta con un calendario del tiempo. Tenemos una prefiguración del futuro (mala, regular o buena) y actuamos para que ocurra cuando ese futuro coincide con nuestros anhelos o para evitarlo cuando se opone a ellos.

Es decir, conocedores del futuro, lo alteraríamos. Y el determinismo habría mostrado que, al hacer patente su verdad mediante la máquina predictora... es falso.

4- ¿Está refutado el determinismo social?

Una objeción que cabe hacer a esta refutación del determinismo en los acontecimientos humanos es ésta: cuando Ud. pregunte a la máquina cuál será el estado de cosas de su vida privada a las veinte horas de mañana jueves, por ejemplo, la máquina deberá mostrarlo a Ud. como habiendo consultado ya su pronóstico el día anterior (es decir, este mismo día miércoles que Ud. lo está haciendo). De modo que Ud. estará actuando- en ese pronóstico- de modo consecuente con la información ya obtenida. Y, por tanto, ese comportamiento no será modificado simplemente porque Ud. no querrá hacerlo.

Mostraré más abajo que esa descripción es errónea. Pero la aceptaré provisionalmente como verdadera para señalar que aún en esas condiciones el *Efecto Edipo* sigue en pie contra la pretensión del determinismo.

Sin entrar a discutir los problemas de autorreferencia involucrados aquí (ni, por consiguiente, las dificultades derivadas del teorema de Gödel) cabe señalar lo siguiente. Efectivamente, conocer lo que haremos mañana si en esa acción ya contáramos con la información de lo que ocurrirá, disminuye el margen de las modificaciones que haremos en ese mañana. Como un faro busca huellas que nos ilumina el camino nocturno, la máquina predictora iría haciéndonos ver anticipadamente el mejor modo de no abandonar la huella que nos propusimos.

¿Pero qué ocurrirá con nuestros cambios en las valoraciones que inspiran ese comportamiento futuro conocido con anticipación? Supongamos que Ud., con sus jóvenes veinte años, ha resuelto casarse; que ha consultado a este horóscopo cibernético; que ha rastreado hasta un punto de treinta años su futura vida en pareja; que la ha encontrado satisfactoria. Supongamos ahora que sigue rastreando más allá de los treinta años y tropieza con Ud. arrepentido de su matrimonio, añorando su independencia de soltero, defraudado con el comportamiento de algunos de sus hijos y nietos. Esto es suficientemente frecuente y no en tan largos plazos. Las lecturas que nos apasionaban en nuestra adolescencia, por ejemplo, suelen parecernos insípidas entrando en la primera madurez. Pero nos detengamos en ese joven de veinte años que es Ud., ante el pronóstico de treinta años plenos en su matrimonio y arrepentido de haberlo consumado al cabo de ese tiempo. ¿Qué hará? Seguramente querrá saber más (cuántos años le restan pasados esos cincuenta donde la máquina le augura el cambio valorativo; su estado de salud de entonces, etc.). Toda la

información que recoja, ¿acaso no puede inclinarlo a optar por no casarse? Y en ese caso, ¿no reaparece el *Efecto Edipo*, esto es, la modificación del futuro así predicho por la máquina?

Imaginemos a Layo poseedor de nuestra computadora. La empleará por primera vez. Verá allí el curso fatídico que inaugura su decisión de abandonar a Edipo suspendido de los pies en un árbol del monte Citerón. Por ser la primera vez que emplea la información futura, se cumplirá cabalmente la condición descrita en la historia inicial: el margen de modificación de su propio futuro, en tanto él mismo no se ve conociendo de antemano lo que ocurrirá, es muy amplio. ¿Optará por matar él mismo a su hijo, o lo conservará a su lado procurando crear lazos sólidos de padre a hijo que alejen al fantasma de la profecía? Pero cualquiera sea su decisión –casi seguramente distinta a mandar que cuelguen de los pies a Edipo y lo abandonen en el monte- podrá revisar por segunda vez cómo ha resultado en cualquier instante futuro su nueva decisión. En esa segunda ocasión la máquina lo mostrará ya sabedor de la información que en ese momento consulta. Digamos que lo muestra acogiendo a su hijo Edipo en su hogar y en buenos términos con él. Pero le muestra también una nuera que introducirá varias calamidades en la familia. Layo deberá, entonces, hacer lo que todos hacemos cuando tenemos una imagen de futuro suficientemente confiable: decidir, esto es, valorar las consecuencias de aquella nueva decisión (digamos, la de acoger a Edipo).

5- Otra vez la indeterminación

Ahora bien, la objeción antedicha y sus consecuencias tienen un punto débil. Porque la consulta hecha por Ud. el día miércoles a las veinte horas ha incorporado en la máquina toda la información habida hasta ese momento. Y en esa información no figura –no puede figurar aún- el resultado que su consulta del día miércoles producirá en Ud. La máquina deduce el estado del jueves venidero a las veinte horas con su conocimiento completo de las leyes del universo más los estados del entorno y de su organismo a las veinte horas de ese miércoles. Y es claro que la decisión de modificar el curso de lo pronosticado por la máquina sólo aparecerá unos minutos después, precisamente cuando Ud. cuente con el pronóstico de la computadora. Un ejemplo simple hará esto más comprensible. Digamos que Ud. ha resuelto cortarse el cabello. Y a las veinte horas de ese miércoles consulta en su máquina cómo

resultará el corte en una nueva peluquería ubicada frente a la vieja oficina de correos. La máquina procesa la información y lo muestra a Ud. en pantalla convertido en un gallo desplumado recién salido de la riña, tan impropio ha sido ese corte de cabello. El pronóstico hecho por la máquina no podía ingresar su cambio de opinión sobre esa peluquería. Justamente dicho cambio se produjo *después* del augurio de la computadora, y debido a él precisamente. De modo que la máquina predictora no funciona mostrándonos el futuro. Sino más bien cómo será el futuro antes de nuestra decisión de cambiarlo.

En este punto el determinismo podrá argumentar en su favor que es eso lo que ocurre: Ud. no está viendo el único futuro que habrá, sino sólo un curso ficticio, porque la máquina no pudo ingresar toda la información del sistema (entre la que se cuenta su cambio de opinión sobre esa peluquería del ejemplo).

Ahora bien. Aceptemos que esa es la situación. Y agreguemos que otra máquina gemela (*predictora 2*), pero suficientemente al tanto de la nueva información obtenida por Ud. desde la primera computadora (*predictora 1*) será capaz de mostrar el curso que efectivamente tendrá lugar en el futuro. La pregunta, esta vez, es la siguiente: ¿El determinismo permitirá a Ud. ver el pronóstico de esa segunda computadora, que presuntamente posee el diagnóstico certero del único futuro que le espera? Si el determinismo acepta que Ud. se informe sobre ese nuevo futuro, regresamos a la situación anterior: Ud. Perturbará dicho futuro si no le satisface (en nuestro ejemplo, no irá a esa peluquería); o fomentará su cumplimiento si está de acuerdo con él (irá a la peluquería si le gustó el estilo *punk* que vio en su corte de cabello). De manera que el determinismo quedará obligado a reconocer que, aunque su segunda máquina es poseedora del único futuro por venir... no puede mostrarlo. Lo cual viola las reglas éticas del juego del conocimiento.

6- Mundos posibles y libertad

El centro del conflicto entre determinismo y libertad radica en la negación, por parte del determinismo, de los *mundos posibles*. El universo tiene un curso unilineal: una situación cualquiera sólo será seguida por otra donde nada nuevo puede surgir. Y tiene razón en la escala humana de observación: el curso temporal de las cosas no nos da ocasión de recorrer una historia posible, luego desandarla y tomar una segunda. Sabemos que el futuro (cualquiera sea) sólo tiene una dirección y un curso

único. En ese sentido la reducción practicada por el determinismo consiste en ver todo sistema como resultado ya contenido en la situación precedente de dicho sistema. *Nada se crea, nada desaparece* será la consigna que precede a la interpretación determinista. Sólo hay transformaciones cuyas formas debemos buscar y desentrañar. Y una vez obtenidas, seremos capaces de conocer –a partir de un estado cualquiera del sistema- cuáles han sido y cuáles serán sus situaciones antecedentes y consecuentes.

Esto es así mientras no tengamos en cuenta la presencia de la mente (humana o animal -¿también computacional?-). Porque ella es capaz de diseñar futuros alternativos imaginarios. Y luego procura ejecutar sólo aquellos a los que nos inclinan nuestras preferencias. El psiquismo es el gestor de *mundos posibles* que entrarán en competencia entre sí y con el mundo real.

Por ello el giro *Efecto Edipo* es inadecuado. Cuando Layo manda matar a su hijo Edipo porque una profecía le anticipó que sería eliminado por ese hijo (quien, además, pasaría a cohabitar sexualmente con Yocasta, su madre y esposa de Layo) estaba iniciando involuntariamente una cadena causal... que lo llevaría a cumplir la profecía que él quería evitar. No es él quien construye su futuro, sino la *Moiras* o la *astucia de la razón* o la *sincronía* urdida desde un más allá. *Efecto Edipo* es buen nombre para la defensa de un determinismo fatalista. En él, haga Ud. lo que haga, terminará cumpliendo con su destino ya trazado, como Layo y Edipo en la leyenda griega.

El indeterminismo, cuando proviene de reconocer al acto libre, merece otro nombre. Y seguramente nuestra computadora imaginaria no funcionará como un rosario de proposiciones unidas por la conjunción lógica. Sino más bien bajo el signo del condicional: “Si Ud. opta por tal acción, entonces observe cuál es el futuro venidero”. Y esa observación anticipada nos orientará para consultar a la máquina sobre el resultado de una acción diferente a la anterior. Y así ensayaremos hasta *estimar* que resolvemos nuestros problemas, para evitar fracasos y elegir aciertos. Lo cual configura un sueño difícil de cumplir en la convivencia social. Sencillamente porque los demás —como Ud. — recurrirán a máquinas gemelas y ellas sólo podrán decir lo que ocurrirá sin contar con las modificaciones que cada miembro de la multitud tiene en mente.

Pero no subestimemos la influencia que tendría el calendario del tiempo en las decisiones colectivas. Supongamos a los electores alemanes, antes de votar en favor

de Hitler, concedores del futuro que esperaba a su país. ¿No habrían cambiado su elección? ¿Y acaso Napoleón -apoyado en la información de nuestro horóscopo computacional- habría invadido Rusia? ¿O Japón bombardeado Pearl Harbor sabiendo de antemano que Hiroshima y Nagasaki serían blancos de las primeras bombas atómicas por haberlo hecho?

7- El 'efecto José'

Si la muerte de Layo es “resultado directo de la profecía”¹⁴, no debemos olvidar que la profecía quería eso justamente. Y la cadena de hechos iniciada para evitarla conducía fatalmente a que se cumpla. Hay un futuro adverso anticipado a Layo; él procura esquivarlo; ordena dejar morir a Edipo; éste es rescatado por unos pastores y criado en Corinto; Edipo consulta al oráculo y, una vez más, el pronóstico lo empujará a cumplir su destino: pues le anticipa que si regresa a su tierra matará a su padre y se casará con su propia madre. Edipo entiende que ese futuro puede ser eludido. Bastará con alejarse para siempre de Corinto, no casarse y jamás matar a un hombre. No sabe aún que su tierra de origen es Tebas, adonde se dirige. La profecía, finalmente, se cumple.

Por dos veces el futuro predicho procura evitarse. Tanto Layo como Edipo toman precauciones. Y sin embargo ese futuro ocurre. Esto es otro modo de decir que dicho futuro era inexorable. Como *las leyes de la historia* defendidas por el marxismo y atacadas por Popper.

Por eso estoy sosteniendo que el nombre sugerido por Popper, para las consecuencias que tiene la predicción histórica sobre los hechos predichos, es inapropiada. A menos que se defienda lo mismo que se ataca. A Popper le ocurre que intenta, con el giro *Efecto Edipo*, designar la condición abierta de los futuros conocidos de antemano (pues los modificamos) y sin embargo emplea una denominación que reclama desde sí misma un futuro preconocido y cerrado a nuestra intervención por la fuerza del destino.

Mejor que *Efecto Edipo*, pues, propongo llamar *Efecto José* a las consecuencias del uso de nuestra computadora imaginaria. Tomo este personaje del Génesis (41), donde se relata que José el hebreo ha sido llamado por el Faraón, quien le ha pedido que interprete un sueño. José ha descifrado el sueño del Faraón

¹⁴ *Op. cit.* I, 5.

(siete vacas gordas devoradas por otras siete vacas flacas; siete espigas llenas devoradas por siete espigas marchitas) y anuncia que vienen siete años de abundancia seguidos de otros siete de hambruna. El Faraón ha ordenado a José que administre los siete años prósperos, que acopie alimentos para los siete siguientes de escasez. Y así, hubo hambre en todos los países cuando en Egipto había pan en abundancia.

La historia bíblica muestra —contra lo sostenido por el determinismo— que el conocimiento anticipado del futuro nos permite modificar ese futuro.

Ahora bien, es precisamente eso lo que estamos haciendo aun sin contar con la máquina predictora. La información reunida por la ciencia está permitiendo a la especie humana eliminar algunos futuros indeseables como pestes, hambrunas masivas o muertes por terremotos: campañas de vacunación, la nueva revolución agraria o las construcciones antisísmicas son precisamente eso. Y tanto el indeterminismo defensor de la libertad como el determinismo se reúnen aquí por la mutua confianza en la acción humana fundada sobre el conocimiento. Esto es, sobre la predicción determinística de opciones libres que escogemos.

8- Consecuencias

Lo anterior no pretende refutar al determinismo. Pero sí marcarle un límite. Resulta ingenuo desconocer la función fundamental que cumple el sistema de creencias filosóficas que lo integran. La ciencia no habría podido crecer sin tales convicciones. Aun quienes sostenemos la realidad del acto libre (como opción estimativa por una línea de acción) confiamos en el determinismo para el ejercicio efectivo de tal acto libre.

La libertad ha sido defendida desde ángulos distintos pero casi siempre desde enfoques metafísicos. El argumento en su favor desarrollado arriba, en cambio, procura mostrar que existe una real incompatibilidad entre el conocimiento anticipado del futuro y el cumplimiento de tal futuro. Y esto con independencia de cuál metafísica o antropología filosófica se ponga en juego¹⁵. Una vez aceptado que el hombre (como el resto de lo viviente) es un sistema de deseos o preferencias; que el conocimiento de su ciencia apuesta a relevar y formular leyes (esto es, patrones de

¹⁵ El mismo Popper ha ensayado llevar más lejos una argumentación contra la posibilidad de autopredicción sin recurrir a mentes. Véase *El universo abierto*, cap. 3, Tecnos, Madrid, 1984.

comportamiento fenoménico invariantes, determinísticos); que dichos patrones traen consigo un ensanchamiento de tiempo y espacio; que desde allí se percibe más claramente la condición de deseable o no que tenga ese diseño de futuro anticipado, entonces la acción humana resulta ser un límite severo para el determinismo. Sencillamente porque se funda: a) en un conocimiento previo del futuro diagnosticado por ese mismo determinismo; y b) en su confrontación con lo elegido como deseable.

Pero sin duda hay consecuencias metafísicas importantes derivadas del planteo anterior. Para destacar algunas, cabe representarnos estos tres mundos:

Mundo 1: un universo donde no existen mentes, ni máquinas predictoras 1 y 2.

Mundo 2: en él hay mentes, máquinas predictoras 1 pero las predictoras 2 están selladas como cajas negras y no son accesibles.

Mundo 3: con mentes, máquinas predictoras 1 y 2 accesibles.

El primero de ellos refiere a una situación anterior a la aparición de la vida consciente. Y nos obliga a pensar el ascenso del universo desde el Big-Bang a la complejidad actual como un enigma importante. Si no hubo conciencia en él; si no existió prefiguración alguna, ni plan, ¿cómo pudo ocurrir ese cuidadoso ajuste de variables señaladas por los físicos para que el universo alcanzara niveles de complejidad tan altos? Asunto que retrotrae a la vieja metafísica teológica.

El segundo es por ahora una ficción. Pero zonas importantes del conocimiento se aproximan a él. El determinismo puede escudarse en esa ficción, esto es, sostener que *hay un equivalente de las máquinas predictoras 2 en el comportamiento real del universo*. Y que su acceso nos está vedado. En consecuencia la libertad humana es una ficción.

En el tercero la libertad reaparece y hace patente la incompatibilidad entre el conocimiento anticipado del futuro y su cumplimiento efectivo. Tan ficticio como el *Mundo 2*, este *Mundo 3* extrema las consecuencias del determinismo y le señala un límite endógeno a su propio cumplimiento.

9- La reducción determinista

Hay un común estilo reductivo en nuestras caracterizaciones 1), 5) y 6). En las tres puede sostenerse que el tiempo ha sido reducido al espacio. En 1) una

pluralidad de acontecimientos queda congelada en el concepto, entidad genérica escasamente sometida a los cambios que sí caracterizan a los miembros que caen bajo su extensión. Y en 5) vimos que el afán de identidad, buscado por la causalidad, propende a negar el cambio temporal y recuperar la mismidad de los elementos en juego que unen la causa con el efecto. En 6), finalmente, con buenas razones el modelo determinista ha sido comparado con dos imágenes suficientemente estáticas. Una es la eternidad. Las leyes determinísticas del universo son ajenas al cambio, no así los fenómenos que ellas rigen. Por ello se ha señalado que el origen del moderno concepto de ley es teológico (Prigogine): el conocimiento de las leyes convierte al hombre en algo semejante al dios que percibe el curso del tiempo desde la eternidad, ajeno al cambio, como un omnisciente registro de la simultaneidad de todos los momentos del universo.

La otra imagen es muy semejante: propone el mundo determinista como una secuencia fílmica de fotogramas fijos, sin tiempo. Cada uno de ellos nos es entregado en momentos distintos, pero su totalidad preexiste en el espacio del filme.

VII. De un nivel fenoménico a otro: ¿emergencia?

La cinta de Moëbius nace de torcer un extremo de una cinta plana y pegarlo, así invertido, con el opuesto. Lo que resulta de esa sencilla operación es un aro algo desprolijo. Y, sin embargo, el nuevo conjunto presenta propiedades asombrosamente nuevas respecto de la cinta original. Por ejemplo, mientras la cinta inicial tiene claramente dos pistas opuestas, en el aro de Moëbius hay una sola pista que puede ser recorrida sin interrupción partiendo de un punto cualquiera hasta llegar de nuevo a él. Nótese que ningún material se agregó a la cinta plana original; que ésta es el único componente del aro de Moëbius; que cada porción de ambas realidades (inicial y final) ofrecen claramente dos lados. Y que el conjunto final parece haber perdido una pista. ¿Cómo pudo el componente de una organización dar lugar a una propiedad que no estaba en él?

Veamos este otro ejemplo. La temperatura es un asunto que forma parte de nuestras vidas. Nuestros ancestros iniciaron el ascenso de la especie con el dominio del fuego medio millón de años atrás. Y mucho más tarde cocinarían las primeras cerámicas y fundirían metales. Nos quemamos, nos enfriamos, la vida suele irse por ambos extremos y sólo en un estrecho rango de temperatura podemos hallar asilo en

este mundo. Tan palpable nos resulta el calor que las primeras interpretaciones sobre su naturaleza lo entendieron como una suerte de gas invisible, elástico, indestructible (esto es, de magnitud constante) que entra y sale de los cuerpos. Esta interpretación materialista del calor entró en crisis hacia fines del siglo XVIII cuando Rumford mostró que el calor puede generarse sin limitaciones por fricción, esto es, que el calor es el resultado del movimiento. La teoría cinética del calor interpreta a éste como dependiente del rango de agitación de las partículas en juego.

En este ejemplo decimos que el calor ha sido reducido al movimiento molecular. Tiene de común con la cinta de Moëbius que una propiedad de los componentes (cinta plana de dos caras; partículas que se agitan) muestran propiedades que el resultado final (cinta torcida de una sola pista; calor) excede notoriamente.

¿De dónde y por qué salen esas propiedades *nuevas*? ¿Cómo es que de *lo mismo* surge lo distinto? ¿Por qué emergen en el conjunto propiedades que no están en los componentes? ¿Cómo es que a partir de quarks y electrones se construya el diverso universo?

El físico suele sostener que cuando hablamos de *calor* nos referimos a un orden de experiencia más subjetiva que pública. Y por ello es preferible reemplazar esa noción por la de temperatura. ¿A qué alude ésta? Pues sencillamente a la agitación promedio de las moléculas componentes de un proceso: no hay dos asuntos (calor y agitación molecular) sino una sola realidad. Aceptará, sin duda, que tal realidad (agitación molecular) genera causalmente en nuestros sensores el inicio de experiencias térmicas subjetivas. Como en las definiciones que se postulan, aquí se denomina temperatura a esa variable medida por los termómetros. Un orden apariencial es reducido a otro orden no apariencial pero cuyo funcionamiento es medible públicamente. Sin embargo, la opinión de Julio Roberto Mayer, quien formuló claramente el primer principio de la termodinámica (en su memoria *Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza inanimada*) luego de sostener la equivalencia entre una magnitud de movimiento y otra de calor, se resiste a ver ambas como asimilables en una sola y misma entidad. En su interpretación, aunque vinculados causalmente, ambos fenómenos son heterogéneos, no asimilables en una misma unidad de medida. Y uno de ellos sólo puede surgir cuando una cantidad del otro, que le precede, se ha extinguido.

Algo semejante ocurre con el concepto de *fuerza*. ¿Alude a una realidad o se reduce a ser el equivalente de *masa por aceleración*? Llevando al extremo la segunda postura, suele escucharse a físicos que sostienen esto: el vínculo en la fórmula $f=m.a$ no es otra cosa que el de una simple definición. Uno de ellos me proponía negar a la fórmula su condición de ley de la naturaleza, para reducirlo a una definición tan convencional como llamar al cobre *Cu* (*cobre=Cu*)

Cuando la mecánica newtoniana propuso entender a *fuerza* como equivalente del producto de *masa por aceleración* amplió enormemente nuestro conocimiento físico. Y nos entregó una herramienta formidable de cálculo y predicción. Pero hizo algo más: *redujo* la interminable manifestación de masas posibles a un denominador común; y *redujo* también la oscura noción de *fuerza* a un orden mensurable, al producto de dos magnitudes cuya medición empírica es posible.

Nos detengamos en esta última reducción. Cuando leemos $f=m.a$, ¿debemos entender que ambos lados de la fórmula aluden a lo mismo? Aquí las interpretaciones discrepan, como se sabe. Para los seguidores de Hume, la noción de fuerza es una ficción metafísica, no denota realidad alguna. Y un modo saludable de darle alguna significación es precisamente esa asignación newtoniana de la fórmula. De donde estaríamos ante una definición convencional en el estilo en que, como decíamos, *Cu* es una abreviatura de *cobre*. Si tal fuera el caso, la fórmula no nos entrega información alguna: simplemente nos propone estipular que cada vez que veamos la palabra *fuerza* la entendamos como sinónimo de $m.a$. Tal sinonimia estipulada sólo puede ser alterada por otra estipulación, igualmente convencional. Pero no por un orden factual. Esto es, la fórmula —lejos de ser vista como una ley— sería invulnerable a los hechos, nada factual podría desmentirla.

Supongo que tal interpretación molestaría a Newton y a muchos de sus seguidores, que vieron en la fórmula un vínculo real entre dos órdenes de realidad y, por ello, una ley de la naturaleza. Es más, una ley fundamental. Un modo claro de zanjar la discusión entre el convencionalismo (que ve a la fórmula como simple definición) y el realismo (que entiende ambos términos de la igualdad como refiriéndose a dos realidades diferentes) sería medir el valor de una fuerza determinada con independencia de los valores de masa y aceleración. Tal medición despejaría la discusión en favor del realismo y mostraría que dos órdenes de realidad están efectivamente vinculados como propone la fórmula (escuché a físicos sostener que esa medición, en la caso de $f = m.a$, es sencillamente imposible) Ésta pasaría,

así, a ser una hipótesis que arriesga ser desmentida por la experiencia. Y no una simple definición.

¿Puede extenderse este ejemplo de análisis a cualquier otra fórmula empleada en ciencia y que utilice la equivalencia entre dos órdenes? Es probable que sí. Para ponerlo a prueba sería preciso buscar fórmulas que propongan dos elementos de una ecuación en que ambos se resistan a ser reducidos y conserven su autonomía referencial. Pero está claro que la ciencia ha venido creciendo sobre la base del hallazgo de estas grandes reducciones proporcionadas por las leyes. Y no se trata, desde luego, sólo de una reducción epistémica (donde unos signos se estiman reemplazables por el otro lado de la ecuación; o donde una teoría es asimilada en otra teoría), sino también de una reducción óptica (donde un orden de hechos, o con apariencia de hechos, quedan subsumidos en otros órdenes de hechos).

La emergencia de lo nuevo a partir de lo mismo es sin duda el mayor de los problemas filosóficos que enfrenta cualquier epistemología. ¿Cuándo hay niveles reales distintos y cuándo son construcciones del conocimiento?

Nos resta aún analizar, como prometimos al inicio, otras tres formas de reducción, y con ellas ingresaremos en el reduccionismo: 8) De distintas líneas de acción posibles en un patrón: *el método*; 9) De las propiedades de las partes en las propiedades del todo: *reduccionismo 1*; 10) De las propiedades del todo en las propiedades de las partes: *reduccionismo 2*.

Completaremos ese análisis en un escrito venidero.

TECNOCENCIA, BIO-TECNOLOGÍA/ÉTICA/POLÍTICA, Y EL MUNDO SEGÚN MONSANTO (Parte II¹)

Alan Rush

Resumen

Siguiendo a Hottois, Gibbons y otros, Pestre, etc., se bosqueja la nueva naturaleza epistemológica y social de la ciencia, denominada “tecnociencia”, “Modo 2 de producción de

¹ La primera parte de este trabajo apareció en *Estudios de Epistemología* nº VIII, noviembre de 2009.

conocimientos”, etc., y su imbricación con la biotecnología, la bioética y la biopolítica. Luego de alguna discusión y balance en torno a tales puntos de vista, se examinan las transformaciones de las políticas de investigación de una empresa biotecnológica líder y sus relaciones con el mundo académico y estatal, en base al reciente estudio de Marie-Monique Robin: *El mundo según Monsanto* (2008c).

Abstract

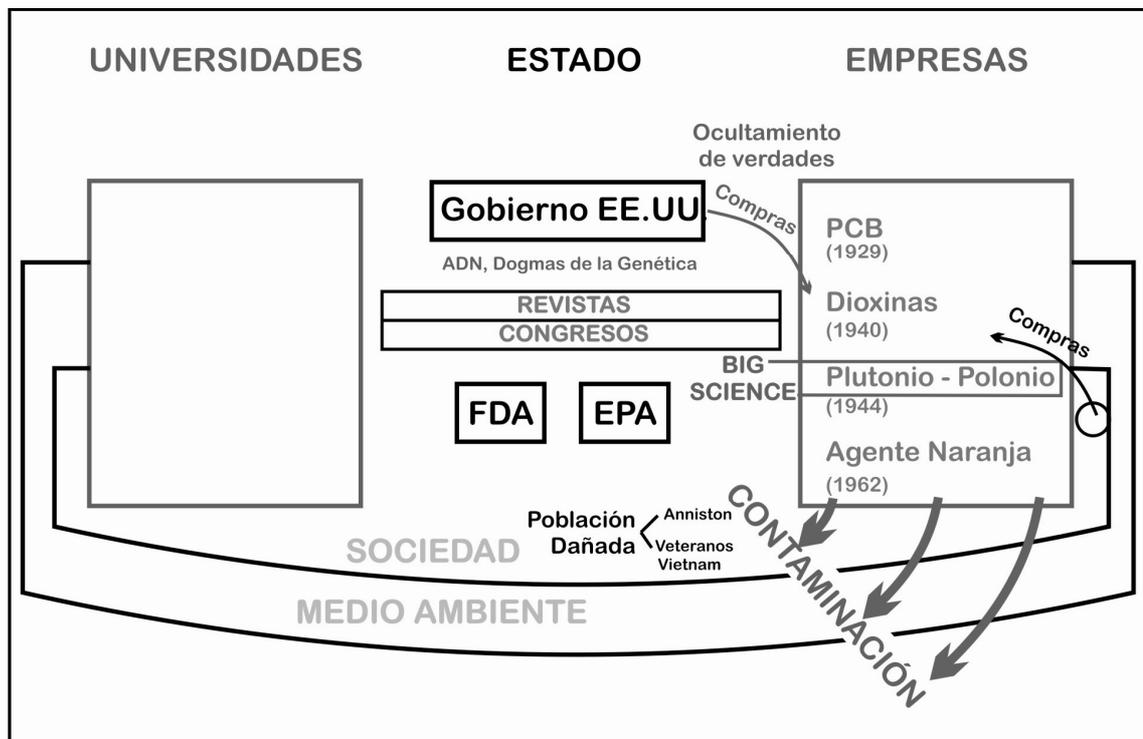
Following Hottois, Gibbons et al, Pestre, etc., the new epistemological and social nature of science –labelled “technoscience”, “Mode 2 of knowledge production”, etc.– is sketched, showing its interconnection with biotechnology, bioethics and biopolitics. After some discussion and summing up of these views, major changes in the research policies, the academic and political relationships of a major biotechnological firm are examined, using Marie-Monique Robin’s recent study, *Le monde selon Monsanto* (2008a).

El mundo según Monsanto

Apliquemos los conceptos precedentes al bosquejo de una historia tecnocientífica y sociopolítica de Monsanto, una de las empresas líderes en biotecnología hoy. La fuente principal acá es Robin, 2008a. Aunque Robin es periodista, la investigación que durante cuatro años dedicó a Monsanto, ha aumentado el enorme reconocimiento con que ya contaba la autora. Muchos actores decisivos de la trama: científicos y funcionarios, agricultores y activistas, como veremos, le dieron su testimonio. Asimismo la documentación científica y legal que da sustento al libro, es sólida y abundante.

En tres cuadros sucesivos, esquematizo las relaciones entre universidades, Estado y empresas en tres períodos históricos. En el cuadro 1 el período va desde la fundación de la empresa en Saint Louis, EEUU en 1901, hasta fines de la década de 1960. Los productos más relevantes de Monsanto son en este período el PCB (desde 1929), las dioxinas (1948) y el agente naranja (1962). Los PCB – policlorobifenilos– tienen gran estabilidad térmica y resistencia al fuego, son ampliamente usados desde 1929 en transformadores eléctricos, aparatos hidráulicos, plásticos y pinturas. Gradualmente su ingreso a las aguas, suelos y la cadena alimentaria revelan su carácter no biodegradable y tóxico, y especialmente en Anniston, Alabama, todo un pueblo de habitantes negros descubrirá que padece de alteraciones respiratorias, nerviosas, hormonales, cáncer. La acción legal colectiva triunfa y se exige a Monsanto indemnizar al pueblo en 700 millones de dólares en 2001, 24 años después de la prohibición del PCB en EEUU en 1977.

Después de colaborar a pedido del Pentágono con el proyecto atómico Manhattan purificando plutonio y polonio, desde 1948 Monsanto fabrica dioxinas, moléculas cloradas usadas en herbicidas de la “revolución verde” –el DDT, una criatura anterior de la revolución verde, será prohibido en 1972–. Altamente tóxicas, las dioxinas serán potenciadas a pedido de John F. Kennedy para dar a luz al “agente naranja”, líquido defoliante usado en Vietnam. Los efectos genéticos sobre los descendientes de las generaciones vietnamitas directamente rociadas, conforman una suerte de museo del dolor y el horror. Pero los veteranos de Vietnam –estadounidenses y australianos– afectados de cáncer, que habían manipulado el agente naranja sin haber sido informados de su toxicidad, entablan desde 1978 un largo y difícil pleito colectivo contra Monsanto. Aunque no ganan el juicio, los veteranos de EEUU arrancan a la corporación, en 1984, una compensación amistosa de 180 millones, y motorizan otra de las importantes campañas que sacan a luz muchos datos inicialmente ocultados por la empresa. Se advierte que los efectos tóxicos iniciados en el período correspondiente a nuestro primer

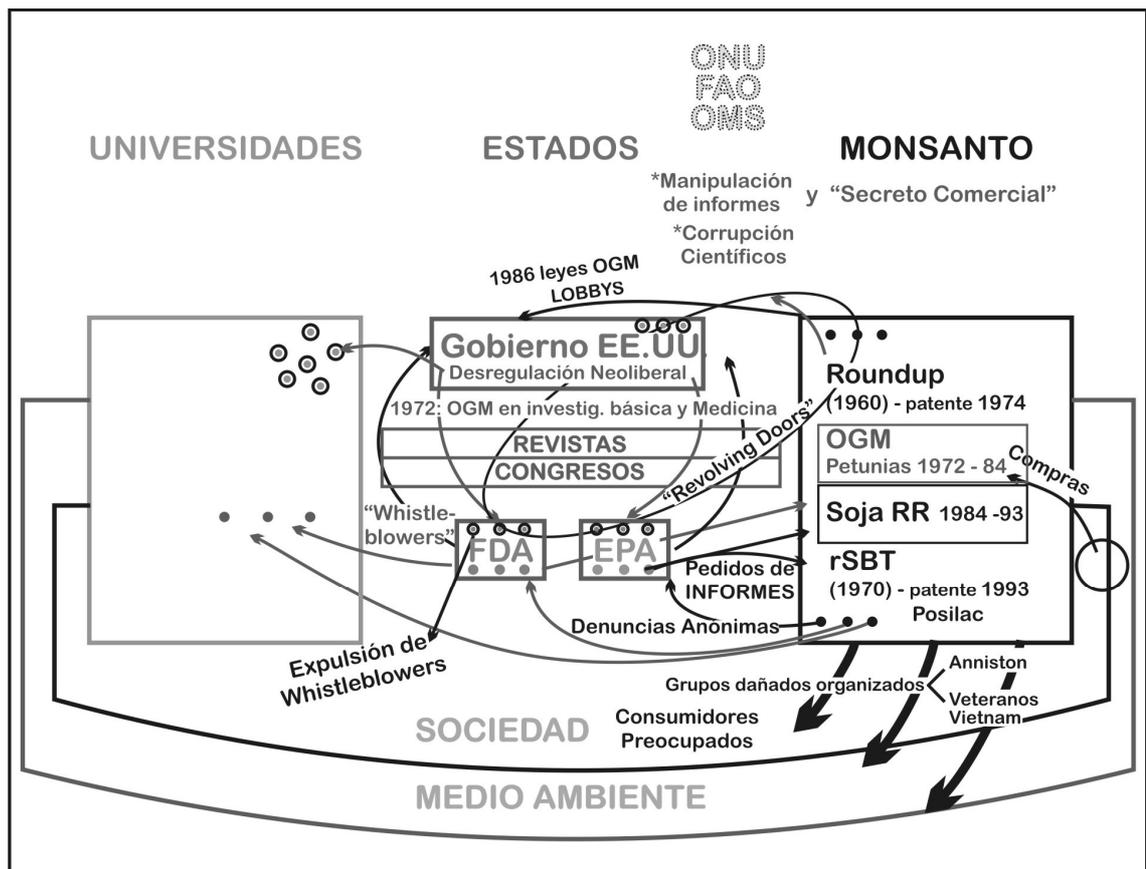


Cuadro 1. Hasta 1970: Equilibrio entre universidades y empresas

cuadro, se manifiestan claramente en los cuerpos humanos, y adquieren existencia social y legal más tarde, en los períodos y cuadros posteriores, 2 y 3.

Siguiendo la sugerencia de Pestre, en el cuadro 1 se dibuja la ciencia pública en un cierto equilibrio con los laboratorios de las empresas privadas, situadas por eso equidistantemente respecto del Estado. Las revistas y congresos como “estado mayor” de la ciencia, el canal por excelencia de expresión, debate y legitimación de producciones tanto públicas como privadas, se dibujan también equidistantes de la ciencia pública y privada. Mientras los dogmas reduccionistas de la biología molecular y la genética apenas empiezan a balbucear sus primeras concreciones biotecnológicas fallidas, empresas como Monsanto y otras vuelcan sobre el medio ambiente y la sociedad –reducida para nosotros en este período a población inadvertidamente dañada– un silencioso efecto contaminante que saldrá a la luz y el ágora décadas más tarde. Diré por eso que el simple *ocultamiento* o atesoramiento asocial de ciertas verdades censurables –documentado ampliamente por Marie-Monique Robin–, es el modo preferente que, en esta etapa, el Modo 1 o más precisamente el complejo M1-M2, la ciencia equilibradamente estatal y privada, tiene de empezar a transformar su propia naturaleza.

El cuadro 2 abarca las décadas del 70 y el 80. Los productos salientes de Monsanto son en este período, el herbicida *Roundup* cuyo principio activo es el glifosato, desarrollado en 1960 y puesto en el mercado en 1974, el rBST u hormona de crecimiento bovino, desarrollado desde 1970 y comercializado como *Posilac* desde 1993. También debemos destacar que Monsanto se sube desde el comienzo a la ola de primeros éxitos en ingeniería genética de la década de 1970. Desde 1972 organiza un equipo que investiga –inicialmente sin apremios comerciales– manipulando el genoma de las petunias. En 1984 la competencia de otra empresas hace sonar para Monsanto la hora de la búsqueda de una soja modificada genéticamente para resistir... ¡al herbicida *Roundup* que ya comercializa exitosamente! La maquinaria genética de la soja *RR (Roundup Ready)* estará lista para patentarse en 1993. El pintoresco nombre comercial, que evoca



Cuadro 2. De 1970 a 1990: Comienza la Reestructuración

los rodeos de los *cowboys*, oculta una criatura poco natural, un artificio de genomas de soja, petunia y virus mosaico del coliflor. La transformación, el trastorno del modo de producción científica avanza al ritmo de un creciente entrelazamiento entre investigación tecnocientífica privada, Estado y ciencia pública. El *lobbying* (cabildeo) hacia el gobierno y el financiamiento electoral de los dos grandes partidos estadounidenses, la circulación de funcionarios profesionales y científicos (*revolving doors*, puertas giratorias) entre Estado y empresas; la manipulación de los datos e informes industriales, y la corrupción y cooptación de los científicos serán ahora el modo característico y patente de impulsar el parto de la nueva tecnociencia. La población antes inadvertidamente afectada se organiza ahora en grupos humanos y pueblos concientes de haber sido dañados, y que exigen castigo y reparación. Los consumidores emergen como colectivo preocupado, capaz de alterar las ventas de la leche de vacas tratadas con rBST o *Posilac*.

Veamos algunos aspectos de esta nueva complejidad, de estas nuevas diferenciaciones y antagonismos. En primer lugar, a medida que emerge a la luz pública la creciente certeza del efecto tóxico de productos químicos difundidos

desde el período anterior, las agencias estatales de control (FDA: Food and Drug Administration y EPA: Environmental Protection Agency) reciben un mandato social y gubernamental de investigar más prolijamente viejos y nuevos productos sospechados. Ahora bien, en un contexto crecientemente *neoliberal* y de *desregulación*, la circulación del personal profesional o científico desde las empresas hacia el Estado, su equipo de gobierno y sus agencias de control, y viceversa, posibilita que las leyes y normas de control de toxicidad de la FDA autoricen que los informes y evaluaciones válidos acerca de la seguridad o no de los productos ¡sean las que emanan de las propias empresas interesadas en comercializarlos! Si, después de sortear obstáculos estatales y empresarios, la presión del público o de funcionarios o científicos independientes empuja a la luz pública a esos informes, se descubre que consisten en resúmenes muy generales, vagos y a menudo sucintos -o alternativamente elefantiásicas acumulaciones de datos sin jerarquizar-, carentes de rigor científico. Si el impulso cuestionador –no del Estado cómplice sino de algún funcionario o científico por su cuenta y riesgo– avanzara hasta solicitar a la empresa los datos brutos que respaldan el informe, la primera respuesta, muy frecuente, de Monsanto, es invocar el *secreto comercial*. Pero en casos como la contaminación de Anniston por el PCB o el cáncer de los veteranos de Vietnam debido al agente naranja, la presión cívica logró arrancar los datos brutos, y se descubre en diferentes casos, mecanismos reiterativamente empleados: manipulación de los individuos –humanos o animales, por ejemplo ratas experimentales, vacas tratadas con la hormona de crecimiento bovino, etc.– mezclando los que en buen método deben pertenecer al grupo experimental y el grupo de control; selección de los animales de experimentación –o de los datos relativos a ellos– en el sentido de atenuar o disimular los efectos del producto tóxico sobre ellos, por ejemplo trabajar con ratones viejos cuando se estudian posibles efectos hormonales de sustancias químicas que se manifestarían más perceptiblemente en cobayos en pleno desarrollo, o bien contentarse con descripciones oculares de los hígados de las ratas, sin examinar secciones finas al microscopio, etc.². Muchos de los científicos entrevistados por M.-M. Robin califican

² La calidad de muchos desarrollos biotecnológicos sería aún peor que lo señalado por Robin si consideramos lo siguiente: El uso de ratas o ratones adultos para probar la toxicidad de una toxina o de un contaminante es una práctica común, de hecho demasiado común, en los ensayos de laboratorio. Pero existen por lo menos dos objeciones contra ella: hay muchas sustancias que son detoxicadas por los roedores, no así por los primates,

de “mala ciencia” o “muy mala ciencia” los informes y protocolos experimentales de Monsanto.

En segundo lugar, el nuevo clima de grupos sociales organizados y que reclaman por sus daños manifiestos, y la exigencia de controles estatales, hace posible que desde los niveles inferiores o medios de las empresas y el Estado, individuos anónimos o en ocasiones públicamente, hagan llegar importantes datos en carpetas o cajas entregadas a científicos o funcionarios de mayor nivel. En EEUU, la recurrencia de esta práctica ha vinculado un nombre, una asociación y una legalidad protectora a los “whistleblowers” (lanzadores de alerta no-anónimos). Las jerarquías del Estado infiltradas por las empresas a menudo sancionarán con el despido o traslado a estos soplones, que se ven así conminados a pleitear en su defensa, a veces exitosamente en EEUU. Tres casos resonantes referidos por M.-M. Robin son los de la Dra. Cate Jenkins y William Sanjour de la EPA, en relación con las dioxinas (Robin, 2008a: 62 ss.), y el del veterinario Dr. Richard Burroughs en relación con la hormona de crecimiento bovino (101 ss.).

En tercer lugar, el *boom* de las nuevas investigaciones biotecnológicas financiadas generosamente por las mismas firmas contaminantes del período anterior, predispone a más y más científicos y universidades a hacer la vista gorda al pasado y volver la mirada a un futuro de progresos tecnocientíficos y financieros brillante. Sin embargo, la nueva tecnociencia no está aún plenamente montada como sistema relativamente autosuficiente y legitimado, cerrado sobre sí mismo. Aún hay científicos en el Estado o las universidades que hacen molestas indagaciones en torno al PCB, el RBST o el glifosato. Y el El dorado de los OGM aún no ha sido conquistado. Son aún tiempos de “acumulación primitiva” del capital humano y tecnológico de la tecnociencia privada por venir. Es aún necesario derramar dinero secreto sobre individuos y equipos para arrancarlos del viejo sistema, y así contrarrestar las denuncias de los *whistleblowers*, desmentir los análisis de científicos formados en la ética clásica de la investigación, a los que algún soplón anónimo ha acercado temibles revelaciones. Así, en Australia el Dr. Lennart Hardell descubre desde 1973 relaciones entre la dioxina y el cáncer, pero un contra-informe de Monsanto de 1986 inclina la balanza de la justicia, al llevar el prestigioso aval de

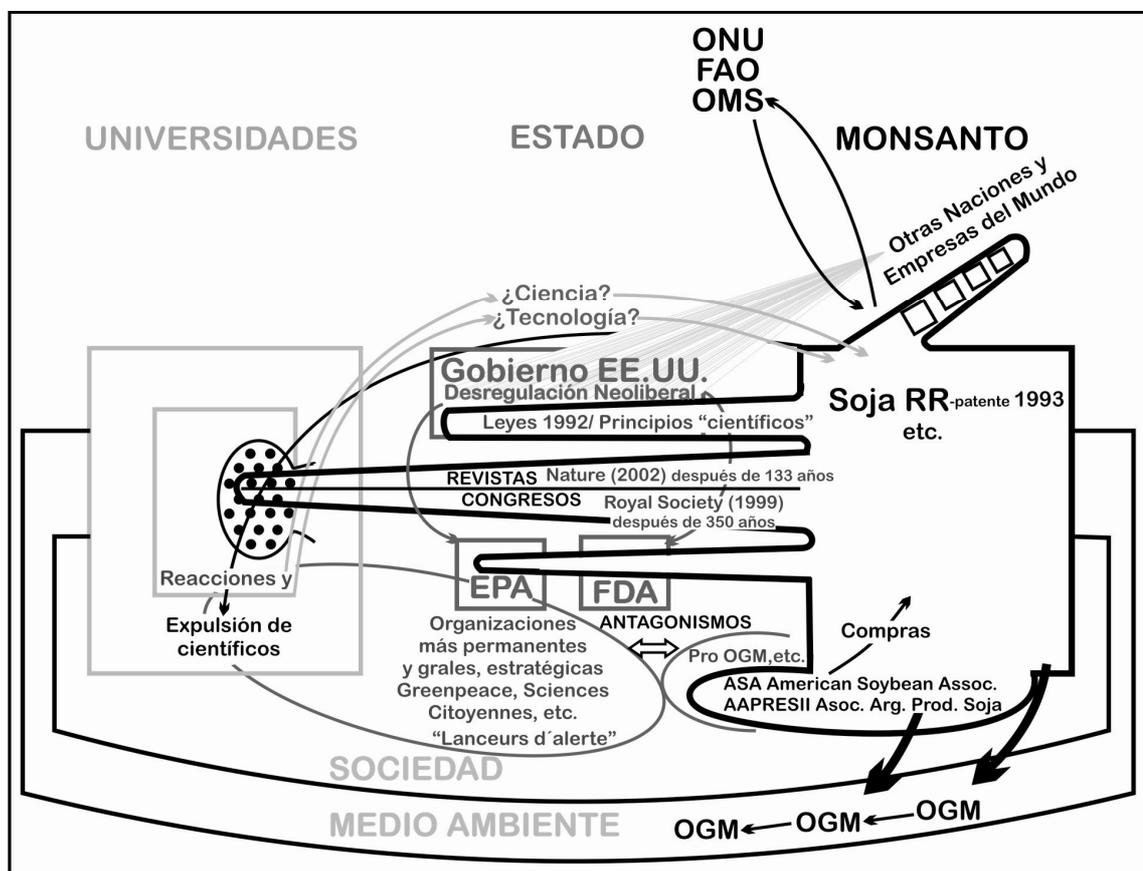
que es nuestro caso; además, el hecho de que susciten resultados negativos en las crías de cobayos no implicaría necesariamente que la sustancia es inocua para los roedores adultos.

Sir Richard Doll, descubridor de la relación entre el *tabaco* y el cáncer. En 2006 se reveló que Doll venía siendo pagado por Monsanto a razón de 1.500 dólares por día, durante muchos años (74). Análogamente, el Dr. Samuel Epstein, eminente estudioso de las relaciones entre cáncer y medioambiente, en 1989 recibe un misterioso paquete sin remitente –pero proveniente de la FDA– conteniendo los datos brutos sobre el uso de la hormona de crecimiento bovino en una granja experimental de Monsanto³. Pero la empresa y la FDA contraatacan con un artículo en la prestigiosa revista *Science* (agosto 1990). Acá, anticipando el nuevo “modo de producción tecnocientífica” por venir, el artículo incluye a amigos científicos de Monsanto no sólo entre los autores, sino en el comité de referato del texto (110). En cuarto y último lugar, la preparación de la próxima etapa biotecnológica es bastante cuidadosa por parte de Monsanto. Mientras el *Posilac* preparaba a los consumidores para que aceptaran modificaciones genéticas con efectos –supuestamente inocuos– en nuestros alimentos, Monsanto hacía lobby desde 1986 en la Casa Blanca, apoyaba económicamente a republicanos primero y demócratas después en las elecciones, de modo de ir construyendo un tejido de leyes protectoras de los OGM. Cuando la soja *RR* vea la luz en 1993, la legislación que la acoge y escuda de sus críticos la estará esperando desde un año antes. Como otro anticipo de la etapa por venir, la corporación Monsanto que con sus herbicidas ya ha hecho pie muy firmemente en todo el mundo, empieza a infiltrar o ganar la aprobación de organismos internacionales como la FAO en relación con la hormona de crecimiento bovino. A su vez, la ronda Uruguay del GATT (antecesor de la OMC) en 1986 recibe de Monsanto y otras empresas la iniciativa de patentar modificaciones

³ El rBST induce una producción de leche artificialmente aumentada en 15%, la actividad lactante permanente de las vacas -no vinculada ya a la procreación- y por ello un monstruoso desarrollo de las ubres que en su inflamación -mastitis- contaminan la leche con pus. Las abundantes inyecciones de antibióticos sólo atenúan este cuadro, y además pasan a la cadena alimentaria, muy probablemente determinando una baja de la inmunidad humana por adaptación de nuestras bacterias intestinales al medicamento. Además de fomentar la esterilidad y debilitar a las vacas -por lo que suelen derrumbarse mecánicamente-, el *Posilac* contiene un sustancia muy probablemente cancerígena. De hecho, la tasa de cáncer en hombres y mujeres, y de viejas enfermedades como la tuberculosis, creció en EEUU en la década de los 90, década del *Posilac*. Sin embargo, el uso masivo y abusivo de antibióticos en la ganadería precede en por lo menos tres décadas al del rBST. Los análisis desfavorables y las presiones públicas determinaron que cuando fue autorizado en 1993, el *Posilac* advertía en sus envases que producía ¡22 efectos secundarios! (Robin, 2008a: 116-7). En medio de creciente desconfianza popular que llevó a los consumidores a preferir la leche de granja -incluida en EEUU la de agricultores tradicionalistas como los Amish-, el *Posilac* luego de ganar el mercado Europeo, fue prohibido en el año 2000. En Canadá fue prohibido en 1998, pero en EEUU continúa siendo legal, aunque Monsanto acaba de vender esa parte de su negocio a otra empresa, Eli Lilly.

biotecnológicas de plantas y animales, lo que se concretará en 1994 bajo el rótulo de “derechos de propiedad intelectual” (332 ss.).

El cuadro 3 refiere a acontecimientos entre los 90 hasta el 2007, año en que M.-M. Robin concluye sus entrevistas. Independientemente de que haya o no, o acaso en menor grado, un tal entrelazamiento sistémico entre empresas, Estado y ciencia en *otras* disciplinas u otros proyectos de investigación y desarrollo, en el caso de la *biotecnología* –en particular la ingeniería genética de vegetales– sí parece claro que emergió un *nuevo* modo de producción tecnocientífico que se acerca a la autosuficiencia y la legitimación general, a la aceptación de una buena parte –quizá la mayoría– de la subcomunidad científica del caso.



Cuadro 3. Desde 1990: Reestructuración Avanzada

En este último cuadro se esquematizan las estrechas interrelaciones entre empresas, Estados y una nueva comunidad y modo de producción científica – digamos Modo 2– no sólo en espacios nacionales sino en el escenario global, por un lado. Por otro la diferenciación del sistema científico en subcomunidades antagónicas –digamos Modo 1 y sus variantes más críticas y populares, *versus*

Modo 2—, siendo el Modo 1 inicialmente nacional, mayormente (aunque en su lucha defensiva y ofensiva intenta reorganizarse internacionalmente), y se alía con las porciones contestatarias de la sociedad y el Estado, nacionalmente pero también cada vez más, globalmente.

Los modos anteriores de relación entre estos sistemas siguen vigentes: los *lobbys*, *revolving doors* y *whistleblowers*, la corrupción y cooptación de científicos, el ocultamiento de verdades inconfesables y la manipulación de experimentos e informes de las empresas. Pero lo nuevo y característico es una interrelación mucho mayor que da cierta autosuficiencia y legitimidad al nuevo sistema, su autosuficiencia y despliegue dinámico depende crucialmente de que los OGM han logrado su aprobación legal en EEUU, se difunden en campos cultivados en todo el mundo, dan enormes ganancias a Monsanto y sus competidoras, e inicialmente a los agricultores, de modo que se ha establecido un potente y expansivo bucle de retroalimentación entre empresas biotecnológicas y equipos de investigación científica financiados por ellas, producción agrícola, actividad económica y comercio internacional de EEUU principalmente. Sumemos a este entusiasmo comercial y tecnocientífico, el hecho de que inicialmente, la ingeniería genética despertaba esperanzas humanitarias encendidas. Por ejemplo, se confiaba en que sería posible fabricar bananas genéticamente modificadas para incorporar vacunas y que por tanto alimentaran y vacunaran a la vez a millones de niños hambrientos y vulnerables del Tercer Mundo (182), o el “arroz dorado” que contendría beta-caroteno, vitamina A, para los mismos pobres niños del Tercer Mundo. Ambas promesas resultaron incumplidas.

Dijimos que la soja *RR* sale al mercado en 1993. Otras plantas transgénicas importantes de Monsanto y sus competidoras son el maíz Bt, el algodón Bt, el colza transgénico, etc.. Entre 1983 y 2005, Monsanto ha patentado 647 desarrollos transgénicos vinculados a plantas. En EEUU, cada año se patentan 14.000 desarrollos transgénicos de plantas y animales (220). Ha avanzado mucho ya, la privatización de la vida, que cabe llamar *biopiratería*. En efecto, “patentes” se llamaban las públicas mercedes que la corona Española concedía a los conquistadores y aventureros que se apropiaban así de porciones del Nuevo Mundo. Este era declarado *terra nullius*, es decir tierra vacía de hombres blancos cristianos. Análogamente, funciones alimenticias o medicinales de plantas o árboles usados milenariamente, son hoy patentados por laboratorios que, al secuenciar sus

genomas, se arrojan pisar tierra virgen, conocer por primera vez, prácticamente crear esa forma de vida vegetal o animal y por tanto poseerla legítimamente (331). En la década de 1990, Monsanto compra a muchas de sus empresas competidoras, llegando a ser la primera productora de semillas del mundo. En EEUU 2005, el 85% de la soja, el 84% del colza, el 76% del algodón y el 45 % del maíz cultivado es transgénico (225). India, tercer productor mundial de algodón, ha sido invadida por la planta transgénica, que acentúa el número de suicidios –ya tradicionales– de pequeños campesinos arruinados y deshonrados, que ahora se quitan la vida bebiendo un bidón de pesticida. En Argentina, desde el ingreso de la soja *RR* en 1996 sin debate parlamentario, al calor de las “relaciones carnales” entre Menem y EEUU –y después bajo la complaciente mirada de los Kirchner–, el área sembrada por soja transgénica creció a un ritmo único en el mundo, llegando al 50% de toda el área sembrada. (Robin entrevistó para su libro –en 2005 y 2007– a numerosos actores y víctimas de la Argentina tecnosojera, desde campesinos contaminados y sus médicos rurales, hasta ministros kirchneristas entusiastas de los OGM, pasando por dirigentes agrarios como Eduardo Buzzi).

La interrelación estrecha entre la legislación de la FDA de EEUU, y la tecnociencia de Monsanto y sus competidoras, es notable. Su experiencia piloto con la hormona de crecimiento bovino enseñó a Monsanto que la aceptación de OGM vegetales que ingresarían a nuestra cadena alimentaria sería una compleja y larga batalla. Por eso, como se dijo, preparó con mucha antelación la legislación con *su* gente infiltrada en la FDA, la EPA y el gobierno de EEUU. La legislación relativa a modificaciones científicas radicales de alimentos para ganado o humanos debía tener un contenido científico que pudiera apaciguar posibles tormentas críticas desde el frente la ciencia, y a su vez cerrara el paso a las críticas ciudadanas invocando la complejidad y especialidad de los asuntos en debate, pero llevando a su vez tranquilidad al gran público. Se entiende así que la legislación y política estatales de tales desarrollos biotecnológicos en un contexto de enorme poder y rapacidad corporativa, por un lado, y gran desconfianza de la ciudadanía por otra, requieren más que de una *cientifización* de la legislación y la política estatal, de una *politización e ideologización* de los contenidos “científicos” de las normas de la FDA. Es notable cómo esta necesidad funcional se corporizó. La cúpula de la FDA ligada a Monsanto construyó, silenciando la opinión contraria de buena parte de su propio personal científico, una justificación espuria, pseudo-científica consistente en dos

seudo-principios: 1) Se establece que las plantas modificadas por ingeniería genética –que combinan genomas de especies *no* normalmente interfértiles– se reglamentarán del mismo modo que las plantas criadas, o cruzadas al modo tradicional, es decir usando la selección genealógica –en cuyo caso se está tratando con genomas de organismos que *son* naturalmente interfértiles– (151, 159). (Adviértase de paso el doble discurso en que caen las empresas biotecnológicas cuando a los fines de presentar sus productos como sanos, no tóxicos, etc., enfatizan falazmente su parentesco con los métodos ancestrales de los agricultores y criadores, mientras que a los fines de aumentar sus ganancias patentando funciones orgánicas ya conocidas o genomas de laboratorio, resaltan la novedad radical del conocimiento o producto); 2) La nueva reglamentación de la FDA establece la “equivalencia en sustancia” de un OGM respecto de su organismo de base, por ejemplo la soja *RR* transgénica, respecto de la soja común. Los mismos hombres de Monsanto en la FDA como el microbiólogo James Maryanski, reconocen que la reglamentación descansaba sobre una decisión *política* de la FDA favorable a la industria de los OGM. Pero esa reglamentación debía introducir justificaciones “científicas” como ésta:

En la mayoría de los casos, los componentes de los alimentos provenientes de una planta genéticamente modificada serán *los mismos que, o similares en sustancia a*, aquellos que se encuentran comúnmente en los alimentos, como las proteínas, las grasas, los aceites e hidratos de carbono. (Food and Drug Administration, 1992:22.983, citado por Robin, 2008a:161, énfasis de la autora)

James Maryanski lo explica así:

Sabemos que los genes que se introducen en las plantas con la biotecnología producen proteínas *muy parecidas* a aquellas que venimos consumiendo hace siglos. Si tomamos el ejemplo de la soja Roundup Ready, de hecho, ella contiene una enzima modificada que es *prácticamente la misma* que la que existe en la planta, la mutación es *muy mínima*, por tanto, en términos de seguridad, *no hay diferencia importante* entre la enzima manipulada y la enzima natural (Robin, 2008a: 161, énfasis de la autora)

En suma, como los componentes moleculares de la naturaleza orgánica son en una y otra especie de planta *grosso modo* semejantes entre sí, sus efectos son también sustancialmente equivalentes: proteínas, hidratos de carbono, etc., que consumimos todos los días. Además de impreciso hasta casi la vacuidad, este seudo-principio de equivalencia en sustancia respira un reduccionismo simplista.

Confía en que una alteración que se supone cuantitativamente pequeña a la escala biomolecular, tiene un efecto intrascendente porque da por supuesto, tácitamente, que la unidad material del gen –que supone perfectamente delimitable es a la vez una unidad funcional, y que la biotecnología de inserción del transgen controla perfectamente el lugar de la inserción. Como si en una pared compuesta de ladrillos perfectamente individualizados y que no tienen otra función que la de soportar la pared, se extrajera uno o unos pocos ladrillos reemplazándolos por otros iguales en tamaño, ubicación y propiedades mecánicas, pero que atraen a moscas y mosquitos hasta adherirlas a su superficie. Esa nueva pared modificada sería igual de portante, con la ventaja adicional de que nos protegería de molestos insectos. Los funcionarios y especialmente científicos independientes descubrieron que ni la ciencia, ni la tecnología, ni los alimentos de Monsanto eran probadamente confiables, sino lo contrario. Aunque los OGM se usan en investigación básica y medicina mucho antes que en alimentación, hay que hacer importantes distinciones. En investigación básica, el privar a un organismo y su genoma de un gen, y el insertarlo en otro genoma, son procedimientos experimentales para identificar tales genes y descubrir su función. Ahora bien, la relación entre genes y sus efectos o funciones es de muchos / muchos, es decir que por una parte un mismo gen puede tener muchas funciones -pleiotropía-, que la ciencia descubre gradual y dificultosamente, y la expresión de esas funciones depende de toda la organización celular de la que el genoma es sólo una parte. Y a la inversa, diferentes genes pueden tener, o participar en, una misma función –epistasia-, por lo que en rigor no cabría decir que X es *el* gen para la función Y, sino que X es *un* gen para Y. La misma función génica puede desarrollarla un gen identificado como un trozo de genoma de un cromosoma, pero también varios trozos de genoma, incluso en distintos cromosomas, unidos por una misma función génica pero materialmente no unidos. Así se explica, según John Dupré, que todos los biólogos moleculares hablen del gen pero no se pongan de acuerdo al definirlo⁴. La genética clásica de orientación mayormente atomista y reduccionista ha sido reemplazada por la genómica, que considera genomas como sistemas complejos de enorme cantidad de elementos -abordados computacionalmente- y diversas relaciones diferenciadas y jerarquizadas, como la que existe entre genes de estructura y genes de

⁴ Dupré, 2004.

regulación, por ejemplo. Si los genes no son como ladrillos perfectamente delimitados en su forma y función, sino complejos conjuntos de relaciones entre una pluralidad de secuencias de aminoácidos y grupos de funciones, es comprensible que cortar y pegar secuencias materiales de aminoácidos no siempre dé un mismo resultado esperado. La biología actual incluso está ya -a juicio de muchos de sus practicantes- en una era “pos-genómica” en que la riqueza y complejidad atribuidas a los organismos incluso al nivel celular, es mucho mayor. La “proteómica” y la “metabonómica” investigan las relaciones entre genes y proteínas y a las estructuras y funciones proteicas y metabólicas como niveles específicos de la dinámica orgánica. La biología sistémica tiende a incorporar los descubrimientos de la biología molecular, la genética, la genómica, la proteómica y la metabonómica en un nuevo punto de vista teórico integrador interdisciplinario muy ambicioso, con pretensiones de reorientar a toda la biología. Pero hay casi tantas orientaciones que se reclaman sistémicas como científicos que las propugnan. En algunos casos, la perspectiva sistémica es una continuación de la biología molecular y la genómica, por otros medios⁵.

Si la genética y biología molecular clásicas del siglo XX engendraron la biotecnología de los OGM, la genómica le dio un fundamento científico más complejo y permitió estabilizarla más como tecnología, o al menos fundamentar tal esperanza. De modo que la primera orientación puede vincularse a los primeros relativos logros y abundantes fracasos y riesgos de la biotecnología empresarial, y a una política –representada por empresas, estados y gobiernos de América del norte- de franca *aceptación* de los OGM, mientras que la segunda orientación genómica más compleja permitió el perfeccionamiento de la primera orientación, y la política de aceptación más cautelosa, críticamente vigilante de los OGM, e incluso la propuesta –característica de numerosos países europeos, pero no sólo de estos- de *moratoria* de la liberación de OGM al medio ambiente ante tanto se investigue más acabadamente la complejidad genómica implicada. Finalmente, el punto de vista sistémico en sus versiones más críticas, punto de vista floreciente pero aún minoritario en la biología contemporánea, empalma preferentemente con actitudes de *rechazo* –o de moratorias prolongadas- frente a la liberación ambiental de OGM.

⁵ Roberts, 2007.

Las organizaciones ecologistas y de consumidores, científicos críticos y activistas tan diversos como Vandana Shiva, Mae-Wan Ho y Richard Lewontin⁶, y filósofos como Evelyn Fox-Keller, Karola Stotz y Paul Griffiths han encarnado típicamente esta perspectiva teórica, no siempre con las implicancias prácticas que acá se señalan, y con importantes diferencias teóricas y políticas de uno a otro autor-activista.

Volviendo a la biotecnología practicada actualmente, si el resultado esperado es, en la medicina experimental, la síntesis de una sustancia como la humalina, insulina derivada del genoma humano insertada en bacterias y producida industrialmente para aliviar a los diabéticos –que antes debían recurrir a la insuficiente e inferior insulina de cerdo o vaca– suficiente experimentación y control puede producir aceptablemente buenos resultados. (En algunos humanos, esta insulina es muy dañina). En este caso, al decir de Christian Vélot, los OGM pueden

⁶ Lewontin, 2003. Debe advertirse que aunque situado políticamente en la izquierda anticapitalista, en ese texto al menos Lewontin expresamente se aparta de las condenas ecologistas más frecuentes de los OGM. No los considera más antinaturales que lo que la agricultura ya venía haciendo. Los rechaza por el monopolio económico y secreto comercial que conllevan hoy, de hecho. Su colega y amigo Stephen Jay Gould, menos izquierdista que Lewontin –especialmente en su madurez–, se refirió poco y en general no críticamente a la biotecnología. Según Newman, 2003, Gould a pesar de su izquierdismo político y su papel renovador en biología, sobrestimó el papel de los genes en la determinación de la estructura orgánica sub-humana, y subestimó su papel en la determinación del comportamiento humano. Como biólogo esencialmente neodarwinista, Gould habría sido al final de cuentas casi tan acrítico respecto de la biotecnología como otros colegas de esa orientación. Si la naturaleza y especialmente la vida son esencialmente azarosas, arbitrarias, y transforman las especies mediante manipulaciones fortuitas de los genomas, lo que la biotecnología humana hace no es excepcional, sino que cae bajo la norma natural. Según Newman, una nueva biología posdarwinista debe hacer justicia a la enorme complejidad de la evolución y el desarrollo, pero ello no obsta para reconocer, al contrario, que la manipulación biotecnológica de los genomas de especies complejas nos enfrenta a amenazas ecológicas y sociales, y a dilemas éticos y políticos nuevos, sin precedentes. Richard Levins, ecólogo, también aliado de Gould y co-autor con Lewontin de *The Dialectical Biologist* (1985), en mi opinión supera a Lewontin y con mayor razón a Gould en su comprensión y crítica de las ciencias biológicas y agronómicas en el presente contexto de capitalismo global. En Levins 1996, no hay referencia directa a los OGM sino a las modernas epidemias y epidemiología, a la revolución verde y a la ciencia moderna burguesa, connaturalmente reduccionista. Su condena de la reducción de la enfermedad a la acción de los organismos patógenos, y la perspectiva triunfalista de erradicar las epidemias, es análoga a la reducción del progreso agrícola a la explotación a gran escala, capital-intensiva y tendiente al monocultivo. En ambos casos el éxito en la pequeña escala reduccionista y el corto plazo se pagan con fracasos en la gran escala y el mediano y largo plazo, ya que se hace abstracción simplista de la interpenetración de epidemias e insuficiencia agrícola con el entorno natural y su actividad espontánea, y con la sociedad, sus desigualdades y dinamismo. Esta crítica de conjunto a la relación productivista miope entre capitalismo y ambiente natural o humano, y la ciencia reduccionista que la justifica y exagera, obviamente implica una análoga crítica devastadora de la biotecnología de los OGM, igualmente movida por la avidez de la ganancia inmediata, e igualmente basada en una biología molecular reduccionista. (Levins me confirmó esto, en una comunicación electrónica personal, en octubre de 2009). La perspectiva compleja y dialéctica de la interrelación entre sociedad, naturaleza, ciencia y tecnología es explícita y detalladamente desarrollada por Levins.

entenderse como “Organismos Geniales y Maravillosos”⁷. Pero si nos interesara usar o consumir no la insulina sino a sus productoras las bacterias, podríamos descubrir en ellas muchas modificaciones indeseables resultantes de nuestra manipulación. El organismo más complejo del que antes sólo nos interesaba una única función, podría haberse convertido para nosotros en un “Organismo Genéticamente Monstruoso” (y ello es lamentablemente frecuente cuando los OGM son ante todo “Objetos Genéticos de Marketing”). Enseguida referiremos brevemente algunas de las investigaciones científicas que cuestionan el nebuloso principio de “equivalencia en sustancia” en el caso de plantas transgénicas particulares. También opiniones de científicos que cuestionan el pretendido control de la transgénesis que dicen ostentar las autodenominadas *biotecnologías*.

Esos desarrollos científicos cuestionadores de la ciencia y la tecnología de Monsanto, ciertamente no pasan desapercibidos por la empresa. Pero el nuevo modo de producción tecnocientífico privado ya ha alcanzado un importante grado de madurez y autosuficiencia. El espurio –*para los científicos independientes*- principio de equivalencia en sustancia ha sido incorporado en la legislación de la nación líder en ciencia, tecnología y armamento, para expandirse universalmente ¡Funciona ya *biopolíticamente* en el sentido de Foucault, como un discurso y dispositivo de dominación de la vida humana mediada por el control de la biotecnología vegetal!

Monsanto y sus hermanas europeas lograrán trasladar esa legislación a Europa, aunque acá el terreno es menos favorable, y la Comunidad Europea decretará una moratoria de cultivos transgénicos por 5 años en 1999. (En cambio la aceptación de los OGM y los tests que debieron enfrentar en EEUU fueron más rápidos y laxos que los aplicados ¡a aditivos convencionales de los alimentos como la mostaza o los colorantes!). La FAO y la OMS, infiltradas por Monsanto y sus competidoras, organizará en 1994 encuentros científicos mundiales sobre el famoso principio de equivalencia en sustancia, que en adelante Monsanto podrá referir entonces como “establecido por la FDA, la OMS, etc.” (185-6).

Desde el lado independiente, minoritario o menos poderoso de la ciencia, los críticos de los productos biotecnológicos denuncian el círculo vicioso de ignorancia que se establece entre las resoluciones judiciales o afirmaciones empresarias negando el vínculo entre por ejemplo las dioxinas, la hormona de crecimiento bovino

⁷ Vélot, 2005.

o el glifosato y el cáncer, y la renuencia estatal a exigir –y la negativa privada a financiar– esas investigaciones. Pero los círculos o bucles retroactivos se han cerrado ya a favor del nuevo modo de hacer las cosas. Monsanto y sus competidoras son ahora las que fijan la agenda tecnocientífica financiando equipos e institutos, organizando congresos y acuñando terminología, y como veremos enseguida, tendiendo a torcer la práctica establecida de las revistas científicas.

Podemos resaltar unos pocos entre un número algo mayor –¡pero no demasiado grande!– de conflictos agudos y resonantes, conflictos que ilustran los aspectos científicos sustantivos, así como los aspectos institucionales y políticos del nuevo modo de producción tecnocientífica.

a) El herbicida *Roundup* con principio activo de glifosato, tarda en producir efectos contaminantes suficientemente masivos y visibles, y en suscitar los estudios científicos correspondientes. Es un producto de nuestro período y cuadro anterior 2, pero sus efectos y denuncias emergen en el período 3. Los abortos, partos prematuros y cánceres aumentan su frecuencia en las zonas agrícolas. Desde el año 2000 el profesor Robert Bellé del CNRS utilizó el famoso modelo del erizo del mar, premiado con el Nobel (otorgado a Hunt, Nurse y Hartwell en 2001) como modelo relevante para comprender el desarrollo precoz de cáncer en humanos. Bellé y su equipo descubren que el *Roundup* altera los mecanismos que controlan la división celular, y probablemente es por tanto un cancerígeno. Curiosamente, el principio activo, el glifosato, no sería el que –al menos por sí solo– produce este efecto, sino los componentes coadyuvantes que Monsanto se niega a revelar por secreto comercial. No ya Monsanto ¡sino el propio CNRS y el Instituto Pierre-et-Marie-Curie! le solicitan a Bellé no publicar su resultado, y ante su negativa, lo expulsan, para su sorpresa y profunda decepción (91-4). Otro investigador francés, Gilles-Eric Séralini, prueba experimentalmente en 2006 la gran toxicidad del *Roundup* para los embriones humanos. Advierte que el *Roundup* no sólo es aspirado por los agricultores, sino que penetra en nuestra cadena alimentaria por la soja *RR* que lo resiste y por tanto acumula, así como a través de peces y ganado que pudieran absorberlo y lo conservarán en su materia grasa, transmitiéndolo intra- e inter-específicamente. (Acá advertimos lo señalado arriba: aún suponiendo que la resistencia de la soja *RR* al *Roundup* sea un efecto deseable, no por eso es sano para nosotros ingerir el gen que lo produce, o el hésped de ese gen, que como organismo absorbe y nos transmite el glifosato). Séralini debe soportar una fuerte

ofensiva del gobierno francés, y sus jóvenes doctorandos abandonan el laboratorio ante la presencia de Marie-Monique Robin y su camarógrafo, para no perjudicar sus carreras biotecnológicas. Séralini no es expulsado pero sí desfinanciado (94-97).

b) Arpad Pusztai es investigador del Rowett Institute de Glasgow, Escocia. En agosto de 1998, es entrevistado en televisión por la BBC y expresa en apenas 10 segundos su preocupación de que los ciudadanos británicos pudieran ser tomados como cobayos de experimentación de la nueva tecnología OGM. Eso le valió la expulsión del Instituto, por la siguiente secuencia de llamadas telefónicas que pudo establecerse posteriormente: Monsanto→Bill Clinton→Tony Blair→Instituto Rowett (203). Hijo de un resistente a la ocupación nazi de Budapest, Pusztai se extraña de que en Occidente se usen “prácticas que recuerden a aquellas de los regímenes comunistas” (194). En el Rowett y con financiamiento parcial de Monsanto, Pusztai investigaba la influencia de los OGM sobre la salud humana. Era un entusiasta de la biotecnología, y al leer un artículo científico de Monsanto sobre soja en 1996, creyó que era “muy mala ciencia” (195) pero que merecía ser corregida en defensa de los OGM. Trabajando con papas transgénicas a las que se insertó un gen productor de la lectina que repele a los pulgones, Pusztai estudió el efecto de estas papas sobre ratas en desarrollo temprano. El grupo 1 de control se alimentó con papas convencionales, los grupos 2 y 3 con dos linajes de papas transgénicas y el 4 con papas convencionales pero adicionadas con lectina natural, extraída de una flor. Los grupos 1 y 4 no revelaron alteraciones: ni las papas ni la lectina natural las afectan. Los grupos 2 y 3 revelaron atrofiaciones en diversos órganos importantes, y proliferación de células que podrían preanunciar desarrollos tumorales. Pero de mayor interés para nosotros acá, es que Pusztai hace constataciones que desmienten el “principio de equivalencia en sustancia” y cuestionan el tácito reduccionismo genético y el control y la reproducibilidad que se arroja la nueva biotecnología. Por un lado, el análisis químico revela que las papas transgénicas no son equivalentes a las convencionales (196). Por otro, las papas transgénicas no son equivalentes entre sí, en la cantidad de lectina que expresan. Dos explicaciones posibles, no excluyentes, se ofrecen de esta variedad: i) La presencia del gen “promotor 35S” proveniente del virus mosaico del coliflor, que se inserta para promover la expresión de la lectina, tiene quizá otros efectos aún desconocidos; ii) La llamada biotecnología no es una auténtica tecnología que asegura efectos reproducibles, constantes. En palabras de Pusztai en diálogo con M.-M. Robin:

Es la primera vez que expresé dudas acerca del hecho de que la manipulación genética pueda ser considerada como una tecnología ya que, para un científico clásico como yo, el principio mismo de la tecnología significa que si un proceso produce un efecto, ese efecto debe ser estrictamente el mismo si se repite el mismo proceso en condiciones idénticas. Acá, aparentemente, la técnica era muy imprecisa, porque no producía el mismo efecto.

—¿Cómo lo explica usted?

—Lamentablemente, no tengo más que hipótesis para las que carecí de los medios de verificación [...] Para comprender bien la imprecisión de lo que se llama de manera impropia la “biotecnología”, que se efectúa generalmente con un cañón de genes, basta tomar la imagen de Guillermo Tell a quien se le vendarán los ojos antes de lanzar su flecha: es imposible saber dónde aterrizará el gen bombardeado en la célula-blanco. Pienso que la localización aleatoria del gen explica la variabilidad de la expresión de la proteína, en este caso la lectina (196).

Pusztai es un especialista en lectina de renombre mundial, pero Monsanto —no directamente, sino a través del nuevo sistema científico— expulsa a Pusztai y hace añicos, o casi, su reputación. La *Royal Society*, rompiendo una tradición de 350 años —¡lo que nos retrotrae a los tiempos de Boyle y Newton!— sale a denostar su investigación. La prestigiosa revista *The Lancet* es sometida a fuertes presiones, pero finalmente publica el artículo de Pusztai y Ewen en octubre de 1999⁸.

c) En noviembre de 2001, Ignacio Chapela -mexicano- y David Quist publican un artículo en la revista *Nature*⁹ que cambiará —inicialmente para peor— sus carreras científicas. Estos dos biólogos de la universidad de Berkeley, California, asesoraban a las comunidades campesinas indígenas de Oaxaca, México, a comienzos del 2001. En 1998 México había decretado una moratoria a los *cultivos* transgénicos, pero no había podido evitar la masiva *importación* de maíz transgénico barato desde EEUU. Como sabemos la biodiversidad de México en trigo, maíz y otros cultivos es asombrosa. En Oaxaca, en un taller de biotecnología ofrecido a los campesinos, Quist y Chapela se proponían usar el maíz criollo, local, como muestra pura, de control, frente al maíz transgénico. Su sorpresa fue enorme al descubrir que ese maíz supuestamente puro de Oaxaca, ya estaba contaminado por transgenes *Roundup Ready* y Bt. Envían sus resultados a la revista *Nature*, pero simultáneamente van alertando al gobierno mexicano, que inicia estudios en más localidades y tipos de maíz, confirmando la contaminación en setiembre del 2001 (264).

⁸ Ewen y Pusztai, 1999.

⁹ Quist y Chapela, 2001.

En Oaxaca, Marie-Monique Robin establece este diálogo con Secundino, campesino zapoteco que le muestra orgulloso una espiga de maíz violeta:

¡Mire, este maíz era el preferido de mis ancestros!

—¿Existía antes de la conquista española?

—Sí, y ahora hay otra conquista ...

—¿Qué nueva conquista?

—La conquista transgénica, que quiere desaparecer a nuestro maíz tradicional, para que domine el maíz industrial. Si eso ocurre, dependeremos de las multinacionales para nuestras semillas. Y seremos obligados a comprar sus abonos y herbicidas ya que sin ellos, su maíz no crecerá. A diferencia del nuestro que crece muy bien sin productos químicos (263)

Los editores de la revista *Nature* examinan el artículo de Quist y Chapela durante 8 meses, vacilando ante su publicación, ya que inicialmente le reconocían gran calidad científica pero reciben fuertes presiones de las empresas. Un referencista de *Nature* lo rechazaba pretextando su “falta de interés”, pero el descubrimiento ya estaba en la calle y escandalizaba desde las páginas de *Le Monde*, de modo que *Nature* ya no puede dar marcha atrás. Publica el artículo en noviembre del 2001. Algunas de las presiones del mundo empresario-tecnocientífico se tornan más manifiestas. Colegas de Berkeley enemistados desde antes con Chapela por su oposición en 1998 al financiamiento de Novartis –25 millones de dólares a cambio del patentamiento de un tercio de los resultados–, y científicos ficticios cuyos servidores de Internet o IP conducen a Monsanto, lanzan una feroz campaña de desprestigio contra Chapela. El mismo día de la aparición del artículo en *Nature*, una investigadora inexistente, Andura Smetacek, escribe en el sitio pro OGM y ligado a las empresas *AgBioWorld*:

Ignacio Chapela: un activista antes que un científico [...] Lamentablemente, la reciente publicación por *Nature* de una carta (y no un artículo de investigación sometido al análisis de científicos independientes) del ecologista de Berkeley Ignacio (sic) Chapela ha sido manipulado por activistas antitecnología (como Greenpeace, Friends of the Earth, Organic Consumers Association) y los medios dominantes para alegar falsamente la existencia de enfermedades asociadas a la biotecnología agrícola [...] Una simple pesquisa en la historia de las relaciones de Chapela con esos grupos muestra su colusión con ellos para atacar la biotecnología, el libre comercio, los derechos de propiedad intelectual y otros asuntos políticos.” (266-267)

Pero aún después de publicado el artículo, las presiones del mundo empresarial-tecnocientífico sobre *Nature* eran tan grandes que de diciembre a marzo del 2002 *Nature* presiona a Quist y Chapela a *retractarse* de lo ya publicado

¡como exigió la Iglesia Católica a Galileo! Al negarse los autores, *Nature* hace algo inédito en sus 133 años de existencia, publica en abril de 2002 una nota editorial desacreditando el artículo. Hecho tanto o más sorprendente cuando, un mes antes, *Science* –otra revista de élite en la ciencia– había publicado un trabajo confirmatorio de los hallazgos (269).

Chapela es separado de Berkeley, bajo la forma de no renovación de su *tenure*, a fines del 2003. En 2005 debe entablar una demanda judicial con apoyo estudiantil y popular, para recuperar su puesto académico. En octubre de 2006 declara a Marie-Monique Robin:

Desde entonces, arrastro mi cruz de lanzador de alertas. No tengo presupuesto para conducir las investigaciones que me interesan ya que, de ahora en más, en los EEUU, no se puede trabajar en biología si se rechaza el sostén financiero de las empresas de biotecnología. Había una época en que la ciencia y la universidad reivindicaban a viva voz su independencia respecto a las instancias gubernamentales, militares o industriales. Se terminó, no sólo porque los científicos dependen de la industria para vivir, sino porque son ellos mismos parte de la industria [...] Por eso digo que vivimos en un mundo totalitario, gobernado por los intereses de las multinacionales que no responden sino a sus propios accionistas. (270)

Quist y Chapela hicieron dos descubrimientos que indignaron a Monsanto y el *establishment* biotecnológico: i) La contaminación del maíz criollo con maíz transgénico, pero a eso, señala Chapela, se lo veía venir, incluso de parte de Monsanto; ii) Según Chapela el segundo descubrimiento fue el más irritante:

[... El] segundo punto de nuestro estudio era mucho más serio para Monsanto y consortes. En efecto, al investigar dónde se localizaban los fragmentos de ADN transgénico [en el maíz criollo], constatamos que se habían insertado en distintos sitios del genoma de la planta, de manera completamente aleatoria. Ello significa que contrariamente a lo que afirman los fabricantes de OGM, la técnica de manipulación genética no es estable ya que, una vez que el OGM se cruza con otra planta, el transgen estalla y se inserta de manera incontrolada. Los críticos más virulentos se han concentrado sobre todo en esta parte del estudio, denunciando nuestra incompetencia técnica y falta de conocimiento experto como para evaluar ese tipo de fenómeno (265)¹⁰.

¹⁰ La crítica de Pusztai, Quist y Chapela a la estabilidad de la tecnología de inserción transgénica debería ser corregida y matizada. Es un tema que realmente quita al sueño a las empresas de biotecnología vegetal, y que les obligó a perfeccionar la técnica de inserción. En caso contrario, las consecuencias agronómicas en el campo pueden ser rápidas y económicamente desastrosas para ellas, como ocurrió en 1994 con el tomate transgénico Flavr Savr de Calgene. La empresa se arruinó y fue comprada por Monsanto en 1996, que no retomó ese proyecto de tomate. Con todo, los progresos en la técnica de inserción no le han quitado naturaleza *estadística* al aumento de precisión, lo que implica que si en la primera generación de OGM una pequeña proporción de individuos carecerá de la estructura genómica proyectada, en las siguientes generaciones las mutaciones

Volviendo a nuestro cuadro 3, el ejemplo de Monsanto parece convalidar modelos como los de Hottois y especialmente Gibbons y Pestre, en relación con la emergencia de un nuevo modo de producción científica, o tecnocientífica, al menos en un área de investigación y desarrollo, la biotecnología vegetal. Al menos en esta subdisciplina, el entrelazamiento entre empresas privadas, Estado y tecnociencia es tan estrecho que las revistas científicas, las universidades y sus laboratorios, han sufrido una transformación que si no está ya plenamente integrada y legitimada, parece no estar lejos de su madurez y franca hegemonía. Hemos visto en el caso de Monsanto, que desde lo ¿poco? que queda de ciencia independiente respecto de las empresas, hay fundadas razones para cuestionar tanto la calidad de la ciencia, como de la tecnología de transgénesis. Pero los relativamente pocos científicos en condiciones técnicas y con la disposición de ánimo para manifestar públicamente esos argumentos, son severamente desacreditados y a menudo expulsados del sistema¹¹. Si en tiempos de acumulación originaria de recursos humanos y tecnológicos la biotecnología debía corromper, comprar o cooptar individualmente o en pequeños grupos a los científicos de las instituciones tradicionales, ahora desde una posición de superioridad o muy cercana a ella, pasa a la contraofensiva para desarticular el campo científico contrario. Hemos constatado cómo la posibilidad de una resistencia eficaz a esa contraofensiva radica en la alianza de los individuos y equipos críticos sobrevivientes en las universidades y el Estado, con la sociedad civil y la opinión pública. En la etapa anterior, correspondiente al cuadro 2, la ciudadanía aparecía como organizada específica y algo más pasajeramente para protestar por daños puntuales, por ejemplo la población de Anniston contaminada por el PCB o los veteranos de Vietnam por el agente naranja. En esta nueva etapa de la institucionalización y hegemonía de una nueva tecnociencia cuyas profundas investigaciones y manipulaciones de la naturaleza le otorgan el poder de alterar

propias y los cruzamientos de estos individuos con los de otras especies -señaladamente aquellas optimizadas en un largo tiempo por selección natural o humana- pueden producir efectos devastadores, lo que a fin de cuentas justifica la preocupación de Pusztai y sus colegas.

¹¹ En 2009, en Argentina, Andrés Carrasco, prestigioso embriólogo molecular, sufrió el embate de las empresas de biotecnología, de la cúpula del CONICET -en la persona del Ministro Lino Barañao-, y de los grandes diarios - *Clarín* y *La Nación*-, por sus descubrimientos referidos a los efectos teratogénicos del glifosato en embriones de anfibios y -por razonable extrapolación- humanos. Pero algunos centenares de destacados investigadores, intelectuales, artistas, activistas y organizaciones argentinos y extranjeros, salieron en defensa de Carrasco. Aranda 2009, Voces de Alerta 2009, Carrasco 2010.

radical y duraderamente a la población y el medioambiente, la sociedad civil aparece ya organizada de manera más duradera y universal en el sentido de no sólo reaccionar a daños ya recibidos, sino que está capacitada científicamente para anticipar y denunciar daños futuros probables. Advertimos que, corrigiendo a Pestre, el Estado que en el Modo 1 supuestamente representaba a lo público y equilibraba las producciones universitarias estatales y las de los laboratorios y empresas privadas, ha sido ya, en el Modo 2 tecnocientífico, ampliamente colonizado y controlado por el capital privado, dejando de encarnar necesariamente lo público. No hay salida a la privatización de la ciencia apelando -como propone Pestre- a la ciencia estatal como mito, porque el Estado mismo ha sido en gran medida privatizado. A lo público lo encarna principalmente la sociedad civil, que para resistir o reformar a la tecnociencia privada, necesita también resistir y reformar al Estado privatizado, lo que en perspectiva implica resistir, reformar o transformar estructuralmente el capitalismo mismo.

Además del caso de Ignacio Chapela ya referido, otros dos son ilustrativos al respecto: a) En marzo de 1998 se patenta en EEUU un desarrollo para el “control de la expresión vegetal de los genes”, tendiente a producir semillas *estériles*. Este nuevo producto pronto recibe popularmente el nombre de *Terminator*, en alusión al célebre robot cinematográfico. No sólo obligaría a los campesinos compradores de la semilla a renovarlas año a año, sino que al cruzarse con las plantas convencionales, asimilarían a más y más campos y agricultores a la misma condición, amenazando en perspectiva la seguridad alimentaria mundial. Además de un creciente número de organizaciones campesinas e incluso de la Fundación Rockefeller –otrota impulsora de la revolución verde y entusiasta de los OGM– y el CGIAR –consultora agrícola internacional–, la intervención de Greenpeace fue muy importante. Monsanto, que había adquirido la patente, debió retractarse en 1999 y sufrió fuertes bajas en sus acciones (213-6); b) El Dr. Christian Vélot, investigador genético de la universidad de Paris-Sud desde 2002, comenzó a sufrir crecientes represalias debido a sus conferencias públicas que analizaban críticamente los OGM. Su instituto le ha anunciado la expulsión en 2009. *Sciences Citoyennes*, de la que Vélot es miembro, organizó una campaña pública en su apoyo –que integran también Greenpeace, ATTAC, José Bové de la federación campesina, etc.–, y que

reclama para los “lanceurs d’alerte” en Francia, la protección legal que en EEUU tienen los “whistleblowers”¹².

Bibliografía

Aranda, Darío: “Un apoyo a la libertad de investigación. Más de 300 científicos, intelectuales, referentes de DD.HH. y organizaciones sociales expresaron su apoyo a Andrés Carrasco, blanco de una campaña de desprestigio. Denunciaron la ‘intrusión mercantilista’ en la ciencia”, diario *Página 12*, 11 de mayo de 2009.” <<http://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-124689-2009-05-11.html>>, accedido 19/03/2012.

Center for Food Safety (2005): “Monsanto vs. U.S. Farmers”, <<http://www.centerforfoodsafety.org/Monsantovsusfarmersreport.cfm>>, accedido 11/12/2008.

Dupré, J. (2004): “Understanding Contemporary Genomics”, *Perspectives on Science*, vol. 12, nº 3, pp. 320-338.

Ewen, S. y Pusztai, A. (1999): “Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing Galanthus Nivalis lectin on small rat intestines”, *The Lancet*, nº 354, pp.1353-1354.

Food and Drug Administration (1992): “Statement of policy: foods derived from new plant varieties”, *Federal Register*, vol. 57, nº 104, 29 de mayo de 1992.

Levins, Richard y Lewontin, Richard (1985): *The Dialectical Biologist*; Harvard University Press.

Levins, Richard: “When Science Fails Us”, *International Socialism*, 72, setiembre de 1996, en <<http://pubs.socialistreviewindex.org.uk/isj72/levins.htm>>, accedido el 06/10/2009.

Lewontin, Richard: The DNA Era, *GeneWatch* vol. 16, nº 4, Julio de 2003, en <<http://www.councilforresponsiblegenetics.org/ViewPage.aspx?pagelId=82>>, accedido el 06/10/2009.

¹² Sciences Citoyennes, 2008.

Newman, Stuart A.: "Nature, Progress and Stephen Jay Gould's Biopolitics", *Rethinking Marxism* vol. 15, nº 4, octubre 2003.

Paganelli, Alejandra; Gnazzo, Victoria; Acosta, Helena; López, Silvia L. y Carrasco, Andrés E.: "Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signalling", *Chem. Res. Toxicol.*, 2010, 23 (10), pp 1586–1595.

Quist, D. y Chapela, I. (2001): "Transgenic DNA introgressed into traditional maize landacres in Oaxaca, Mexico", *Nature*, nº 414, pp. 541-3.

Roberts, Jason Scott: "Molecular and Systems Biology and Bioethics, *Cambridge Companion to Philosophy of Biology*; Cambridge, Nueva York, etc.: Cambridge University Press, 2007.

Robin, M.-M. (2008a): *Le monde selon Monsanto, De la dioxine aux OGM, une multinationale qui vous veut du bien*; París: La Découverte.

Robin, M.-M. (2008b): Blog del libro, con numerosas entrevistas, críticas, y enlace al video sobre Monsanto de la autora, <<http://www.arte.tv/fr/connaissance-decouverte/Le-monde-selon-Monsanto/Blog-de-Marie-Monique-Robin/1970958.html>>, accedido 11/12/2008.

Robin, M.-M. (2008c): *El mundo según Monsanto, De la dioxina a los OGM, una multinacional que les desea lo mejor*; Madrid: Península.

Sciences Citoyennes (2008): "Une mobilisation historique pour Christian Vélot", <<http://sciencescitoyennes.org/spip.php?article1703>>, accedido el 11/XII/2008.

Vélot, C. (2005): video-conferencia sobre OGM, Universidad de Toulouse en <<http://video.google.fr/videoplay?docid=-875413616197118497>>, accedida 11/12/2008.

Voces de Alerta, 23/05/2009, <<http://www.voces-de-alerta.blogspot.com.ar/2009/05/voces-de-alerta-pagina-principal.html>>, accedido 19/03/2012.

EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

CÓMO LLEGAMOS DE ALLÍ HASTA AQUÍ (1998) *

Wesley Salmon

¿Hay un *nuevo* consenso en filosofía de la ciencia? Esto es lo que debemos discutir. Pero ya plantear la cuestión de este modo implica que hubo un consenso anterior —y ciertamente lo hubo, al menos respecto de la explicación científica—. Deberíamos comenzar con el consenso anterior. Para comprender la situación actual, necesitamos ver cómo llegamos de allí hasta aquí.¹

Recuerdo con algo de humor una experiencia personal que ocurrió a principios de los '60. J. J. C. Smart, un distinguido filósofo australiano, visitó la Universidad de Indiana, donde yo enseñaba por aquel entonces. De algún modo empezamos a conversar sobre los principales problemas irresueltos en la filosofía de la ciencia, y él mencionó el problema de la explicación científica. Quedé tan completamente sorprendido que no pude decir una palabra. Yo consideraba ese problema esencialmente resuelto por la versión nomológico-deductiva (N-D) que había sido promulgada por R. B. Braithwaite (1953), Carl G. Hempel (Hempel y Oppenheim, [1948] 1965), Ernest Nagel (1961) y Karl Popper (1935,1959), entre muchos otros —complementada quizá por la entonces reciente consideración de Hempel sobre la explicación estadística (1962a)—. Aunque esta concepción general tenía unos pocos críticos ruidosos, tales como N. R. Hanson (1959) y Michael Scriven (1958,1959,1962), era ampliamente aceptada por los filósofos de mentalidad científica y, ciertamente, fue convenientemente calificada como *la* concepción heredada. Lo que ahora es divertido de aquel incidente es mi ingenuidad al pensar que un problema filosófico mayúsculo había sido realmente resuelto.

*Traducción de Celia Medina. Publicado originalmente en Salmon, Wesley: *Causality and Explanation*, Nueva York, Oxford University Press, 1998, pp. 302-319. Las inevitables aclaraciones de la traductora desplazan ligeramente la numeración de las notas al pie de página respecto de la edición original. Agradezco a Alan Rush la revisión de esta traducción.

¹ Para un análisis mucho más completo y detallado de este desarrollo, véase Salmon (1989, 1990b).

I. La concepción heredada

La piedra angular del viejo consenso fue el modelo nomológico deductivo (N-D) de la explicación científica. La caracterización más completa y precisa de este modelo se dio en el clásico artículo “Estudios sobre la lógica de la explicación” (Hempel y Oppenheim, [1948] 1965). De acuerdo a esa versión, una explicación N-D de un evento particular es un argumento deductivo válido, cuya conclusión afirma que el evento a ser explicado ocurrió. Sus premisas deben incluir esencialmente al menos una ley general. Se dice que la explicación subsume el hecho a ser explicado bajo estas leyes. De allí que frecuentemente se le llamó *modelo de cobertura legal*. A primera vista esta versión es bella por su claridad y simplicidad pero, como veremos en el §2, contiene varias dificultades ocultas serias.

Consideremos uno de los ejemplos familiares de Hempel. Supongamos que alguien pregunta por qué la llama de un mechero Bunsen se tornó amarilla en un momento particular. Esta pregunta por qué es un pedido de explicación científica. La respuesta es que un trozo de sal fue puesto en la llama, la roca de sal es un compuesto de sodio, y las llamas de un Bunsen siempre se vuelven amarillas cuando se introducen compuestos de sodio. La explicación puede ser presentada formalmente como sigue:

(1) Todas las llamas de un Bunsen se tornan amarillas cuando se les pone compuestos de sodio

Todas las rocas de sal son un compuesto de sodio

Un trozo de roca de sal fue introducido en esta llama del Bunsen en un momento particular

Esta llama de Bunsen se volvió amarilla en ese momento.

Esta explicación es un argumento deductivo válido con tres premisas. Las dos primeras premisas son enunciados de leyes naturales; la tercera premisa formula una condición inicial en esta explicación. Las premisas constituyen el *explanans* —lo que explica—. La conclusión es el *explanandum* —aquello que es explicado—.

Sin embargo, desde el principio, Hempel y Oppenheim ([1948] 1965, pp. 250-251) reconocieron que no todas las explicaciones científicas son del tipo N-D. Algunas son probabilísticas o estadísticas. En "Explicación nomológico deductiva vs. explicación estadística" (1962a), Hempel ofreció su primer tratamiento de la explicación estadística, y en "Aspectos de la explicación científica" (1965b) proporcionó una consideración mejorada. Esta teoría incluye dos tipos de explicación estadística. La primera de ellas, la estadística inductiva (E-I), explica sucesos particulares subsumiéndolos bajo leyes estadísticas, así como la explicación N-D subsume eventos particulares bajo leyes universales. Para citar otro de los famosos ejemplos de Hempel, si preguntamos por qué John Jones se recuperó rápidamente de su infección por estreptococos, la respuesta es que se le administró una dosis de penicilina, y casi todas las infecciones por estreptococos se curan rápidamente después de la administración de penicilina. Más formalmente,

(2) Casi todos los casos de infección por estreptococos se curan luego de la administración de penicilina

Jones tenía una infección por estreptococos

Jones recibió tratamiento con penicilina

[r]

Jones se recuperó rápidamente.

Esta explicación es un argumento que tiene tres premisas (el explanans); la primera premisa enuncia una regularidad estadística —una ley estadística— mientras las otras dos enuncian condiciones iniciales. La conclusión (el explanandum) enuncia el hecho a ser explicado. Sin embargo, hay una diferencia crucial entre las explicaciones (1) y (2): las explicaciones N-D subsumen los eventos a ser explicados deductivamente, mientras que las explicaciones E-I los subsumen inductivamente. La línea simple que separa las premisas de la conclusión en (1) significa una relación de implicación deductiva entre las premisas y la conclusión. La doble línea en (2) representa una relación de apoyo inductivo, y la variable adjunta r representa la fuerza de ese apoyo. Esta fuerza del apoyo puede ser expresada exactamente como un valor

numérico de una probabilidad, o vagamente con frases tales como "muy probablemente" o "casi ciertamente".

Una explicación de cualquiera de estos dos tipos puede ser descrita como un argumento en el sentido de que *el evento explicado era de esperarse en virtud de ciertos hechos explicativos*. En una explicación N-D el evento a explicar es deductivamente cierto, dados los hechos explicativos; en una explicación E-I el evento a explicar tiene una alta probabilidad inductiva relativa a los hechos explicativos. Este rasgo de esperabilidad está íntimamente relacionado con la *tesis de la simetría explicación/predicción* para las explicaciones de hechos particulares. De acuerdo con esta tesis —propuesta para la explicación N-D por Hempel y Oppenheim ([1948] 1965, p. 249), y reiterada, con algunas restricciones, para las explicaciones N-D e E-I en Hempel (1965b, §2.4, §3.5)— toda explicación aceptable de un hecho particular es un argumento, deductivo o inductivo, que podría haber sido usado para predecir el hecho en cuestión si los hechos enunciados en el explanans hubieran estado disponibles antes de su ocurrencia. Como veremos en §2, esta tesis de simetría encontró seria oposición.

Hempel no fue en absoluto el único filósofo de principios de los 60' en darse cuenta de que las explicaciones estadísticas juegan un rol altamente significativo en la ciencia contemporánea. Sin embargo, fue el primero en presentar una consideración detallada de la naturaleza de la explicación estadística, y el primero en mostrar un problema fundamental concerniente a las explicaciones estadísticas de hechos particulares. El caso de Jones y su rápida recuperación puede ser usado como ilustración. Es bien sabido que ciertos linajes de las bacterias de estreptococos son resistentes a la penicilina, y si la infección de Jones es de ese tipo, la probabilidad de una rápida recuperación después del tratamiento con penicilina podría ser muy pequeña. De hecho, podríamos montar el siguiente argumento inductivo:

(2') Casi ningún caso de infección por estreptococos resistentes a la penicilina se cura rápidamente después de la administración de penicilina.

Jones tenía una infección por estreptococos resistentes a la penicilina.

Jones recibió tratamiento con penicilina.

[q]

Jones no se recuperó rápidamente.

Lo notable de los argumentos (2) y (2') es que sus premisas son mutuamente compatibles —podrían ser todas verdaderas—. Sin embargo, sus conclusiones se contradicen. Esta es una situación que nunca puede ocurrir con los argumentos deductivos. Dadas dos deducciones válidas con conclusiones incompatibles, sus premisas también deben ser incompatibles. Así, el problema que surge respecto de las explicaciones E-I no tiene análogo en las explicaciones N-D. Hempel llamó a esto *el problema de la ambigüedad de la explicación E-I*, y trató de resolverlo por medio de su *requisito de máxima especificidad (RME)*.

La fuente del problema de la ambigüedad es una simple y fundamental diferencia entre leyes universales y leyes estadísticas. Dada la proposición de que todos los *A* son *B*, se sigue inmediatamente que todas las cosas que son *A* y *C* son *B*. Si todos los hombres son mortales, entonces todos los hombres que tienen más de seis pies de altura son mortales. Sin embargo, si casi todos los hombres que están vivos ahora estarán vivos dentro de cinco años, *no se sigue* que casi todos los hombres vivos con casos avanzados de cáncer pulmonar, estarán vivos dentro de cinco años. Hay un hecho paralelo respecto de los argumentos. Dado un argumento deductivo válido, seguirá siendo válido aún con premisas adicionales, siempre que las premisas originales se mantengan. Dado un argumento inductivo fuerte —uno que apoya su conclusión con un alto grado de probabilidad— el agregar una premisa más podría socavarlo completamente. Los europeos, por ejemplo, por muchos siglos tuvieron un gran cuerpo de evidencia inductiva que apoyaba la proposición de que todos los cisnes son blancos, pero un solo reporte verdadero de un cisne negro en Australia refutó completamente esa conclusión.

Hay una bien conocida estrategia para lidiar con el problema de la ambigüedad tal como se da en los argumentos inductivos *per se*: imponer el *requisito de evidencia total*. De acuerdo con este requisito, uno no debería confiar en la conclusión de un argumento inductivo —por ejemplo, con el propósito de hacer predicciones o apuestas— a menos que el argumento incluya entre sus premisas toda la evidencia relevante disponible. Este enfoque es

completamente inadecuado en el contexto de la explicación científica porque normalmente, cuando buscamos una explicación de algún hecho, ya sabemos que este se da. Así, el conocimiento del hecho a ser explicado es parte de nuestro cuerpo disponible de conocimiento. Preguntamos por qué Jones se recuperó rápidamente de la infección de estreptococos sólo después de saber que ocurrió la rápida recuperación. Pero si incluimos en el explanans el enunciado de que ocurrió la rápida recuperación, la "explicación" resultante

(2") Casi todos los casos de infección de estreptococos se recuperan rápidamente después de la administración de penicilina.

Jones tenía una infección de estreptococos

Jones recibió tratamiento con penicilina

Jones se recuperó rápidamente

Jones se recuperó rápidamente

es trivial y carente de interés. Aunque la conclusión se siga deductivamente de las premisas del conjunto aumentado de premisas, (2") ni siquiera califica como una explicación N-D, porque ninguna ley es esencial para la derivación de la conclusión a partir del nuevo conjunto de premisas. Podríamos eliminar las primeras tres premisas y el argumento resultante seguiría siendo válido.

Hempel (1965b, §3.4) claramente era consciente de estas consideraciones, y diseñó su requisito de máxima especificidad (RME) para esquivarlas. El propósito de este requisito es asegurar que toda la información relevante de *un tipo apropiado* esté incluida en cualquier explicación E-I. Aunque es en extremo peliagudo decir precisamente qué constituye *información apropiada*, se podría decir, muy aproximadamente, que es información en principio disponible antes de la ocurrencia del hecho a ser explicado.² Supongamos que tenemos una presunta explicación del hecho de que alguna entidad x tiene la propiedad B . Supongamos que esta explicación apela a una ley estadística de la forma "La probabilidad de que un A sea un B es igual a r ". Supongamos, además, que sabemos que esta x particular

² Ni Hempel ni yo aceptaríamos esto como una formulación precisa, pero pienso que es un modo intuitivamente claro de indicar lo que está en cuestión acá.

también pertenece a la clase C que es un subconjunto de A . Entonces, si la explicación ha de satisfacer el RME, nuestro cuerpo de conocimiento debe incluir el conocimiento de que la probabilidad de C que sea B es igual a q , y q debe ser igual a r , a menos que la clase C esté *lógicamente relacionada* a la propiedad B (o a la clase de cosas que tienen la propiedad B) de determinada manera. Esto es, q no necesita ser igual a r si el enunciado de que la probabilidad de que un C sea un B es igual a q es un teorema del cálculo matemático de probabilidad.

En orden a aclarar este requisito bastante complicado, refirámonos nuevamente al ejemplo de Jones. Consideremos tres casos separados:

(a) Supongamos que sabemos, además de los hechos enunciados en las premisas de (2), que el tratamiento con penicilina de Jones comenzó el jueves. De acuerdo a RME eso no tendría incidencia en la legitimidad de (2) como explicación, porque el día de la semana en que se comenzó el tratamiento no tiene conexión con la eficacia del tratamiento. La probabilidad de una recuperación rápida después de un tratamiento con penicilina que comienza un jueves es igual a la probabilidad de una rápida recuperación después del tratamiento con penicilina (cualquiera haya sido el día de comienzo).

(b) Supongamos que ofreciéramos el argumento (2) como una explicación de la rápida recuperación de Jones, sabiendo que la infección era del tipo resistente a la penicilina. Dado que sabemos que la probabilidad de una rápida recuperación de una infección por estreptococos resistentes al tratamiento con penicilina *no es igual* a la probabilidad de una recuperación rápida de un tipo no especificado de infección por estreptococos después del tratamiento con penicilina, la explicación no sería legítima. RME proscibiría el argumento (2) como explicación E-I si la información altamente relevante del carácter resistente a la penicilina estuviese disponible.

(c) Cuando pedimos una explicación de la rápida recuperación de Jones, ya sabemos que Jones pertenece a la clase de gente con infecciones por estreptococos. Además, sabemos que Jones pertenece a la subclase de gente con infecciones por estreptococos curadas rápidamente con penicilina, y sabemos que la probabilidad de cualquiera en esa clase de tener una rápida recuperación es igual a uno. Este conocimiento no descarta a (2) como

explicación. La razón es la cláusula "excepto que" del RME. Es una consecuencia trivial de la teoría matemática de la probabilidad que la probabilidad de una rápida recuperación entre aquellos que experimentan una rápida recuperación es uno. Si Y es una subclase propia o impropia de X , entonces la probabilidad de Y , dado X , es necesariamente igual a uno.³

Habiendo reconocido el problema de la ambigüedad de la explicación E-I, Hempel introdujo el requisito de máxima especificidad. Como fácilmente puede verse, RME hace referencia explícita a nuestro estado de conocimiento. Que un argumento dado califique como una explicación E-I depende no sólo de los hechos objetivos del mundo sino también del conocimiento que de hecho posee quien hace la explicación. Este resultado llevó a Hempel a enunciar el principio de la *relatividad epistémica esencial de la explicación E-I*. En contraste, la explicación N-D no sufre de relatividad epistémica alguna. Si las premisas del argumento (1) son verdaderas, el argumento (1) califica como una explicación N-D correcta del hecho de que la llama del mechero Bunsen se volvió amarilla. El hecho de que es una explicación correcta no depende de ningún modo de nuestro estado de conocimiento. Desde luego, que *pensemos* que es una explicación correcta dependerá seguramente de nuestro estado de conocimiento. Lo que se *considere* una explicación N-D correcta en un momento, puede ser *juzgado* incorrecto en otro momento porque nuestro cuerpo de conocimiento cambió en el ínterin. Pero la corrección objetiva de la explicación no cambia. En contraste, el argumento (2) puede tener premisas verdaderas y una forma lógica inductiva correcta, pero esas características no garantizan que sea una explicación E-I correcta. Es legítima con relación a una situación de conocimiento, pero no lo es con relación a otra. Como veremos en §2, el requisito de máxima especificidad y la doctrina de la relativización epistémica esencial se convirtieron en fuentes de dificultades fundamentales para la concepción heredada de la explicación de hechos particulares.

En la teoría de Hempel es posible explicar no sólo eventos particulares sino también regularidades generales. En el modelo N-D las generalizaciones universales son explicadas por medio de su deducción desde generalizaciones

³ Y es una clase propia de X si y sólo si todo Y es un X pero algunos X no son Y ; Y es una subclase impropia de X si y sólo si X es idéntica a Y .

universales más comprehensivas. Por ejemplo, la ley de conservación del momento lineal puede ser deducida —con la ayuda de un poco de matemáticas— de las leyes segunda y tercera del movimiento de Newton. Por consiguiente, en la mecánica clásica, el argumento siguiente constituye una explicación de la ley de conservación del momento lineal:

(3) Segunda ley de Newton: $F = ma$.

Tercera ley de Newton: *Para cada acción hay una reacción igual y opuesta.*

Ley de conservación del momento lineal: *En cada interacción física, el momento lineal se conserva.*

Observemos que este explanans contiene sólo enunciados de ley; en la medida en que no se explica ninguna ocurrencia particular, no se requieren enunciados sobre condiciones iniciales particulares.

En el segundo tipo de explicación estadística, el estadístico deductivo (E-D), las regularidades estadísticas se explican por deducción desde leyes estadísticas más comprensivas. Un ejemplo famoso proviene del nacimiento de la teoría matemática de la probabilidad. Un caballero del siglo XVII, el Chevalier de Méré, se preguntaba si en 24 tiros de un par de dados comunes, uno tiene una chance mayor que 50% de obtener un doble 6 al menos una vez, o si se necesitan 25 tiros. Planteó la pregunta a Pascal, quien demostró que la respuesta correcta es 25. Su derivación puede ser vista como una explicación de este hecho algo sorprendente. Y puede ser puesta como sigue:

(4) Un dado estándar es un cubo homogéneo cuyas seis caras están marcadas con los números 1-6.

Cuando un dado estándar es tirado de manera estándar, cada lado tiene una probabilidad igual —a saber un sexto— de caer arriba.

Cuando dos dados estándares son tirados de manera estándar, el resultado de cada dado es independiente del resultado del otro.

Cuando dos dados estándar son tirados repetidamente de manera estándar, el resultado de cualquiera de los tiros es independiente de los resultados de los tiros de precedentes.

Veinticinco es el menor número de tiros estándar de un par de dados estándar para el cual la probabilidad de que ocurra al menos una vez un

doble 6 es mayor que un medio.

Se necesita un poco de aritmética para mostrar que la conclusión de este argumento se sigue deductivamente de las premisas.⁴ La primera premisa es una definición; las tres premisas restantes son generalizaciones estadísticas. La conclusión también es una generalización estadística.

La figura 19.1 muestra las cuatro características de las explicaciones científicas reconocidas en Hempel (1965b). Sin embargo, en su explicación de la explicación N-D en 1948, Hempel y Oppenheim restringen su atención a las explicaciones de hechos particulares, y no intentan proporcionar

Leyes \ Explananda	Hechos Particulares	Regularidades Generales
	Leyes Universales	N-D Nomológico Deductiva
Leyes Estadísticas	E-I Estadístico Inductiva	E-D Estadístico Deductiva

Fig. 19.1. Modelos hempelianos de explicación

ninguna explicación de explicaciones de regularidades generales. La razón para esa restricción está dada en su notoria nota al pie de página número 33 (Hempel y Oppenheim, [1948] 1965, p. 273):

La precisa reconstrucción racional de la explicación aplicada a regularidades generales presenta problemas peculiares para los cuales no podemos ofrecer solución hasta el momento. El núcleo de la dificultad puede indicarse por referencia a un ejemplo: las leyes de Kepler, *K*, pueden asociarse a la ley de Boyle, *B*, para [formar] una ley más fuerte *K.B*; pero la derivación de *K* desde esta última no sería considerada una explicación de las regularidades afirmadas por las leyes de Kepler; más bien, se vería como representando, en efecto, una inútil "explicación" de las leyes de Kepler por sí mismas. Por otro lado, la derivación de las leyes de Kepler a partir de las leyes de movimiento y gravedad de Newton, se reconocerían como una explicación genuina en términos de regularidades

⁴ Procede como sigue. Ya que la probabilidad de un 6 en cada dado es $1/6$, y los resultados son independientes, la probabilidad de un doble 6 es $1/36$. Consecuentemente, la probabilidad de no obtener un doble 6 en cualquier tiro dado es $35/36$. Ya que los tiros sucesivos son independientes, la probabilidad de no obtener un doble 6 en n tiros sucesivos es $(35/36)^n$. La probabilidad de obtener un doble 6 al menos una vez en n tiros sucesivos es $1 - (35/36)^n$. Esta cantidad excede $1/2$ si y sólo si $n > 24$.

más comprensivas, también llamadas leyes de mayor nivel. Surge entonces el problema de establecer criterios bien definidos para distinguir niveles de explicación o para comparar sentencias generales en lo que hace a su comprensividad. El establecimiento de criterios adecuados para este propósito es todavía un problema abierto.

Este problema no está resuelto en ninguno de los escritos subsiguientes de Hempel, incluyendo "Aspectos de la explicación científica". Fue encarado por Michael Friedman (1974); discutiré su original artículo en el §4. Ya que el mismo problema se aplica obviamente a las explicaciones E-D, afecta a ambos sectores en el lado derecho de la columna de la figura 19.1. La pretensión de la concepción heredada de ser una teoría comprensiva de la explicación científica conlleva así un cuantioso pagaré respecto de las explicaciones de leyes.

El artículo de Hempel-Oppenheim ([1948] 1965) marca la división entre la prehistoria y la historia de las discusiones modernas sobre la explicación científica. Aunque Aristóteles, John Stuart Mill (1843) y Karl Popper (1935), entre muchos otros, habían expresado previamente puntos de vista similares sobre la naturaleza de la explicación deductiva, el ensayo de Hempel-Oppenheim muestra el modelo N-D con mucha mayor precisión y claridad. El artículo de Hempel (1965) "Aspectos..." es *el* documento central en la hegemonía (respecto de la explicación científica) del empirismo lógico. Me referiré a la versión dada allí como *la concepción heredada*. De acuerdo a la concepción heredada, *toda explicación científica legítima* encaja en uno de los cuatro compartimentos de la figura 19.1.

1- Ataques a la concepción heredada

La hegemonía del empirismo lógico respecto de la explicación científica no duró mucho. Los asaltos llegaron desde varias direcciones; la mayoría de ellos pueden ser presentados en términos de viejos y familiares contraejemplos. Algunos de los contraejemplos son casos que satisfacen todos los criterios establecidos por la concepción estándar pero que claramente no son admisibles como explicaciones científicas. Están diseñados para mostrar que los requisitos impuestos por la concepción estándar no son *suficientes* para determinar qué constituye una explicación científica correcta. Otros contraejemplos son casos que intuitivamente parecen ser explicaciones

científicas satisfactorias pero que no satisfacen los criterios de la concepción estándar. Están diseñados para mostrar que esos requisitos no son tampoco *necesarios*.

1) Uno de los ejemplos mejor conocidos es el del asta de bandera de Sylvain Bromberger.⁵ Cierta mástil de bandera proyecta una sombra de cierta longitud en algún momento particular. Dada la altura del mástil, su opacidad, la elevación del sol en el cielo, y la propagación rectilínea de la luz, es posible deducir la longitud de la sombra e, *ipso facto*, proporcionar una explicación N-D de su longitud. No hay ningún misterio en esto. Pero dada la longitud de la sombra, la posición y opacidad del mástil, la elevación del sol y la propagación rectilínea de la luz, podemos deducir la altura del mástil de bandera. Sin embargo, casi nadie admitiría que la longitud de la sombra explica la altura del mástil de bandera.⁶

2) Frecuentemente se ha señalado que, dada una caída súbita en la lectura de un barómetro, podemos confiadamente inferir la ocurrencia de una tormenta. No se sigue que la lectura barométrica explique la tormenta; más bien, una caída en la presión atmosférica explica ambas, la lectura barométrica y la tormenta.⁷

Los ejemplos (1) y (2) muestran algo importante sobre la causalidad y la explicación. El primero muestra que explicamos efectos en términos de sus causas; no explicamos causas en términos de sus efectos. Véase "Asimetría explicativa" (ensayo 10) para un análisis más profundo de este problema. El segundo muestra que no explicamos un efecto de una causa común en términos de otro efecto de la misma causa. Nuestro sentido común nos ha dicho por mucho tiempo que explicar un evento es, en muchos casos, encontrar e identificar su causa. Una debilidad importante de la teoría de la concepción heredada es su fracaso en hacer referencia explícita a la

⁵ Hasta donde sé, Bromberger nunca publicó este ejemplo, aunque ofrece uno similar en su (1966).

⁶ En su estimulante libro *La imagen científica* (1980), Bas van Fraassen ofrece una historia encantadora de filosofía de la ciencia ficción en la que afirma que, en el contexto, la longitud de la sombra explica la altura de una torre. La mayoría de los comentaristas, creo, se mantienen escépticos al respecto. Véase "Sobre la explicación según Van Fraassen" (ensayo 11).

⁷ Este ejemplo es tan viejo y ha sido citado por tantos filósofos que estoy renuente a atribuírselo a alguien en particular.

causalidad —ciertamente, Hempel ha negado explícitamente que las explicaciones deban siempre involucrar causas (1965b, pp. 352-353)—.

3) Hace muchos años Scriven (1959) advirtió que podemos explicar la ocurrencia de paresia en términos del hecho de que el paciente tuvo sífilis latente no tratada con penicilina. Sin embargo, dado alguien con sífilis latente no tratada, la probabilidad de que él o ella desarrolle paresia es más o menos un cuarto, y no hay modo conocido de separar aquellos que desarrollarán paresia de los que no lo harán.

4) Mi ejemplo favorito es el caso del hombre que regularmente toma las píldoras anticonceptivas de su esposa por todo un año, y que explica el hecho de que no queda embarazado durante ese año sobre la base de su uso de anticonceptivos orales. (Salmon 1971, p. 34).

Los ejemplos 3) y 4) tienen que ver con la esperabilidad y, consecuentemente, con la tesis de la simetría explicación/predicción. Scriven ha ofrecido el ejemplo 3) para mostrar que podemos tener explicaciones de eventos que son improbables, y entonces no han de ser esperados; de hecho, argumentó que la biología evolucionista es una ciencia que contiene muchas explicaciones pero virtualmente no tiene predicciones. El ejemplo 4) muestra que un argumento que plenamente califica como una explicación N-D, y consecuentemente proporciona esperabilidad, puede fallar en ser una auténtica explicación. Peter Railton ha señalado que el punto de vista de Hempel puede ser caracterizado en términos de una *esperabilidad nómica* del evento a ser explicado. Argumenta —bastante correctamente, creo— que la nomicidad bien puede ser un buen requisito para la explicación científica, pero que no se puede pedir esperabilidad.

Mi propia ruptura con la doctrina heredada ocurrió en 1963, poco después de la conversación con Smart antes mencionada. En la reunión de 1963 de la AAAS argumenté que el modelo E-I de Hempel, con su requisito de alta probabilidad y su demanda de esperabilidad, es fundamentalmente equivocado.⁸ Argüí que el concepto clave en la explicación estadística es la relevancia estadística en vez de la alta probabilidad.

⁸ Este ensayo está basado en una presentación a la reunión de la American Association for the Advancement of Science de 1986.

En apoyo de esta posición contenciosa ofrecí el siguiente ejemplo (el cual, dados los serios cuestionamientos a la eficacia de la psicoterapia, ocurre que tiene alguna importancia médica). Supongamos que Jones, en vez de estar afligido por una infección de estreptococos, tiene un molesto síntoma neurótico. Bajo psicoterapia este síntoma desaparece ¿Podemos explicar la recuperación en términos del tratamiento? Podríamos realizar el siguiente argumento inductivo, análogo al argumento 2):

(5) La mayoría de la gente que tiene un síntoma neurótico del tipo N y que pasa por una experiencia de psicoterapia se alivia del síntoma.

Jones tuvo un síntoma del tipo N y estuvo en psicoterapia

[r]

Jones experimentó alivio de su síntoma.

Antes de intentar evaluar esta explicación proferida, deberíamos considerar el hecho de que hay una proporción bastante alta de remisión espontánea —esto es, mucha gente que sufre ese tipo de síntoma mejora independientemente del tratamiento—. No importa cuán grande sea el número r , si la proporción de recuperación para la gente que hace psicoterapia no es mayor que el de la proporción de remisión espontánea, sería un error considerar el argumento (5) como una explicación legítima. Una probabilidad alta no es suficiente para una explicación correcta. Sin embargo, si el número r no es muy grande, pero es mayor que el de la proporción de remisión espontánea, el hecho de que el paciente estuviera en psicoterapia tiene al menos algún grado de fuerza explicativa. Una alta probabilidad no es necesaria para una explicación sólida.⁹

⁹ Ofrecí además otro ejemplo. En esa época estaba recibiendo una gran atención las pretensiones de Linus Pauling sobre el valor de las dosis masivas de vitamina C en la prevención del resfrío común. Sugerí que para descubrir la eficacia de la vitamina C en la prevención de los resfríos no es suficiente establecer que la gente que toma grandes dosis de vitamina C evita los resfríos. Lo que se requiere es un experimento controlado *double-blind* en el cual la proporción de aquellos que eluden el resfrío tomando vitamina C se compara con la proporción de aquellos que lo eluden ingiriendo sólo un placebo. Si hay una diferencia significativa entre la probabilidad de eludirlo para aquellos que toman vitamina C y aquellos que no la toman, entonces podemos concluir que la vitamina C tiene algún grado de eficacia causal en la prevención de resfríos. Pero sino hay diferencia entre los dos grupos, entonces sería un error tratar de explicar el hecho de que una persona eluda los resfríos construyendo un argumento análogo a (2) en el que ese resultado se atribuye al tratamiento con vitamina C.

Los ejemplos 3) y 4) se relacionan con la cuestión de la relevancia. En el ejemplo (3) tenemos un factor (sífilis no tratada con penicilina) que es altamente relevante para el explanandum (contraer paresia) aun cuando no estén involucradas altas probabilidades. Este ejemplo muestra la fuerza explicativa de la relevancia. En el ejemplo (4) tenemos una “explicación” obviamente defectuosa debido a la patente irrelevancia del consumo de píldoras anticonceptivas para la no preñez de un hombre. Más aún, en mi ejemplo de la psicoterapia y el alivio de un síntoma neurótico, la cuestión de si la explicación es legítima o no depende de la cuestión de si la psicoterapia fue, realmente, relevante para la desaparición del síntoma. Henry Kyburg, quien comentó mi ponencia en la AAAS, señaló —a través de un ejemplo similar a (4)— que el mismo tipo de crítica podía elevarse contra el modelo N-D. Este también necesita ser resguardado de la introducción de irrelevancias en las presuntas explicaciones.

Mientras mi crítica inicial a la concepción heredada se centró en cuestiones de alta probabilidad *versus* relevancia, otros filósofos atacaron el requisito de máxima especificidad y la doctrina asociada de la relativización epistémica esencial de la explicación E-I. En este frente el crítico más agudo fue J. Alberto Coffa (1974), quien desafió la inteligibilidad misma de una noción epistémicamente relativizada de explicación inductiva. Su argumento discurría más o menos como sigue. Supongamos que alguien ofrece una explicación N-D de un hecho particular, como el que teníamos en el argumento anterior (1). Si las premisas son verdaderas y la forma lógica es correcta, entonces (1) es una explicación N-D *verdadera*. En nuestro presente estado epistémico podríamos no saber con seguridad que (1) es una explicación verdadera; por ejemplo, podría no estar seguro de que poniendo un compuesto de sodio en un mechero Bunsen la llama siempre se volverá amarilla. Dada esta incertidumbre, podría consultar manuales de química, preguntar a los químicos amigos, o efectivamente realizar experimentos para convencerme de que la primera premisa de (1) es verdadera. Si tengo dudas sobre algunas otras premisas, hay pasos que podría seguir para satisfacerme de que ellas son verdaderas. Al final, aunque no puedo pretender estar *absolutamente cierto* de la verdad de las premisas de (1), puedo concluir que están bien confirmadas. Si estoy igualmente confiado de la corrección lógica del argumento, puedo pretender

tener buenas razones para creer que (1) es una explicación N-D verdadera. Es crucial para esta conclusión el hecho de que conozco qué clase de cosa es una explicación N-D verdadera.

La situación respecto de las explicaciones N-D es análoga a aquella para entidades más comunes y corrientes. Supongamos que veo un pájaro en un arbusto pero no estoy seguro de qué tipo de pájaro es. Si me aproximo más, escucho su canto, lo miro a través de binoculares y, tal vez pregunto a un ornitólogo, puedo establecer que es un zorzal ermitaño. Puedo tener una buena razón para creer que es un zorzal ermitaño. Es un zorzal ermitaño bien confirmado. Pero todo esto tiene sentido sólo porque tenemos criterios objetivos no epistémicamente relativizados para lo que es un zorzal ermitaño real. Sin eso, el concepto de un zorzal ermitaño bien confirmado no tendría sentido porque no habría literalmente nada que tuviéramos buenas razones para creer que estamos viendo.

Cuando pasamos a las explicaciones E-I surge una seria complicación. Si preguntamos, antes de una investigación acerca de una explicación E-I particular, qué tipo de cosa constituye una explicación E-I verdadera, Hempel tiene que responder que no lo sabe. De lo único que puede hablarnos es de explicaciones

E-I epistémicamente relativizadas. Nos puede decir los criterios para determinar que una explicación E-I es aceptable en una situación de conocimiento dada. Parece que nos está diciendo cuáles son las bases para creer justificadamente, en esa situación de conocimiento, que tenemos una explicación E-I genuina ¿Pero qué puede significar esto? Ya que, de acuerdo al punto de vista de Hempel en 1965, no hay nada que sea una auténtica explicación E-I, no relativizada a alguna situación de conocimiento, ¿qué es aquello que tenemos buena razón para creer que tenemos? Podemos tener una buena razón para creer que tenemos una explicación N-D verdadera porque sabemos qué tipo de cosa es una explicación

N-D verdadera. La principal carga de Hempel y Oppenheim ([1948] 1965) fue explicitar justamente eso. De acuerdo con Hempel, es imposible en principio explicitar algo parecido para las explicaciones E-I.

Sobre la base de un análisis cuidadoso de la doctrina de la relatividad epistémica esencial de Hempel, es posible concluir que Hempel nos ha ofrecido

no una concepción independiente autosuficiente de la explicación inductiva de hechos particulares, sino más bien una concepción de la explicación inductiva que es completamente parásita de la explicación N-D. Uno está fuertemente tentado a sacar la conclusión de que una explicación E-I es esencialmente un entimema —un argumento deductivo incompleto—. Ante un entimema, podemos intentar mejorarlo suministrando premisas faltantes y, al hacerlo, podemos tener más o menos éxito. Pero en el momento en que alcanzamos un éxito completo suministrando todas las premisas faltantes, ya no tenemos un entimema —en su lugar tenemos un argumento deductivo válido—. Análogamente, pareciera que, dada una explicación E-I epistémicamente relativizada, podríamos tratar de mejorar nuestra situación epistémica acrecentando nuestro cuerpo de conocimiento. Pero cuando finalmente tengamos éxito en acumular todo el conocimiento relevante e incorporarlo a nuestra explicación, encontraremos que ya no tenemos más una explicación inductiva —en su lugar, tenemos una explicación N-D—.

Una doctrina de las explicaciones inductivas que las interpreta como explicaciones deductivas incompletas parece sugerir fuertemente el determinismo. De acuerdo con el determinista cada hecho de la naturaleza es susceptible, en principio, de una explicación deductiva completa. Nos conformamos con explicaciones inductivas sólo por la incompletitud de nuestro conocimiento. Apelamos a las probabilidades sólo como reflejo de nuestra ignorancia. Una inteligencia ideal, tal como la del famoso demonio de Laplace, no tendría que usar probabilidades o explicaciones inductivas (véase Salmon, 1974a). Aunque Hempel explícitamente haya negado cualquier compromiso con el determinismo, su teoría de la explicación E-I encaja demasiado nítidamente dentro del esquema determinista de las cosas. Con el tiempo, Hempel (1977) se retractó de su doctrina de la relatividad epistémica *esencial*.

La consideración cuidadosa de varias de las dificultades del modelo E-I de Hempel llevó al desarrollo del modelo de relevancia estadística (R-E). Descripta concisamente, una explicación R-E es un ensamblado de todos los factores relevantes para el hecho a ser explicado, y sólo ellos. Por ejemplo, para explicar por qué Albert, un adolescente norteamericano, cometió un acto delictivo, citamos factores relevantes tales como su sexo, el estatus socioeconómico de su familia, su formación religiosa, su lugar de residencia

(urbano *versus* suburbano o rural), su origen étnico, etc., (véase Greeno, [1970] 1971). Sería claramente un error mencionar factores tales como el día de la semana en el que nació o si su número de seguridad social es par o impar, porque son estadísticamente irrelevantes para cometer actos delictivos.

Debería señalarse enfáticamente que un ensamblado de factores relevantes —junto con un apropiado conjunto de valores de probabilidad— no es un argumento de ningún tipo, ni deductivo ni inductivo. La aceptación del modelo R-E requiere pues el abandono de lo que he llamado el tercer dogma del empirismo, a saber, la tesis general de que toda explicación científica legítima es un argumento (véase el ensayo 6). Quien primero desafió explícitamente tal dogma fue Richard Jeffrey ([1969] 1971).

El modelo R-E no podía durar mucho como concepción independiente de la explicación científica, porque sólo incorpora correlaciones estadísticas, sin apelar a relaciones causales. En reacción al modelo E-I de Hempel, pensé que la relevancia estadística, en lugar de la alta probabilidad inductiva, tiene importancia explicativa genuina. Ya no pienso así. Las relaciones de relevancia estadística son importantes para la explicación científica por una razón diferente, a saber, porque constituyen evidencia importante de relaciones causales. Es la causalidad, en lugar de la relevancia estadística, la que tiene importancia explicativa.

Puede parecer extraño que la concepción heredada extirpara las concepciones causales de su caracterización de la explicación científica ¿No sabemos desde Aristóteles que las explicaciones involucran causas? Sería razonable pensar así. Pero reponer la “causa” en el “porque” (“por causa de”) no es una cuestión simple, ya que el penetrante análisis de Hume sugería fuertemente que adoptar la causalidad física podía involucrar un rechazo del empirismo. Aquellos filósofos que insistieron con ahínco en el carácter causal de la explicación —por ej., Scriven— simplemente eludieron la crítica de Hume. Mi propio punto de vista es que la “causa” no puede ser repuesta en el “porque” sin un análisis serio de la causalidad. Los ensayos en la parte III de este libro ofrecen algunas sugerencias de cómo podría hacerse ese análisis (ver también Salmon, 1984b, capítulos 5-7).

Una de las principales motivaciones de la concepción heredada fue, creo, la esperanza de que las explicaciones científicas pudieran caracterizarse

de un modo completamente formal. (Nótese que el título del artículo de Hempel-Oppenheim es “Estudios sobre la *lógica* de la explicación”). Esto hace natural pensar las explicaciones como argumentos porque, como mostró Carnap en su principal tratado sobre la probabilidad (1950), ambas, la lógica deductiva y la lógica inductiva, pueden ser esclarecidas dentro de un marco semántico único. Hempel y Oppenheim ([1948] 1965) ofrecen un análisis semántico de los enunciados legaliformes. Esto posibilita caracterizar una *explicación potencial* como un argumento de forma correcta que contenga al menos un enunciado legaliforme entre sus premisas. Una explicación verdadera, además, cumple con el requisito de la condición empírica de que sus premisas y su conclusión sean verdaderas. Una explicación E-I correcta debe satisfacer aún otra condición, a saber, el requisito hempeliano de máxima especificidad. Este requisito de relevancia es formulado también términos lógicos.

El resultado para la concepción heredada es que hay dos modelos (tres, si el

E-D se mantiene separado del N-D) de explicación científica, y que toda explicación legítima concuerda con uno u otro. Así, cualquier fenómeno en nuestro universo, aún en dominios en los cuales todavía no tenemos conocimiento científico, debe ser pasible de explicación por alguno de estos modelos o bien no ser susceptible de explicación científica alguna. Lo mismo valdría, al parecer, para explicaciones científicas de cualquier mundo posible.

Semejantes ambiciones universalistas me parecen fuera de lugar. En nuestro mundo, por ejemplo, imponemos la exigencia de que los sucesos sean explicados por sus antecedentes temporales, no por sucesos que ocurren después. Pero la estructura del propio tiempo está estrechamente conectada con los procesos entrópicos en nuestro universo, y esto depende de las condiciones *de facto* de nuestro universo. En otro universo la situación podría ser bastante diferente —por ejemplo, el tiempo podría ser simétrico en lugar de asimétrico—. En el macrocosmos de nuestro mundo, aparentemente la influencia causal se propaga continuamente; no parece que ocurriera acción a distancia. En el microcosmos de nuestro mundo, lo que Einstein llamó “la fantasmagórica acción a distancia” parece ocurrir. Qué sea lo que cuente como explicación científica aceptable depende crucialmente de la estructura causal y

temporal del mundo, y éstas son cuestiones de hecho más que cuestiones de lógica. La moraleja que yo sacaría es ésta: no deberíamos esperar modelos formales de explicación científica que sean universalmente aplicables. Es mejor examinar explicaciones en distintos dominios de la ciencia, e intentar caracterizar adecuadamente sus estructuras. Si resultara —como pienso que ocurre— que muy amplias extensiones de la ciencia emplean estructuras explicativas comunes, ése es un hecho verdaderamente interesante acerca de nuestro mundo.

II. La pragmática de la explicación

Desde el principio, Hempel y los otros proponentes de la concepción heredada, reconocieron el hecho obvio de que las monografías, libros de texto, artículos, conferencias y conversaciones científicos no presentan explicaciones precisamente conformes a sus modelos. También se percataron de que hacerlo sería ocioso. Por lo tanto, en los escritos y dichos de los científicos encontramos explicaciones parciales, esquemas explicativos y explicaciones elípticamente formuladas. Qué tipo de presentación es adecuada se determina por factores tales como el conocimiento y los intereses de aquellos que dan explicaciones y de sus audiencias. Estos son factores pragmáticos.

Hempel dedicó dos secciones de “Aspectos...” (1965b, §4-5) a la pragmática de la explicación, pero la discusión fue más bien ingenua. En 1965 (y *a fortiori* en 1948) la pragmática formal no estaba bien desarrollada, especialmente en aquellos aspectos referidos a la explicación. El innovador artículo de Bromberger “Why Questions” apareció en 1966, pero sólo trataba las explicaciones N-D; el tratamiento posterior más sobresaliente de la pragmática de la explicación lo proveyó van Fraassen en *La imagen científica* (1980). Un tratamiento pragmático bastante diferente se puede encontrar en *La naturaleza de la explicación* de Peter Achinstein (1983).

Van Fraassen adopta una concepción sencilla de la explicación (científica y otras) como respuestas a preguntas por qué. Las preguntas por qué se plantean en varios contextos, y tienen presuposiciones. Si las presuposiciones no son satisfechas la pregunta no surge; en tales casos la pregunta debiera rechazarse y no contestarse. Si la pregunta se plantea,

entonces el contexto determina fuertemente lo que constituye una respuesta apropiada. Ahora bien, van Fraassen no ofrece una concepción de la explicación del “todo vale mientras satisfaga a quien pregunta”, porque hay criterios objetivos para la evaluación de las respuestas. Pero hay un profundo problema.

Van Fraassen caracteriza una pregunta por qué como un triplete ordenado (P_k, X, R) . P_k es el tópico (lo que Hempel y muchos otros llaman el “*explanandum*”). X es la clase de contraste, un conjunto de alternativas respecto a las cuales P_k debe explicarse. En el ejemplo de la llama de un mechero Bunsen, la clase de contraste podría ser:

P_1 = la llama se volvió naranja;
 P_2 = la llama se volvió verde;
.
.
 P_k = la llama se volvió amarilla;
.
.
 P_s = la llama no cambió de color.

Una respuesta satisfactoria a una pregunta por qué es una explicación del hecho de que P_k en lugar de cualquier otro miembro de la clase de contraste, es verdadero. R es la relación de relevancia; relaciona la respuesta con el tópico y la clase de contraste. En el ejemplo de la llama del Bunsen podemos interpretar R como una relación causal; poner sal de roca* en la llama del Bunsen es lo que causa que se vuelva amarilla. El problema es que van Fraassen no pone restricciones sobre el tipo de relación que puede ser R . Presumiblemente, ésta es libremente elegida por quien pregunta. Una respuesta A es relevante si A tiene la relación R con el tópico P_k . En “La explicación según van Fraassen” (ensayo 11) Philip Kitcher y yo mostramos que, sin algunas restricciones en la relación R , cualquier respuesta A puede ser la explicación de cualquier tópico P_k . Por tanto, van Fraassen necesita proporcionar una lista de los tipos de relaciones que califican como auténticas

* Nota de la traductora: La expresión “rock salt” refiere a la sal mineral en oposición a la sal marina, y puede traducirse como “sal de roca” o “sal de mina”, esta última se usa más en ingeniería y ciencias geológicas.

relaciones de relevancia. Este es precisamente el problema que los filósofos que no han enfatizado los aspectos pragmáticos de la explicación han estado preocupados por resolver. Aún reconociendo este serio problema, van Fraassen y otros han demostrado la importancia de los aspectos pragmáticos de la explicación; lo que no han mostrado es que la pragmática sea la historia completa.

Uno de los trabajos más importantes desde “Aspectos...” de Hempel, es la disertación doctoral de Peter Railton, “Explicando la explicación” (1980). En este trabajo introduce un par de conceptos valiosos: *textos explicativos ideales* e *información explicativa*.¹⁰ Un texto explicativo ideal de cualquier hecho a ser explicado es un relato extremadamente detallado y extenso de todo lo que contribuyó a ese hecho —todo lo que es causal o legalmente relevante para él—. Tales textos son entidades ideales; casi nunca han sido escritos completos. Para comprender el hecho que está siendo explicado, no necesitamos tener el texto ideal completo, lo que se requiere es que seamos capaces de introducir las partes de él que necesitamos. La información explicativa es cualquier información que ilumina alguna porción del texto ideal. Una vez que tenemos claro lo que tratamos de explicar, el texto explicativo ideal es plenamente objetivo; su corrección está determinada por la estructura objetiva causal y nómica del mundo. No tiene dimensiones pragmáticas.

Las consideraciones pragmáticas surgen cuando decidimos qué porciones del texto explicativo ideal han de ser iluminadas en cada situación dada. Este es el aspecto contextual. Cuando se plantea una pregunta por qué, varios aspectos del contexto —incluyendo los intereses, el conocimiento y el entrenamiento del que pregunta— determinan qué información explicativa es prominente. La explicación resultante debe reflejar las relaciones objetivas de relevancia, pero también debe honrar la prominencia de la información que incluye. Visto desde esta perspectiva, el tratamiento de la pragmática de la explicación de van Fraassen encaja admirablemente en la imagen de conjunto al proporcionar guías que determinan qué tipo de información explicativa es apropiada en el contexto.

¹⁰ Estos conceptos son discutidos más breve y accesiblemente en Railton (1981).

III. La moraleja de la historia

¿Qué aprendimos de todo esto? Varias lecciones, creo. Primero, debemos poner la “causa” nuevamente en el “por qué”. Aún si algunos tipos de explicación resultaran no ser causales, muchas explicaciones apelan esencialmente a causas. En nuestra teoría de la explicación debemos incluir la condición de que las causas pueden explicar efectos pero los efectos no pueden explicar causas. En el mismo tenor, debemos tomar en cuenta las asimetrías temporales; podemos explicar eventos posteriores en términos de eventos anteriores, pero no viceversa. La asimetría temporal está estrechamente relacionada con la asimetría causal (véase “Asimetría explicativa” (ensayo 10).

Segundo, el requisito de alta probabilidad o esperabilidad de la concepción heredada no es aceptable. La alta probabilidad no es ni necesaria ni suficiente para la explicación científica, como muestran respectivamente los ejemplos (3) y (4).

Tercero, podemos prescindir —como hizo el propio Hempel (1977)— de su doctrina de la *relatividad epistémica esencial* de la explicación E-I. Muchos autores encontraron desagradable este aspecto de la concepción heredada. Coffa (1974), Fetzer (1974b) y Railton (1978) emplean una concepción de la probabilidad como propensión para caracterizar tipos de explicación estadística que no están epistémicamente relativizados. En mi (1984b, cap. 3) trato de evitar tal relativización por medio de clases de referencia objetivamente homogéneas. La noción de Railton de los textos explicativos ideales proporciona las bases para un concepto plenamente objetivo de la explicación estadística.

Cuarto, nuestra teoría de la explicación científica debería dejar un lugar para un tratamiento sólido de la pragmática de la explicación. Siempre que intentamos expresar o comunicar explicaciones científicas surgen consideraciones de prominencia.

Quinto, podemos renunciar a la búsqueda de uno o un pequeño número de modelos formales de explicación científica de supuesta aplicación universal.

Este punto ha sido argumentado con considerable cuidado por Achinstein (1983).

¿Tenemos las bases para un nuevo consenso? No todavía, me temo. Sería por supuesto, tonto esperar un acuerdo unánime entre los filósofos sobre cualquier tema importante. Pero dejando de lado ese sueño imposible, hay temas serios en los que hay desacuerdos fundamentales. Uno de ellos concierne a la naturaleza de las leyes. ¿Hay alguna distinción objetiva entre verdaderas generalizaciones legaliformes y generalizaciones que sólo ocurre que son verdaderas? ¿O esta distinción es meramente epistémica o pragmática? El problema de las leyes permanece irresuelto, creo, y —dada la enorme influencia del modelo de cobertura legal de la explicación— de una importancia fundamental.

Otro tema importante concierne a la cuestión de si hay legítimas explicaciones estadísticas de eventos particulares. El modelo E-I de Hempel, con su requisito de alta probabilidad y su relativización epistémica esencial, ha enfrentado demasiadas dificultades. Es improbable que sea resucitado. El modelo R-E da lugar a resultados que a muchos les parecen demasiado contraintuitivos. Por ejemplo, en ese modelo es posible que factores negativamente relevantes para un suceso ayuden a explicarlo. Aún peor, supongamos (como la teoría física contemporánea sugiere fuertemente) que nuestro mundo es indeterminista. Bajo circunstancias de un tipo especificado C, un evento de un tipo dado E a veces ocurre y a veces no. No hay, en principio, modo de explicar por qué en una ocasión dada, ocurre E *en lugar de* no E. Además, si en una ocasión C explica por qué ocurre E, en otra ocasión el mismo tipo de circunstancias explica por qué E no ocurre. Aunque no encuentro esta consecuencia intolerable, sospecho que la mayoría de los filósofos sí.

Una respuesta frecuente a esta situación es afirmar que todas las explicaciones son deductivas. En lo que respecta a las explicaciones estadísticas, éstas son del tipo clasificado por Hempel como E-D. Así, no hay explicaciones estadísticas de eventos particulares; todas las explicaciones estadísticas son explicaciones de generalizaciones estadísticas. Podemos explicar por qué la vasta mayoría de los átomos de tritio actualmente existentes probablemente decaerá en los próximos cincuenta años porque la vida media

del tritio es cerca de 12 1/4 años. Quizá podamos explicar por qué un átomo particular de tritio tiene una probabilidad de sólo cerca de 15/16 de desintegrarse dentro de los próximos cincuenta años. Pero no podemos, de acuerdo con esta línea de pensamiento, explicar por qué un átomo de tritio dado se desintegró dentro de una dada mitad de siglo. La consecuencia de esta visión es que, hasta donde vale el indeterminismo, no podemos explicar lo que acontece en el mundo. Si entendemos los mecanismos estocásticos que de modo indeterminista producen todos los diversos hechos, podemos pretender ser capaces de explicar *cómo funciona el mundo*. Esto no es lo mismo que ser capaces de explicar *lo que acontece*. Explicar por qué un evento tiene una alta probabilidad de ocurrir *no* es lo mismo que explicar porqué ocurrió. Además, podemos explicar por qué algún evento que no ocurrió—tal como la desintegración de un átomo que no se desintegró— tenía una cierta probabilidad de ocurrir que no sucedió.

Quiero mencionar un tercer punto de profundo desacuerdo. Kitcher (1985) ha sugerido que hay dos modos ampliamente diferentes de explicación; los caracteriza como *de abajo a arriba* y *de arriba a abajo*. Podrían describirse, respectivamente, como *local* y *global*. Tanto el enfoque de Hempel como el mío caen en la variedad abajo-arriba o local. Miramos primero a las conexiones causales particulares o generalizaciones empíricas estrechas. Creemos que puede haber explicaciones locales de hechos particulares. Intentamos subir desde allí hacia mecanismos causales más fundamentales o teorías más comprensivas.

Kitcher prefiere un enfoque arriba-abajo. Aunque muchos científicos y filósofos habían subrayado el valor de unificar nuestro conocimiento científico, el primer filósofo que proporcionó una teoría detallada de la explicación como unificación fue Friedman (1974). En su concepción, acrecentar nuestra comprensión del mundo en la medida en que seamos capaces de reducir el número de hipótesis independientemente aceptables, necesarias para dar cuenta de los fenómenos en el mundo. Tanto Kitcher (1976) como yo (1989,1990b) hemos encontrado problemas en los detalles técnicos de la teoría de Friedman; sin embargo, ambos estamos de acuerdo en que su concepción básica tiene una fundamental importancia. La idea principal del enfoque arriba-abajo es que uno mira primero hacia las teorías más comprensivas y la

unificación que proporcionan de nuestro conocimiento. Explicar algo es encajarlo en un patrón global. Qué califique como ley o como relación causal está determinado por su lugar en las teorías más simples y comprensivas. En su (1981) Kitcher comenzó el desarrollo de un enfoque de la unificación explicativa siguiendo líneas bastantes diferentes de las de Friedman; en su (1989 y 1993) elaboró sus propuestas con mucho mayor detalle.

Regresemos, finalmente, a la cuestión fundamental de este ensayo: ¿hay un nuevo consenso sobre la explicación científica? Obviamente, en este momento, no. No se si emergerá en el futuro próximo, aunque acabo de ver las bases para alguna esperanza en esa dirección (Salmon, 1989, 1990b, §5). Sin embargo, estoy convencido que hemos aprendido bastante sobre este tema en los años transcurridos desde la publicación del magistral ensayo de Hempel “Aspectos...”. Para mí, esto significa un progreso importante.¹¹

Apéndice

El ensayo precedente es un sumario del material tratado mucho más extensamente en *Cuatro décadas de explicación científica* (Salmon, 1990b). Cerca del final escribí:

Hemos arribado, finalmente, a la conclusión de la saga de cuatro décadas. Ha sido más la historia de una odisea personal que una historia imparcial. En la medida en que en 1948 [el comienzo de la primera década], yo era un estudiante de posgrado en filosofía, mi carrera como filósofo abarca todo el período... Mi investigación específica sobre explicación científica comenzó en 1963, y he sido un participante activo en las discusiones y debates durante el pasado cuarto de siglo. Difícilmente se puede esperar una completa objetividad.

... Sé que hay... trabajos importantes... que no han sido mencionados... Mis decisiones sobre qué discutir y qué omitir son, sin duda, idiosincrásicas, y me disculpo con los autores de tales trabajos por mi omisión... (p. 180)

Uno de los filósofos a quienes debo tal disculpa es Adolf Grünbaum. “Asimetría explicativa” (ensayo 10) incorpora mi intento de reparación.

¹¹ Ofrezco sugerencias sobre una aproximación entre la teoría de la unificación y la teoría causal en “Explicación científica: causación y unificación” (ensayo 4).

James H. Fetzer es otro trabajador que merece una disculpa mayor. En el cierre del §3.3, que está dedicado a la discusión de la teoría disposicional de la explicación inductiva de Alberto Coffa, escribí:

Otro entre los muchos partidarios de las propensiones en la tercera década es James H. Fetzer. Junto a Coffa, merece una mención por el rol central que da a ese concepto en la teoría de la explicación científica. Comenzando en 1971, publicó una serie de artículos que tratan la llamada interpretación de propensional* de la probabilidad y su relevancia para los problemas de la explicación científica (Fetzer 1971, 1974a, 1974b, 1975, 1976, 1977). Sin embargo, como la versión madura de su trabajo en estos temas está contenida en su libro de 1981, *Conocimiento científico*, trataremos sus opiniones en la cuarta década. (p.89)

Aunque estas observaciones son ciertas, están lejos de decir la verdad completa. En mi elogio a Coffa, dije:

En su disertación doctoral Coffa (1973, cap. IV) argumenta que apelar a la interpretación propensional de la probabilidad nos permite desarrollar una teoría de la explicación inductiva que es una directa generalización de la explicación nomológico-deductiva, y que evita tanto la relativización epistémica como el problema de la clase de referencia. Este enfoque ingenioso, desafortunadamente, no ha recibido atención, ya que nunca fue extraído desde su disertación para publicarse separadamente. (p. 83)

Sin retractarme de mis comentarios positivos sobre Coffa, debo ahora señalar que el artículo de Fetzer “La teoría propensional de la explicación caso singular de la explicación”, publicado en 1974, contiene una teoría de la explicación estadística sistemáticamente desarrollada que tiene las mismas virtudes que señalé en el enfoque de Coffa. La cuestión aquí no es de prioridad sino de complementariedad. Coffa y Fetzer encaran el problema de modos bien diferentes; ambos autores son altamente merecedores de nuestra atención.

Con completa justicia, Fetzer ha articulado su insatisfacción en dos artículos (Fetzer, 1991, 1992). Aquellos que quieran una visión más balanceada de la que he dado, pueden referirse a esos escritos también.

* Nota de la traductora: el término en el original es “propensity interpretation of probability”, aunque el neologismo “propensional” puede no ser lo más acertado, creo que el sentido lo justifica, porque traducir la frase como “interpretación de la propensión de la probabilidad” me parece confuso.

Debería enfatizar, sin embargo, que aunque encuentro valioso el enfoque de la explicación vía propensiones, no puedo acordar con que las propensiones proporcionan una interpretación admisible del cálculo de probabilidad. Como Paul Humphreys argumenta convincentemente en su (1985), el cálculo de probabilidad requiere probabilidades que las propensiones no pueden suministrar. Para mi visión del asunto véase Salmon (1979b).

Referencias

- Achinstein, Peter. 1983, *The Nature of Explanation*, Nueva York: Oxford University Press.
- Braithwaite, R. B. 1953. *Scientific Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bromberger, Sylvain. 1966. "Why-Questions", en *Mind and Cosmos*, edit. por R. G. Colodny, 86-111. Pittsburgh, Penn.: University of Pittsburgh Press.
- Carnap, Rudolf. 1950. *Logical Foundations of Probability*. Chicago: University of Chicago Press.
- Coffa, J. Alberto. 1973. *Foundations of Inductive Explanation*. Dis. Doc. University of Pittsburgh.
- _____. 1974. "Hempel's Ambiguity", *Synthese* 28: 141-64.
- Fetzer, James H. 1971. "Dispositional Probabilities", en *PSA 1970*, edit. por Roger C. Buck y Robert S. Cohen, 473-82. Dordrecht: D. Reidel.
- _____. 1974a. "Statistical Explanations" en *PSA 1972*, edit. por Kenneth Schaffner y Robert S. Cohen, 337-47. Dordrecht: D. Reidel.
- _____. 1974b. "A Single Case Propensity Theory of Explanation". *Synthese* 28: 171-98.
- _____. 1975. "On the Historical Explanation of Unique Events". *Theory and Decision* 6: 87-97.
- _____. 1976. "The Likeness o Lawlikeness", en *PSA 1974*, Robert Cohen edit. 377-91. Dordrecht: D. Reidel.
- _____. 1977. "A World of Dispositions". *Synthese* 34: 397-21.
- _____. 1991. *Scientific Knowledge*. Dordrecht: D. Reidel.
- _____. 1992. "What's Wrong with Salmon's History: The Third Decade", *Philosophy of Science*, 59: 246-62.

- Friedman, Michael. 1974. "Explanation and Scientific Understanding". *Journal of Philosophy* 71: 5-19.
- Greeno, James G. [1970] 1971. "Explanation and Information". En Salmon, 1971, pp. 89-104.
- Hanson, N.R. 1959. "On the Symmetry Between Explanation and Prediction". *Philosophical Review* 68:349-58.
- Hempel, Carl G. 1962. "Deductive-nomological vs. Statistical Explanation", en *Scientific Explanation, Space, and Time*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 3. Edit. por Herbert Feigl y Grover Maxwell, 98-169.
- _____. 1965a. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free press.
- _____. 1965b. "Aspects of Scientific Explanation", en Hempel 1965a, pp. 331-496.
- _____. 1977. "Nachwort 1976: Neuere Ideen zu den Problemen der statistischen Erklärung". En Hempel, *Aspekte wissenschaftlicher Erklärung*, 98-123. Berlin: Walter de Gruyter.
- Hempel, Carl G. and Paul Oppenheim. [1948] 1965. Studies in the Logic of Explanation. En Hempel 1965a. pp. 245-96.
- Humphreys, Paul W. 1985. "Why Propensities cannot be Probabilities". *Philosophical Review* 94: 557-70.
- Jeffrey, R. C. [1969]1971. "Statistical Explanation vs. Statistical Inference". In Salmon, 1971, pp. 19-28. Originalmente publicado en Rescher, de. 1969.
- Kitcher, Philip. 1976. "Explanation, Conjunction, and Unification". *Journal of Philosophy* 73: 207-12
- _____. 1981. "Explanatory Unification", *Philosophy of Science* 48: 507-31.
- _____. 1985. "Two Approaches to Explanation". *Journal of Philosophy* 82: 632-39.
- _____. 1989. "Explanatory Unification and the Causal Structure of the World". En Kitcher y Salmon, eds., 1989, pp. 410-505.
- _____. 1993. *The advancement of science*. New York, Oxford University Press.

- Kitcher, P. and Wesley Salmon. 1989. *Scientific Explanation*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 13. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Mill, John Stuart. 1843. *A System of Logic*. Londres: John Parker.
- Nagel, Ernst. 1961. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. Nueva York: Harcourt, Brace, and World.
- Popper, Karl R. 1935. *Logik der Forschung*. Viena: Springer.
- _____. 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Nueva York: Basic Books. Traducción con apéndices agregados por Popper, 1935.
- Railton, P. 1978. "A Deductive-nomological Model of Probabilistic Explanation". *Philosophy of Science* 45: 206-26.
- _____. 1980. "Explaining Explanation: a Realist Account of Scientific Explanation and Understanding". Dis. Doc. Princeton University, Princeton, N.J.
- _____. 1981. "Probabiliy, Explanation, and Information". *Synthese* 48: 233-56.
- Rescher, Nicholas, de. 1969. *Essays in Honor of Carl Hempel*. Dordrecht: D. Reidel.
- Salmon, Wesley C. 1971. *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. Con contribuciones de Greeno y R. C. Jeffrey. Pittsburgh, Penn.: University of Pittsburgh Press.
- _____. 1974. "Comments on "Hempel's ambiguity" by J. A. Coffa", *Synthese* 28: 165-69.
- _____. 1979. "Propensities: A Discussion Review". *Erkenntnis* 14: 183-216.
- _____. 1984. *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princenton, N. J.: Princenton University Press.
- _____. 1989. "Four Decades of Scientific Explanation". En Kitcher y Salmon, eds. 1989, pp. 3-219.
- _____. 1990. *Four Decades of Scientific Explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press. Reimpreso de Kitcher y Salmon, eds. 1989, pp. 3-219.
- Scriven, Michael. 1958. "Definitions, Explanations, and Theories." En *Concepts, Theories, and the Mind-body Problem*, Minnesota Studies in the Philosophy of

Science, vol. 2. Editado por Herbert Feigl, Grover Maxwell y Michael Scriven, 99-195. Minneapolis: University of Minnesota Press.

_____. 1959. "Explanation and Prediction in Evolutionary Theory". *Science* 130: 477-82.

_____. 1962. "Explanations, Predictions, and Laws", en *Scientific Explanation, Space, and Time*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 3. Editado por Herbert Feigl y Grover Maxwell, 170-230. Minneapolis: University of Minnesota Press.

RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

Lucía Piossek Prebisch

Pedro Karczmarczyk: *Gadamer: Aplicación y comprensión*, EDULP, La Plata, 2007.

El autor relata el proceso que se concretó en esta obra. Iniciado en la hermenéutica gadameriana, y posteriormente interesado en la filosofía analítica, declara ser “un hermenéutico o un ‘continental’ entre los analíticos, y ser un analítico entre los continentales.” En este sentido hace recordar a una posición análoga en ese gran hermeneuta, Paul Ricoeur, que puso en evidencia la posibilidad de un encuentro fructífero entre las dos corrientes, aparentemente antagónicas. Desde la primera experiencia con la hermenéutica, más exactamente, con la gran obra de Gadamer, de 1960, al autor le llamó la atención el concepto central y sutil de aplicación, entendido como un “tipo de conocimiento” que no puede dar razón de lo conocido, y que es más del orden del *poder hacer* o del *saber hacer* que del captar, y que tiene sin embargo pretensiones de “verdad”, como tienen pretensiones de verdad el juicio estético y el juicio moral. Una de las dificultades de *Verdad y método* para un lector actual, influido por el prestigioso modo de conocimiento de las ciencias y sus métodos, es la reivindicación que hace Gadamer de esa forma de comprender y de interpretar que precede a la formación de los conceptos, y que es la base prelógica de la posterior conceptualización de las ciencias.

Si bien el autor centra su trabajo principalmente en la primera parte de *Verdad y método* I, en la que Gadamer revela ya claramente su intención de recuperar -por supuesto de un modo renovado- la tradición humanística, tiene en vistas la totalidad de esta obra central en la filosofía de nuestro tiempo. La investigación no se queda en esa primera parte; por ej., se ocupa también del tema del lenguaje, que aparece explícitamente en la IIIa sección. Además de buen conocedor de Gadamer, Karczmarczyk demuestra conocer muy bien al Kant de la tercera *Crítica* y a la filosofía del lenguaje de Wittgenstein. (Interesante el capítulo en que destaca poco advertidas coincidencias, disimuladas bajo lenguajes distintos, entre Gadamer y el filósofo de *Los cuadernos azul y marrón*.)

Este libro es una contribución valiosa para el conocimiento de una obra capital de la filosofía actual como es *Verdad y método*, obra que abre muy ricas perspectivas en los campos de la filosofía práctica, del arte, de la historia..., pero que -debe reconocerse- dista mucho de ser fácilmente accesible. Con palabras del autor: “La

tesis de la obra que presentamos es que la estructura de la aplicación, con la consecuente historicidad que acarrea, se presenta de manera semejante tanto en las macro-estructuras de la comprensión (comprensión de textos, de la tradición, del arte) como en las estructuras de un nivel inferior o más básico, como la realización de juicios y la comprensión de conceptos, punto que se elabora, en esta obra, a través de una comparación con las ideas del segundo Wittgenstein”.

Colección de filosofía- Editorial de la Universidad Nacional de La Plata

La Colección de filosofía de la Editorial de la Universidad Nacional de La Plata aspira a conformar un fondo editorial de alto rigor académico y de una amplia pluralidad teórica. Se intenta así atender a las necesidades más particulares de la disciplina, algo que tal vez sólo puedan hacerlo editoriales de universidades centradas en la publicación académica. Ello no implica, por supuesto, desatender la circulación comercial, sino hacer hincapié en diversas formas de la circulación y distribución académica e institucional (el apoyo de la Biblioteca de la Facultad de Humanidades nos permite llegar a una importante red de bibliotecas institucionales). Esperamos además ser capaces de promover el intercambio entre la cultura de habla hispana, e incluir también en este intercambio, tanto en la recepción como en la publicación, a la cultura filosófica en lengua portuguesa.

Para lograr estos objetivos, la Colección cuenta con un comité académico de reconocidos especialistas en diferentes áreas de la disciplina, a través de los cuales las propuestas recibidas son sometidas a una instancia de evaluación anónima. Al mismo tiempo, a través de este procedimiento apostamos a revalorizar el formato libro como vehículo de la reflexión filosófica.

Por el momento han aparecido los volúmenes:

Andrés Crelier *De los argumentos trascendentales a la hermenéutica trascendental*

Diego Parente *Del órgano al artefacto. Acerca de la dimensión biocultural de la técnica*

Pedro Karczmarczyk *El argumento del lenguaje privado a contrapelo.*

Se encuentra en prensa:

Más allá del arte: mimesis en Aristóteles, de Viviana Suñol y

El abismo del espejo, de Adrián Bertorello.

Más allá del arte.

Comité académico:

Samuel Cabanchik (Universidad de Buenos Aires, Argentina); Telma de Souza Birchall (Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil); Cristina DiGregori (Universidad Nacional de La Plata, Argentina); Ivan Domingues (Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil); Oscar Esquisabel (Universidad Nacional de La Plata, Argentina); Leticia Minhot (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina); Dieter Misgeld (Universidad de Toronto, Canadá); Wilfredo Quezada Pulido (Universidad de Santiago de Chile); Dante Ramaglia (Universidad Nacional de Cuyo, Argentina); José Santos Herceg (Universidad de Santiago de Chile); Verónica Tozzi (U. de Buenos Aires- U. Nacional Tres de Febrero, Argentina).

Director de la colección: Pedro Karczmarczyk (UNLP-CONICET-Argentina)

Contacto: filosofiaedulp@yahoo.com ; www.unlp.edu.ar/editorial

[Calle 47 n°380, La Plata, Argentina CP 1900, Tel: 54 221 4273992](#)