

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XII JORNADAS

VOLUMEN 8 (2002), Nº8

Norma Horenstein

Leticia Minhot

Hernán Severgnini

Editores



ÁREA LÓGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Hertz, Schrödinger y la Relatividad General

Victor Rodríguez* / Pedro W. Lamberti**

*Hertz'sche Mechanik und
Einsteinsche Gravitationstheorie*

Introducción

Continuando con el estudio de la influencia que el programa de geometrización de Hertz de la mecánica (y de la física en general) tuvo sobre los físicos más importantes de fines del siglo XIX y comienzos del XX, en el presente trabajo revisaremos la búsqueda, por parte de E. Schrödinger, de una eventual conexión entre la Teoría de la Relatividad General y la formulación de la mecánica por parte de Hertz. Muchos de los físicos más renombrados de fines del siglo XIX apreciaron el programa de Hertz en su justa medida, y dedicaron parte de sus esfuerzos al desarrollo del mismo, tal es el caso de H. Lorentz, H. Helmholtz, L. Boltzmann y P. Ehrenfest [1-4]. Es reconocida también la influencia de algunas de las ideas de Hertz fuera del campo de la física, a través de su concepto de imagen (*Bild*) [5].

En su formulación de la mecánica, Hertz considera como fundamentales sólo tres conceptos: espacio, tiempo y masa. Así, el problema que él se dispuso a atacar fue la determinación de las relaciones existentes entre estos tres conceptos y sólo entre ellos. No acepta el concepto de fuerza como uno independiente y autónomo. El comportamiento de un sistema físico como un todo, como así también los comportamientos de cada uno de sus constituyentes, pueden describirse por una única ley fundamental. Esta ley es enunciada de la siguiente forma: *Todo movimiento natural de un sistema material independiente es tal que el sistema sigue con velocidad uniforme el camino de mínima curvatura*. Previo a su enunciado, define de una manera matemáticamente precisa los conceptos de “velocidad de un sistema,” “camino más recto,” etc.

Es reconocido por algunos autores que, si bien el programa de Hertz parte de premisas completamente distintas que la Relatividad General, esta teoría es un claro ejemplo de la mecánica “libre de fuerzas” hertziana. Como ejemplifica Lanczos, *el movimiento planetario se explica por causas puras de la inercia, sin ninguna fuerza actuante. Los planetas siguen los caminos más cortos en un espacio riemanniano, tal como Hertz imaginó para sistemas mecánicos libres de fuerzas. La única diferencia es que en la propuesta de Hertz, la curvatura del espacio de configuración fue causada por condiciones cinemáticas inherentes al sistema, mientras que en la teoría de Einstein la estructura riemanniana del espacio-tiempo físico es una propiedad de la geometría del mundo* [6].

Como dijimos anteriormente, nos ocuparemos ahora de discutir el intento de Schrödinger de encontrar puntos de contacto entre la Relatividad General y la mecánica de Hertz. Este intento por parte de Schrödinger, tiene, a nuestro entender, varios (al menos dos) as-

* Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.

** Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba y CONICET.

pectos importantes que merecen ser destacados. Por un lado, nos llama la atención que Schrödinger realizara estas investigaciones cerca de 1918,¹ cuando la formulación de la mecánica de Hertz había sido relegada a un segundo plano y su valor como posible modelo físico aceptable se había devaluado dentro de la comunidad de físicos. Por otra parte, como destacan Mehra y Rechenberg, el que Schrödinger adquiriera cierta familiaridad con los formalismos propios de esquemas de carácter netamente geométricos, como los involucrados en la mecánica de Hertz y en la Relatividad General, le permitió acceder fácilmente a las herramientas que utilizó en su desarrollo de la mecánica ondulatoria, casi diez años después [7]. Es interesante destacar que estos intentos por parte de Schrödinger de vincular la teoría de la Relatividad General con la mecánica de Hertz, no han sido en general tenidos en cuenta por algunos de sus biógrafos más importantes [8-10].

Schrödinger y la Relatividad General

La relación entre Schrödinger y la Relatividad General se da, principalmente, a través del estudio del rol que juegan los principios variacionales en esta teoría. En efecto, tanto en sus primeros trabajos del año 1917, como los más cercanos al final de su vida [11], esta temática juega un rol central. Al comienzo del capítulo III de su *Expanding Universe*, Schrödinger expresa.

“Lo que hemos hecho hasta aquí usando el teorema (o hipótesis) geodésico fue puramente óptica geométrica y mecánica geométrica. No representa ninguna visión acerca de la naturaleza de la luz y de la materia. Por ello no estamos tan interesados en la cuestión de si es o no la suposición geodésica para las partículas de prueba una consecuencia estricta de las ecuaciones de campo de la gravitación. Estamos más interesados en conocer si es una consecuencia de las teorías ondulatorias de la luz y la materia.”

A continuación de estas reflexiones se dedica a revisar la teoría de Hamilton-Jacobi en un campo gravitatorio. A la teoría de Hamilton-Jacobi la caracteriza como “el puente entre la teoría de partículas y la teoría de ondas.” A nuestro entender es plausible interpretar esta afirmación como un modo de reasumir sus antiguas concepciones expresadas en los manuscritos de 1918

Los primeros contactos de Schrödinger con la Relatividad General ocurren por la lectura de los trabajos de Ludwig Flamm, reconocido físico vienés y quien tuviera gran influencia sobre Schrödinger. Sólo cuatro meses después de la aparición del trabajo de Einstein sobre la Relatividad General, Flamm publica una monografía en el *Physikalische Zeitschrift* [12] en donde estudia dos cuestiones: en primer lugar analiza la solución exacta esféricamente simétrica, de las ecuaciones de campo de Einstein, obtenida poco antes por Schwazschild, procurando ahondar en su significado físico y en segundo término determina, de una manera rigurosa, las constantes físicas que caracterizan al campo gravitatorio solar. En este contexto Flamm concluye.

“La influencia del campo gravitatorio sobre el movimiento de una masa puntual actúa (por ello) del mismo modo que los cambios exhibidos por varillas y relojes. El comportamiento de los fenómenos relativos a cada uno permanece inalterado.”

Como consecuencia de esto, uno podría describir, aún en Relatividad General, el movimiento de una masa puntual por la ecuación variacional

$$\delta \int_{P_1}^{P_2} ds = 0 \quad (1)$$

donde ds denota el elemento de línea cuadri-dimensional y la integral se extiende del punto P_1 al punto P_2 en el espacio-tiempo

En la búsqueda de la conexión existente entre la Relatividad General y la formulación hertziana de la mecánica, Schrödinger usa el principio variacional de Jacobi, el cual, en la terminología actual, permite explicitar la íntima relación existente entre el movimiento de sistemas conservativos holonómicos y la geometría de los espacios curvos. Su razonamiento es, esencialmente el siguiente: sea τ la energía cinética del sistema; entonces el elemento de línea del espacio de configuración se puede escribir:

$$ds^2 = \sum a_{ij} dq_i dq_j = 2\tau dt^2$$

donde q_i son coordenadas generalizadas. Sea $d\sigma$ otro elemento de línea definido por la expresión

$$d\sigma^2 = (E - V) ds^2$$

donde E es la energía total del sistema y V es la energía potencial. El principio extremal de Jacobi requiere minimizar la integral definida

$$A = \int_1^2 d\sigma = \int_1^2 \sqrt{(E - V)} ds$$

Esto es equivalente a encontrar el camino más corto entre dos puntos extremos en un espacio Riemanniano, cuyo elemento de línea es $d\sigma$. De este modo, podemos asociar con el movimiento de un sistema mecánico bajo la acción de cierto potencial V , el movimiento de algún punto a lo largo de cierta geodésica en un espacio de Riemann. En particular, en la mecánica de Hertz $V = 0$ y como E es constante, la condición extremal sobre la integral A es equivalente a exigir que:

$$\delta \int_1^2 ds = 0,$$

lo cual es equivalente a la condición (1). Éste es precisamente el punto de conexión que Schrödinger encuentra entre el principio de movimiento de la Relatividad General y la dinámica de Hertz.

Conclusiones

Uno de los aspectos que consideramos digno de destacar de este abordaje del enfoque de Schrödinger es el rol importante que han jugado los principios variacionales en su temprana articulación de la física y en particular de la Relatividad General. Como fue expresado arriba, a nuestro modo de ver algunos puntos de vista se mantienen a lo largo de su trayectoria intelectual. La presente exploración nos ha permitido además vislumbrar una eventual conexión entre los trabajos de la década de 1910 y algunas facetas de la génesis de la mecánica ondulatoria. Esto será motivo de un trabajo posterior. En relación con Hertz, el análisis de los manuscritos de Schrödinger nos ha permitido seguir sosteniendo el punto de vista de que el programa de geometrización hertziano trascendió considerablemente los márgenes del siglo XIX.

Notas

Parte del material usado para este trabajo fue obtenido gracias al apoyo del Centro de Estudios de la Historia de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Barcelona, España.

¹ Los trabajos en los que Schrödinger estudia la conexión entre la Relatividad General y la mecánica de Hertz, nunca fueron publicados. Estos desarrollos teóricos se encuentran en un conjunto de notas de difícil datación. J Mehra y H Rechenberg en su *The Historical Development of Quantum Theory* arriesgan una fecha posible de su escritura. no antes de mediados de 1917, quizás 1918 [7]

Bibliografía

- 1 Lorentz, H (1937) *Collected Papers: Some considerations on the Principles of Dynamics, in Connexion with Hertz' Prinzipien der Mechanik*. The Hague: Martinus Nijhoff, Vol. 4, pág. 36-58
- 2 Helmholtz, H (1956), ver el prefacio *The Principles of Mechanics* de H. Hertz. New York. Dover.
- 3 Boltzmann, L. (1974) *Populäre Schriften*. Dordrecht. D Reidel P. Co.
- 4 Ehrenfest, P (1959). *Collected Scientific Papers*. Editado por M. Klein. Amsterdam: North Holland Pub. Co.
- 5 Lamberti, P.W.; y Rodríguez, V. (2001). *Epistemología e Historia de la Ciencia* 7, N^o 7, pág. 250.
- 6 Lanczos, C. (1986). *The Variational Principles of Mechanics*. Fourth Ed New York. Dover.
- 7 Mehra, J ; y Rechenberg, H. (1987). *The Historical Development of Quantum Theory*. Vol. 5, Parte I Springer
- 8 Moore, W. (1994). *A Life of Erwin Schrödinger*. Cambridge University Press
- 9 Scott, W (1967). *E. Schrödinger. An Introduction to his Writings*. Amherst. University of Massachusetts Press.
- 10 Bitbol, M , y Darrigol, O. (eds.) (1992). *Erwin Schrödinger. Philosophy and the Birth of Quantum Mechanics*. France: Editions Frontieres.
- 11 Schrödinger, E (1956). *Expanding Universe*. Londres. Cambridge University Press.
- 12 Flamm, L. (1916). "Beiträge zur Einsteinschen Gravitationstheorie". *Phys Zs* 17, 448-454.

Realizabilidad múltiple: ¿autonomía o reducción?

Pablo Rychter*

1. Introducción

Desde que fue presentado por H. Putnam a fines de la década del 60, el funcionalismo se ha transformado en la "doctrina oficial" en la filosofía de la mente y la psicología. La popularidad de la propuesta funcionalista puede explicarse atendiendo a *algunas* de sus características más notables.

- a) Por un lado, el funcionalismo es una teoría realista y *no reduccionista* acerca de lo mental (Fodor, 1974). El reduccionismo psicofísico defendido por los teóricos de la identidad se tornaba implausible e injustificado, en la medida en que —a partir del giro cognitivista de los años 60— se afianzaba la idea de concebir a la mente humana como un procesador de información cuyas relaciones con el cerebro son análogas a las relaciones entre el *software* y el *hardware* de una computadora artificial. Parecía entonces que la ciencia cognitiva se ocupaba de un dominio *autónomo* —el de los procesadores de información o "conocedores" (Pylyshyn 1984)— no coextensivo con el de la neurofisiología humana. El funcionalismo proporcionaba una fundamentación de dicha autonomía y una explicación de por qué las teorías psicológicas no podrían reducirse a teorías neurofisiológicas.
- b) Por otro lado, el precio que el funcionalismo paga por de esta autonomía es considerablemente bajo: al afirmar que lo mental constituye un dominio real y autónomo, el funcionalista no necesita recaer en el dualismo cartesiano. Por el contrario, el funcionalismo pretende ser perfectamente compatible con una posición *fisicalista*. De esta manera, el funcionalismo se presenta como una posición *fisicalista no reductivista*.

Como se ve, el atractivo fundamental de la propuesta funcionalista está dado por la combinación exitosa del fisicalismo (b) y el no reduccionismo (a). En este trabajo me ocuparé de un argumento anti-funcionalista presentado por J. Kim (1992) que precisamente se basa en cuestionar la consistencia de dicha combinación. Según Kim, en la medida en que el funcionalista se mantenga fiel al fisicalismo, deberá admitir que la psicología no es una disciplina autónoma, sino que por el contrario es *localmente* reducible a la neurofisiología. Para reconstruir el argumento de Kim considero necesario presentar primero el planteo antirreduccionista de Fodor (1974). Luego de eso, pasaré a Kim y haré una evaluación general de su argumento. Si bien examinaré las distintas líneas de respuesta que un funcionalista podría desarrollar, mi principal objetivo será mostrar que la conclusión antifuncionalista a la que Kim arriba es mucho más destructiva de lo que él pretende, y que la solución propuesta —basada en la noción de *reducción local*— no compensa el daño. Señalaré que la situación a la que nos lleva el argumento de Kim es sumamente incómoda, y que sus consecuencias son tan devastadoras que podrían ser vistas como una reducción al absurdo de las premisas

* Universidad de Buenos Aires.

2. De la realizabilidad múltiple a la autonomía de la psicología. La propuesta funcionalista de J. Fodor

La imposibilidad de identificar clases psicológicas con clases neurofisiológicas es señalada por Putnam (1967), pero es Fodor (1974) quien pone de manifiesto sus consecuencias con toda claridad. El argumento de Fodor puede ser expuesto a través del siguiente gráfico en el que se representan dos niveles distintos de taxonomización científica:

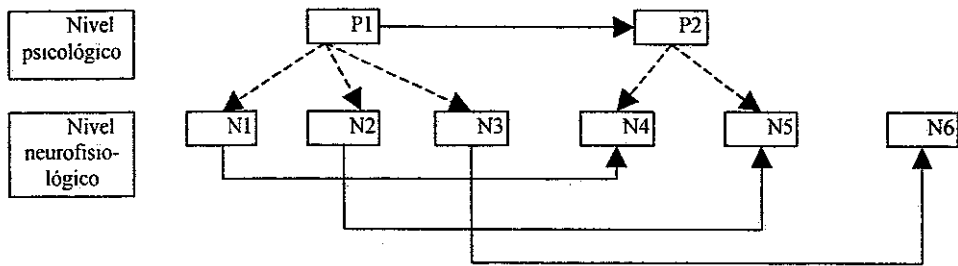


Gráfico 1: Niveles de taxonomización

Los predicados P1 y P2 denotan clases naturales de la psicología. Los predicados N1-N6 denotan clases naturales de la neurofisiología. Las flechas con línea continua representan relaciones nomológicas entre clases naturales. Es una ley que si algo satisface el predicado P1, entonces *ceteris paribus* se satisface el predicado P2 (lo mismo para N1→N4, N2→N5 y N3→N6). Las flechas punteadas representan la relación de *realización* o *implementación*. La función que define a la clase psicológica P1 es de hecho desempeñada por eventos que desde el punto de vista de la neurofisiología pertenecen a tres clases distintas: N1, N2 y N3. Si bien la relación de realización o implementación se define como una relación entre clases, también diremos por extensión que las *leyes* de nivel inferior implementan a las de nivel superior. En un caso como el representado en el gráfico, se suele decir que las leyes N1→N4 y N2→N5 son los *mecanismos que implementan* a la ley P1→P2. Vale la pena aclarar que este gráfico simplifica notoriamente la cuestión al contemplar sólo dos niveles de descripción. Por otro lado, es importante tener en cuenta que si bien por cuestiones de simplicidad expositiva estamos considerando al gráfico como una ilustración de la relación existente entre las clases naturales de la psicología y las de la neurología, un gráfico similar podría ilustrar la relación de *cualquier* ciencia especial con su ciencia básica relativa (*i.e.*: de la biología con la bioquímica, de la bioquímica con la física, etc.).

Hechas estas aclaraciones, el gráfico permite visualizar algunos puntos de especial interés:

- Las clases psicológicas no son coextensivas con ninguna clase neurofisiológica en particular. Eventos de una misma clase psicológica pueden ser taxonomizados en distintas clases neurofisiológicas (*realización múltiple*), pero eventos que pertenecen a la misma clase neurofisiológica nunca son taxonomizados en distintas clases psicológicas (*superveniencia*).
- Por este motivo, la ley psicológica P1→P2 y no es sustituible por ninguna ley de nivel más básico: la satisfacción del antecedente N1 es suficiente pero no necesaria para la

satisfacción de P1. Ninguna ley neurofisiológica nos permite predecir y explicar exactamente los mismos eventos que $P1 \rightarrow P2$.

Fodor (1974) considera que del rechazo de la identidad de tipos trae como consecuencia la insustituibilidad de las leyes psicológicas que hemos señalado en (b) y la imposibilidad de reducir la psicología (o cualquier otra ciencia especial) a la ciencia básica. Esta consecuencia *antirreduccionista* a la que Fodor —como tantos otros— arriba a partir de la realizabilidad múltiple, supone una noción clásica de reducción. Según esta noción clásica de reducción,¹ para reducir una teoría T' a una teoría T, las leyes de T' deben ser deducibles de las leyes de T en conjunción con ciertas “leyes-puente” que establezcan correlaciones *uno a uno* entre las clases naturales de T y las de T' (todo bajo el supuesto de que ambas teorías son verdaderas). Pero como *de hecho* las clases psicológicas están múltiplemente realizadas por las clases de la neurofisiología, no hay este tipo de leyes puente, y por tanto tampoco hay reducción. No obstante, Fodor considera que el no reduccionismo es compatible con lo que él llama “tesis de la generalidad de la física:” todo evento que cae bajo el dominio de alguna ciencia especial, cae también bajo el dominio de la física básica. En este sentido, reconocer la autonomía de las ciencias especiales no implica rechazar el fisicalismo.

3. De la realizabilidad múltiple al reduccionismo. Los argumentos de Kim

En distintos trabajos,² J. Kim se ha ocupado en “desmitificar” a los fisicalismos no reductivistas, entre los cuales se encuentra el funcionalismo. Kim señala que hay una tensión inevitable entre las dos tesis que estas posiciones pretenden conciliar, y que dicha tensión debe ser resuelta en favor del fisicalismo. En el caso particular de su argumentación en contra del funcionalismo, Kim señala que —contrariamente a lo que Fodor y otros han supuesto— el fenómeno de la realizabilidad múltiple no tiene consecuencias antirreduccionistas. Por el contrario, lo que un auténtico fisicalista debería concluir a partir de la realizabilidad múltiple es la reducibilidad *local* de la teoría psicológica. Veamos como procede el argumento:

Una reacción que surge de manera natural con sólo echar una mirada al gráfico 1 es lo que siguiendo a Kim, llamaremos “movida de la disyunción” [*the disjunction move*]: si “P1” designa a una clase natural, entonces el predicado coextensional “ $N1 \vee N2 \vee N3$ ” también lo hace; en definitiva “P1” puede ser considerado sólo como una variante notacional abreviada de “ $N1 \vee N2 \vee N3$ ”. La contrapositiva de esa afirmación es el punto de partida del argumento de Kim:

(a) si tenemos razones para negar que el predicado disyuntivo “ $N1 \vee N2 \vee N3$ ” designa a una clase natural, entonces *esas mismas razones* (cualesquiera sean), deberían también llevarnos a negar que “P1” designa a una clase natural.

Por otro lado, Kim tiene buenas razones para creer que (b) el predicado disyuntivo “ $N1 \vee N2 \vee N3$ ” no puede ser un predicado de clase natural. Y es claro que de (a) y (b) se sigue que (c) el predicado psicológico “P1” no es un predicado de clase natural, lo cual es una consecuencia fatal para la pretensión funcionalista de fundamentar la autonomía de la psicología.

Como se ve, la premisa fundamental en el argumento es (b). Para justificar esa premisa Kim recurre a dos principios: el *principio de individuación causal de clases* (“la ciencia taxonomiza entidades según sus poderes causales: entidades con los mismos poderes causales cuentan como instancias de las mismas clases naturales”) y el *principio de herencia causal* (“si una propiedad mental *M* es realizada en un sistema en *t* en virtud de la base de

realización física P , los poderes causales de *esta instancia de M* son idénticos con los poderes causales de P ")

Es claro que de estos dos principios se sigue (b): las instancias de $N1$, $N2$ y $N3$ no tienen los mismos poderes causales. De lo contrario, el *principio de individuación causal* nos impediría considerar a $N1$, $N2$ y $N3$ como distintas clases neurofisiológicas, y ni siquiera podríamos afirmar que $P1$ está múltiplemente realizada. Ahora bien, el problema con la clase disyuntiva $N1 \vee N2 \vee N3$ es que, en virtud del *principio de herencia causal*, algunas de sus instancias tendrán poderes causales idénticos a los de $N1$, mientras que otras tendrán poderes causales idénticos a los de $N2$ o $N3$. Por tanto, no todas las instancias de $N1 \vee N2 \vee N3$ tienen los mismos poderes causales. Pero entonces $N1 \vee N2 \vee N3$ no es una clase natural genuina (por el *principio de individuación causal*).

Generalizando, lo que la conclusión (c) afirma es que los predicados psicológicos no designan clases naturales, que las leyes psicológicas no son leyes causales genuinas y, en definitiva, que la psicología no es una ciencia autónoma con un dominio propio. Esto no implica, sin embargo, que la psicología sea una pseudo-ciencia en el sentido en que lo es la astrología. Porque aunque las generalizaciones de la psicología no sean nomológicas, son efectivamente implementadas por las leyes de la neurofisiología o ciencias más básicas. En otras palabras, a diferencia de lo que ocurre con la astrología, el éxito explicativo o predictivo de las generalizaciones cuasi-legales de la psicología puede ser completamente explicado por los mecanismos básicos que *en cada caso* las implementan.

Pero si el valor de las generalizaciones psicológicas como instrumento explicativo-predictivo está dado por los mecanismos que en cada caso las implementan, entonces parece adecuado concluir algún tipo de reduccionismo: "si la misma teoría psicológica es verdadera de humanos, reptiles y marcianos, las clases psicológicas postuladas por la teoría deben tener realizaciones en las fisiologías de los humanos, de los marcianos y de los reptiles. Esto implica que la teoría es localmente reducible en tres maneras, para humanos, reptiles y marcianos"³ Este reduccionismo al que Kim nos quiere llevar es de carácter *local*. Bajo el supuesto de que cada clase psicológica tiene una *única* realización en cada especie o sistema físico (supuesto que Kim atribuye a Putnam y a otros funcionalistas),⁴ es posible llevar a cabo reducciones locales mediante leyes-puente *relativas a especies o sistemas físicos* que tendrían la siguiente forma: $S1 \rightarrow (P1 \leftrightarrow N1)$, $S2 \rightarrow (P1 \leftrightarrow N2)$, $S3 \rightarrow (P1 \leftrightarrow N3)$, etc.; donde $S1$, $S2$ y $S3$ son distintas especies o sistemas físicos. Si bien estas leyes-puente no permiten llevar a cabo la reducción *global* del modelo nageliano, sí constituyen, sin embargo, una reducción teórica "*in a full-blown sense*, sólo que limitada a individuos que comparten una cierta estructura físico-biológica."⁵ Y esta posición reduccionista es la que, según Kim, fiscalistas como Putnam y Fodor deberían haber adoptado al descubrir el fenómeno de la realizabilidad múltiple.

4. Evaluación del argumento de Kim

Tal como he adelantado en la introducción, no proporcionaré un contra-argumento acabado. En cambio, señalaré en primer lugar cuáles son las estrategias que el funcionalista podría adoptar, y cuáles son los costos de cada una. En segundo lugar, intentaré mostrar que — independientemente de que encontremos o no razones para rechazarla — la conclusión de Kim es una tesis mucho más destructiva de lo que puede parecer a simple vista, y que el

reduccionismo local que propone a cambio no alcanza para compensar esos efectos destructivos.

En mi opinión, rechazar la premisa (a) —o, equivalentemente, rechazar la *movida de la disyunción*— no es una salida plausible, dado que lo que ella afirma es casi tautológico. dos predicados coextensionales *designan* a la misma clase de objetos.

Por otro lado, rechazar (b) supone rechazar alguno de los dos principios en los que se apoya: el principio de individuación causal de clases o el principio de herencia causal. En mi opinión, la primera opción no está abierta a un funcionalista. Esto se debe a que el funcionalismo es normalmente presentado como la tesis de que los estados mentales se individuán según su rol causal, *i.e.* exactamente lo que afirma el *principio de individuación causal*, aplicado a lo mental. La única alternativa que entonces nos queda abierta es el rechazo del *principio de herencia causal*.

Rechazar el *principio de herencia causal* implicaría admitir la posibilidad de que los poderes causales del evento x que satisface "P1", *no sean idénticos* a los del evento y que en ese caso particular realiza a P1 mediante la satisfacción de "N1". Nótese que esto es especialmente difícil de admitir para un funcionalista que esté comprometido con el fisicalismo de casos: según la tesis de la identidad de casos, x e y son el *mismo evento bajo distintas descripciones*. Por tanto, admitir la posibilidad antes mencionada sería como suponer que los poderes causales de un evento dependen de cómo se lo describa: bajo una descripción psicológica, un evento tendría poderes causales que no tendría bajo descripciones neurofisiológicas. De manera que rechazar el principio de herencia causal, *i.e.* abandonar la idea de que los poderes causales de los estados mentales están *determinados* por los poderes causales de sus realizadores, llevaría al funcionalista a comprometerse con "poderes causales *emergentes*: poderes causales que mágicamente emergen en un nivel superior y de los cuales no hay explicación en términos de las propiedades de nivel inferior."⁶ Aunque Kim esté en lo correcto al suponer que este compromiso con poderes causales emergentes es incompatible con el fisicalismo, me interesa señalar que dicho compromiso no es del todo ajeno al espíritu del funcionalismo. De hecho, creo que la aceptación de poderes causales emergentes (o algo muy parecido a eso) está implícita en Fodor, Pylyshyn y Dennett cuando —sin suponer que por ello estén abandonando el fisicalismo— hablan de "patrones" o "generalizaciones" que sólo pueden ser capturadas usando el vocabulario adecuado. Por este motivo, creo que si la idea de poderes causales emergentes fuera realmente incompatible con el fisicalismo, y si los funcionalistas tuvieran que optar entre el fisicalismo y el no reduccionismo, claramente —y en contra de Kim— se inclinarían por lo segundo.

Pero llegado el caso, ¿valdría la pena abandonar el fisicalismo? ¿Acaso no sería mejor aceptar la conclusión reduccionista de Kim? En lo que resta, señalaré algunas razones que tornan implausible a esta conclusión, aún cuando el precio de no adoptarla sea el abandono del fisicalismo.

En primer lugar, vale la pena considerar cuál es el verdadero alcance del argumento de Kim. si el argumento es sólido, entonces la psicología no es la única ciencia que pierde su autonomía. La misma conclusión vale para toda ciencia especial. Recordemos que para Fodor (1974) la realizabilidad múltiple es la relación existente entre cada ciencia especial y su ciencia básica relativa: entre la psicología y la neurofisiología, entre la neurofisiología y la química, entre la química y la física, etc. Y, consecuentemente, lo que Fodor concluye a partir de la realizabilidad múltiple no es simplemente la autonomía e irreductibilidad de la

psicología en particular, sino de las ciencias especiales *en general*. Es extraño que Kim no explicita este punto, pero su crítica al argumento de Fodor, si es válida, alcanza por igual a la psicología, a la neurofisiología, a la geología, a la economía, etc. Si aceptamos su conclusión con respecto a la psicología, entonces debemos aceptar que *en general*, y con la sola excepción de la física básica, *ninguna* ciencia es autónoma y que todas ellas son localmente reducibles.⁷ Como se ve, el argumento de Kim es más destructivo de lo que puede parecer a simple vista.

Dado que los fundamentos de las ciencias especiales son socavados de manera tan radical, es de esperar que, al menos, el reduccionismo local sea una posición sólida a la que podamos apelar para “explicar” o “justificar” la existencia —aunque provisoria y redundante— de vocabularios distintos al de la física básica. Cabe preguntarnos, entonces, si el reduccionismo local es una posición reduccionista con un contenido sustantivo propio, que vaya más allá de lo que afirma el mero fiscalismo de casos. Si no lo es, no nos resultará de mucha ayuda en esa tarea.

Los ejemplos con los que Putnam ilustra la realizabilidad múltiple sugieren que, dentro de una misma especie, o al menos dentro de una misma población (por ejemplo, “humanos adultos sanos”), un estado mental P1 está generalmente realizado por un *único* estado neurofisiológico (y de ahí que, para ejemplificar el fenómeno, sea necesario recurrir a moluscos, marcianos y computadoras). Si este fuera el caso, el reduccionismo local —relativo a especies o poblaciones— todavía sería una tesis sustantiva e interesante: al fin y al cabo, nos diría nada menos que la psicología *humana* es reducible a la neurofisiología *humana*. Pero, no obstante, sería una tesis interesante *sólo a expensas del interés que pueda generar la afirmación de que P1 es un estado múltiplemente realizado*. una realizabilidad múltiple tan prolija y acotada como esa resulta irrelevante, a menos que uno esté especialmente interesado en la psicología de los moluscos o los marcianos.

A diferencia de lo que ocurre en los ejemplos *à la Putnam*, en los casos en los que la realizabilidad múltiple es un fenómeno interesante, los realizadores de un estado mental P1 varían intraespecíficamente de un individuo a otro, e incluso en un mismo individuo. Esto hace a que el conjunto de los realizadores de P1 sea muy numeroso (o, en términos de Fodor, “*wildly disjunctive*”) Kim mismo reconoce esta posibilidad, pero considera que “no modifica en absoluto la situación metafísica.” Aún cuando las reducciones no sean relativas a especies ni a poblaciones, sino a estructuras individuadas mucho más finamente que pueden incluso confundirse con individuos; aún en esos casos, “seguiría siendo cierto que la psicología de cada uno de nosotros está determinada por y es *localmente* reducible a su neurofisiología.”⁸ Ahora bien ¿es esta una posición que merece ser llamada *reduccionista*? Podemos llamarla así, pero vale la pena notar que no implica un incremento en la simplicidad o economía conceptual que típicamente se espera de una reducción. En la medida en que el reduccionismo se vuelve *extremadamente* local, al punto de ser indistinguible del fiscalismo de casos, se torna una posición poco confortable para cualquiera que quiera explicar la existencia misma (no ya la autonomía) de las ciencias especiales.

En resumen, la conclusión a la que nos lleva el argumento de Kim es profundamente problemática por dos motivos: en primer lugar porque no afecta sólo a la psicología sino que se extiende a todas las disciplinas científicas que se encuentran por sobre la física básica. En segundo lugar, porque el reduccionismo que se propone a cambio es *demasiado* local, mucho más que lo sugerido por los ejemplos de Kim. Por tanto, la conclusión del ar-

gumento puede ser tomada como base de una reducción al absurdo del mismo, por más costosa que ésta resulte.

Notas

¹ Cf. Nagel (1974) cap. 11

² Kim (1989), (1992).

³ Kim (1992), p. 328.

⁴ Kim (1989), p. 273

⁵ Kim (1989), p. 274.

⁶ Kim (1992), p. 326.

⁷ De esta manera, no se satisface lo que G Rey (1997), p. 27, llama "máxima de imparcialidad en filosofía de la mente: no le endilgues a la mente los problemas de todos los demás. Siempre preguntate si el problema es peculiar de la mente, o si puede suscitarse igualmente en áreas menos problemáticas. Si esto último es posible, resuélvelo primero en esas áreas, y sólo después ocúpate de lo mental "

⁸ Kim (1992), pp. 329-330.

Bibliografía citada

Fodor, J.A. (1974) "Special Sciences, or the Disunity of Science as a Working Hypothesis". *Synthese* 28, 97-115.

Kim, J. (1989). "The myth of non-reductive materialism". *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* 63 (3), 31-47. Reimpreso en Kim (1993), *Supervenience and Mind*, Cambridge University Press. Referencias a esta edición.

Kim, J. (1992). "Multiple realization and the metaphysics of reduction". *Philosophy and Phenomenological Research* 52, 1-26.

Nagel, E. (1974). *La Estructura de la Ciencia*, Paidós, Buenos Aires.

Putnam, H. (1967). "The nature of mental states". En *Philosophical Papers*, vol. 2, Cambridge (Mass.): Cambridge University Press.

Pylyshyn, Z. (1984). *Computation and Cognition. Toward a Foundation for Cognitive Science*. Cambridge (Mass.): MIT Press.

Rey, G. (1997). *Contemporary Philosophy of Mind*. Cambridge (Mass.): Blackwell.