
LA UNIFICACIÓN DE LA FÍSICA
DE MAXWELL Y SU IDEA DE
“FERTILIZACIÓN MUTUA
DE LAS CIENCIAS” COMO *DESIDERATA*
METODOLÓGICOS NO
REDUCCIONISTAS PARA
LA CIENCIA SOCIAL

JORDI MUNDÓ

ABSTRACT. Maxwell's contribution to unification of electricity, magnetism and optics completely changed nineteenth-century physics, and its recategorization set the bases for the twentieth-century physics revolution. Modern social science is a fragmented field, characterized both by a poor integration between the concepts of economics, sociology, anthropology, psychology and history, and for a striking isolation from natural science. This article will explore the importance of incorporating to social science the methodological criteria of Maxwell's own conception in favor of a non-reductionist wide-ranging causal and conceptual integration between social science and natural science.

KEY WORDS. Unification, cross-fertilization of sciences, methodological Maxwellism, conceptual integration, philosophy of the social sciences, analogy, heuristics, scientific metaphor.

INTRODUCCIÓN¹

James Clerk Maxwell reemplazó el universo newtoniano de objetos tangibles que interactuaban a distancia por otro universo de campos que se extendían por el espacio y que sólo interactuaban localmente con objetos tangibles. Aunque Maxwell presentara su nueva concepción de la realidad física mediante una representación subyacente propia de los modelos mecánicos, y por eso mismo resultara de difícil comprensión para sus coetáneos, su aportación a la unificación de la óptica, la electricidad y el magnetismo revolucionó por completo la física. De hecho, la teoría de Maxwell se transformó en simple e inteligible cuando dejó de ser percibida en términos de modelos mecánicos y se empezó a comprender como si la

Filosofía y Metodología de las Ciencias Sociales. Departamento de Teoría Sociológica, Filosofía del Derecho y Metodología de las Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, España. jordimundo@ub.edu

realidad se articulara principalmente en términos de campos electromagnéticos y secundariamente como fuerzas mecánicas.

De este modo, la siguiente generación de físicos creció en el contexto científico de las ecuaciones de Maxwell y la preminencia de los campos de fuerza era algo tan natural para Einstein como en su momento lo había sido la primacía de las estructuras mecánicas para Maxwell. Ni qué decir tiene que hoy damos por supuesto que los campos eléctrico y magnético constituyen abstracciones no reducibles a modelos mecánicos. Pero para llegar a esto fue necesario que el cambio conceptual tuviera un desarrollo subsiguiente al de Maxwell. Sesenta años después de la publicación de la teoría de Maxwell, Schrödinger, Heisenberg y Dirac alumbraron la mecánica cuántica. Acaso hoy pueda resultar sorprendente que semejante teoría tuviera una aceptación mucho más rápida que la de Maxwell en su tiempo, lo cual no conlleva necesariamente que fuera mejor comprendida. Así pues, el primer aspecto que se pretende destacar aquí es el papel fundamental que jugó la recategorización de Maxwell para crear las condiciones para el desarrollo de la física del siglo XX.

El intento de transponer esta concepción metodológica de la física a otras ciencias tradicionalmente fragmentarias merece nuestra atención. En este sentido, el segundo aspecto que se examinará en el presente trabajo serán los intentos de aplicar cierta versión isomórfica de la metodología maxwelliana a las ciencias sociales, que revelan una interesante actitud epistémica. Economistas como Jevons, Walras y el estadístico Fisher emplearon implícitamente el método maxwelliano de la analogía; Jan Tinbergen adoptó explícitamente el método de Maxwell, y Georg Rasch presentó su modelo de una métrica psicológica en términos de una analogía a partir del estudio que Maxwell realizara de la segunda ley de Newton. Con todo, aun cuando los resultados de todos estos intentos son muy instructivos, sólo han logrado incorporar de un modo muy indiciario el legado meta-teórico de Maxwell.

El tercer y último aspecto que se pretende examinar en el presente trabajo tiene que ver precisamente con algo que va más allá de una mera recreación de las estrategias representacionales de Maxwell para otras ciencias (incluida la ciencia social), y se refiere a dimensiones metodológicas fundamentales (no independientes entre sí) del trabajo de Maxwell de las que puede aprenderse mucho. Globalmente, esto tiene que ver con la necesidad de una adecuada recategorización conceptual y teórica, consistente con el mundo empírico, sin la cual no es posible siquiera plantearse el problema de tratar de mitigar, reducir o cubrir el hiato hoy existente entre las propias ciencias sociales, y entre éstas y las ciencias naturales. Más en concreto, se refiere a la necesidad de que la ciencia social se abra a las aportaciones de otras disciplinas adyacentes, para así crear las condiciones de lo que Maxwell llamó "la fertilización mutua de las ciencias". Los

recientes desarrollos en las ciencias de la cognición, la biología evolutiva, la paleontología, la lingüística o la simulación computacional, por citar sólo algunos campos, deberían permitir crear el contexto científico propicio para un proyecto de integración causal no reduccionista entre la ciencia social y la ciencia toda.

LA FRAGMENTACIÓN DE LA CIENCIA SOCIAL
EN EL ESPEJO DE OTRAS CIENCIAS

El desarrollo de la ciencia en los siglos XIX y XX se ha caracterizado por una creciente conexión entre disciplinas. Campos como los de la astronomía, la química, la física, la geología y la biología han ido perfeccionando una combinación robusta de coherencia lógica, descripción causal y capacidad explicativa a las que a menudo también acompaña una relevante capacidad de contrastación empírica. El avance en cada uno de estos campos ha ido mucho más allá de su progreso individual. Lo que en general ha ocurrido es que el extraordinario florecimiento de estas disciplinas ha sido posible en gran parte porque ha habido una creciente integración entre ellas, lo que ha conformado un caudal de conocimiento interconectado que a menudo pasa inadvertido por la lógica fragmentaria de la división institucional del trabajo intelectual. Este proceso acelerado de interconexión entre los conceptos y resultados de las distintas ciencias también se ha producido en el interior de cada una de ellas. De algún modo, este proceso puede entenderse como la continuación de una senda de unificación conceptual iniciada en el Renacimiento. Apreciamos a Galileo y a Newton, entre otras cosas, porque su teorización consiguió unir los campos antes separados de la mecánica terrestre y celeste. Asimismo, comprendemos mejor la realidad desde que, en 1859, Darwin publicara *On the Origin of Species*, en tanto que ofreció un camino teórico para conectar la historia de la vida y la filogénesis humana con la emergente escala temporal geológica, unificando así el tiempo biológico. A la obra de Darwin le siguieron grandes aportaciones como la de Lyell, con *The Geological Evidences of the Antiquity of Man* (1863), que supone un hito en la historia de la ciencia, puesto que acabó con la distinción entre los procesos creativos que operaban en el presente y los procesos geológicos de largo alcance, y la Lubbock, *Pre-Historic Times* (1865). Estos tres textos revolucionaron la concepción de la historicidad humana y la ciencia contemporánea es profundamente deudora de sus hallazgos. No menos importante fue la aportación decimonónica de James Clerk Maxwell, a quien hoy aún admiramos por su descubrimiento de los elegantes principios que unificaron en un solo sistema los fenómenos físicos hasta entonces entendidos como separados de la electricidad, el magnetismo y la luz.

Ahora bien, este proceso de creciente interconexión interdisciplinar no está exento de problemas epistemológicos y ontológicos, ni todas las disciplinas científicas han discurrido por el mismo camino. El ejemplo más ilustrativo de esto último lo encontramos en la ciencia social, en dos sentidos. Por un lado, el grueso de la ciencia social contemporánea institucionalizada no está sistemáticamente conectado con otras ciencias llamadas naturales. Por otro, en el último siglo ha ido cristalizando una división entre los fines, conceptos y prácticas de disciplinas como la economía, la sociología y la antropología. La consecuencia de ambos procesos ha sido que disciplinas como la biología evolutiva, la psicología, la psiquiatría, la antropología, la historia, la sociología y la economía, por citar sólo algunas, viven hoy fundamentalmente aisladas unas de las otras. A diferencia de lo que ocurre en las ciencias naturales, el aprendizaje en cada uno de estos campos habitualmente no conlleva una comprensión de los fundamentos de los demás. Es común observar en el conjunto de la ciencia social explicaciones fragmentarias y causalmente aisladas. Como sostiene Ian Shapiro, esto ha conducido a que:

(...) En una disciplina tras otra, el alejamiento de la realidad haya sido tan completo que los académicos hayan llegado a perder de vista cuál es propiamente su objeto de estudio. Esto vale tanto para las ciencias sociales de corte cuantitativo como para las que tienen una orientación más formal que pretende engranar con una explicación causal. Afecta a la economía, que se ha modelado a sí misma como la física (o hasta cierto punto como una versión estilizada de lo que a menudo se considera que constituye la física). Pero también es aplicable a los intentos de corte más interpretativo que en forma de modas sucesivas han ido influyendo a las humanidades (muy señaladamente por el giro lingüístico en filosofía y los desarrollos en la hermenéutica literaria). Quienes ejercen en estos campos a menudo se sienten más comprometidos con la interpretación que con la explicación, perpetuando así una falsa dicotomía ².

A buen seguro no existe una sola causa para este alejamiento de la realidad de las ciencias sociales. Pero parece que no es irrelevante considerar que entre los motivos más serios para sostener el problemático engranaje de la ciencia social con el mundo destacan su separatismo metodológico (la idea de que cada ciencia requiere de una metodología adecuada a su objeto) y su aislacionismo causal (según el cual puede explicarse la realidad social sin acudir a conexiones con otras disciplinas externas).

Si aceptamos el supuesto de que la ciencia social es una disciplina intrínsecamente histórica, ¿cabe adoptar estrategias metodológicas que tengan elementos comunes a otras ciencias no sociales? En caso de adoptar perspectivas no aislacionistas causales, ¿podría caer la ciencia social en un reduccionismo esterilizante y, por eso mismo, epistémicamente indeseable?

LA METODOLOGÍA UNIFICADORA DE MAXWELL EN FÍSICA

Por todo ello resulta de gran interés recuperar la aportación metodológica y metateórica de un autor tan alejado de la ciencia social como James Clerk Maxwell. Como va dicho, Maxwell merece atención por su capacidad para unificar las explicaciones físicas de las disciplinas hasta entonces desconectadas de la electricidad, el magnetismo y la luz. Su trabajo sirvió de base para muchas de las teorías que hoy consideramos fundamentales en física. Cabe recordar que en 1905, cuando Einstein resolvió el problema de la electrodinámica de los cuerpos en movimiento mediante su teoría especial de la relatividad, la cual no “asigna un vector de velocidad a un punto en el espacio vacío en el que ocurren los procesos electromagnéticos”³, al demostrar que no era necesario incorporar la energía del campo electromagnético en un sistema material, sostuvo que había que atribuir a Maxwell la mayor parte del mérito de esta nueva idea sobre la realidad física⁴.

Maxwell llegó a semejante unificación a través de su modelo mecánico al sugerir “que los medios lumínico y electromagnético eran uno solo”⁵. Estaba convencido de que existía una conexión cierta entre la óptica y el electromagnetismo; de que había un principio fundamental oculto en el caos de los fenómenos observables. Para él, esta unificación era esencial para la propia noción de explicación física: “Cuando cualquier fenómeno físico puede describirse como un ejemplo de un principio general que es aplicable a otros fenómenos, decimos que ese fenómeno ha sido explicado”⁶. La herramienta básica que utilizó Maxwell para el desvelamiento de este tipo de principios subyacentes fue la “analogía”.

Por “analogía” quería significar “que existe similitud parcial entre las leyes de una ciencia y las de otra que hacen que ambas se ilustren mutuamente”⁷. Una analogía física afirmaba la existencia de una similitud de relaciones subyacentes entre dos fenómenos o conjuntos de leyes aparentemente diferentes. Para Maxwell, las analogías constituían una forma eficaz de abordar los problemas científicos. Funcionaban como una “vía media” entre las hipótesis no justificadas y las teorías matemáticas abstractas⁸. Permitían que alguien pudiera describir algo extraño o complejo (como el electromagnetismo) en términos de algo más familiar o simple (como las “*idle wheels*”) sin tener que proponer entidades completamente especulativas o descartar el razonamiento físico⁹. Al capturar intuitivamente algo que la psicología cognitiva contemporánea ha estudiado muy a fondo, Maxwell reconocía que los humanos parecían tener una predisposición a sentir la necesidad de hallar regularidades y leyes fundamentales, con independencia de si éstas existen: “la mente humana no puede sentirse satisfecha con disponer de los meros *fenómenos* que contempla, sino que está orientada a buscar los principios incorporados en los fenómenos”¹⁰.

Maxwell era tan consciente de los posibles sesgos de la cognición humana que se tomó en serio la posibilidad de que las leyes unificadas no

fueran más que una proyección de nuestra mente hacia el mundo externo, no una propiedad intrínseca del mundo físico. Se preguntaba: “¿Deberíamos concluir que estos diversos departamentos de la naturaleza en los que existen leyes análogas tienen una interdependencia real o más bien considerar su relación meramente aparente y producto de las condiciones necesarias del entendimiento humano ¹¹?” Para ilustrar convenientemente este problema, Maxwell recurre a dos metáforas sobre la forma en que pueden darse las leyes de la naturaleza:

Quizá el “libro”, como podría llamársele, de la naturaleza está paginado de forma regular; de ser así, las partes introductorias explicarían las siguientes, y los métodos enseñados en los primeros capítulos se darían por sabidos y se utilizarían como ilustración en las partes más avanzadas del curso; pero si no se tratara de un “libro” sino de una *revista*, nada sería tan descabellado como suponer que una parte pudiera arrojar luz sobre otra ¹².

En caso de que la naturaleza fuera efectivamente un libro, sólo cabría un argumento. De ser así, entonces en la ciencia física la electricidad podría ayudar a comprender el magnetismo porque ambos formarían parte del mismo “documento”. Pero si la naturaleza fuera una revista, en la que hubiera artículos escritos por diversos autores, resultaría difícil suponer una unidad. Podría darse el caso de que no hubiera relación entre ellos, o de que un artículo contribuyera a la comprensión de otro. En este caso, cabría dudar que la electricidad contribuyera a comprender el magnetismo. Lo interesante del caso es que no está claro por qué los científicos deberían inclinarse por una metáfora o por otra. Por eso son tan importantes las analogías (generalmente mecánicas). Maxwell consideraba que estas analogías resultarían lo suficientemente precisas e inteligibles como para guiar la investigación, al permitir que la mente “alcance en cada paso una concepción física clara (...) de modo que ni se aparte del asunto por mor de la búsqueda de sutilezas analíticas ni tampoco se vaya más allá de la verdad por querer ajustarse a la hipótesis preferida ¹³”. Se trata de un método que busca evitar el prejuicio de las hipótesis de partida a través del intento de hallar “similitudes entre las leyes de una ciencia y las de otra que permitan que se ilustren mutuamente ¹⁴”.

A su vez, la analogía tiene un papel heurístico ¹⁵. Se utiliza como medio para aplicar técnicas concretas a una gran variedad de fenómenos y, en vez de proporcionar una interpretación literal del posible estado de cosas, aporta las pautas para la elaboración y desarrollo de teorías, así como sugerencias sobre posibles vías de contrastación experimental:

Al referirlo todo a la idea puramente geométrica del movimiento de un fluido imaginario, pretendo conseguir mayor generalidad y precisión, y evitar los peligros de una teoría prematura acerca de la causa del fenómeno. Si los

resultados de la mera especulación que he recogido pueden servir a los filósofos experimentales para que ordenen e interpreten sus resultados, entonces habrán servido a su propósito, y una teoría madura, en la que los hechos físicos se explicarán físicamente, estará formada por aquellos que, interrogando a la propia naturaleza, puedan obtener la única solución verdadera a las preguntas que sugiere la teoría matemática ¹⁶.

Maxwell realiza un uso muy fructífero de las metáforas como recurso epistemológico. De nuevo, no es que para Maxwell las metáforas tuvieran valor por sí mismas, sino que le resultaban interesantes en punto a su contribución a una mayor inteligibilidad del mundo físico y su relación con la modelización y la unificación. Maxwell habla de “un método de la metáfora científica”, y en su obra le sirve fundamentalmente —aunque no únicamente— para ilustrar, mediante dos grandes tipos de ilustraciones: los modelos experimentales y los modelos imaginarios. En cada contexto experimental se da una heurística que constriñe y guía el método de ilustración: el ‘método de analogía física’, la *via media*, entre los símbolos vacíos y las hipótesis injustificadas, que Maxwell presentó en su ensayo “On Faraday’s lines of force ¹⁷” (1955). Sostiene que el método de ilustración asocia ideas y virtudes cognitivas de un lenguaje —“el más familiar”, o ilustrativo— en términos de otro —“con el que estamos menos familiarizados” o ilustrados ¹⁸. Es muy significativo que Maxwell califique esta correspondencia ilustrativa como una “figura de discurso” así como una “figura de pensamiento ¹⁹”. Maxwell se muestra muy prudente a la hora de trascender la capacidad heurística de las analogías y las metáforas, y llega a sostener que dos fenómenos, o incluso dos disciplinas, pueden parecer tan consistentes que puedan unificarse:

A partir de aquí, la operación de fusionar dos ciencias en una sola implica una crítica muy severa de los métodos establecidos y la explosión de muchos fragmentos de conocimiento imaginario que hasta entonces había gozado de reputación científica ²⁰.

La “fusión”, pues, es metodológicamente muy fértil por cuanto saca a la luz las inconsistencias, contradicciones y debilidades del conocimiento aceptado. Maxwell sintetiza su idea basada en un permanente careo e intercambio entre las distintas disciplinas en la feliz metáfora de la “fertilización mutua de las ciencias”:

En una universidad estamos particularmente comprometidos en reconocer no sólo la unidad misma de la ciencia, sino la comunión de todos los que realizamos actividades científicas. Somos lo suficientemente aptos como para comprender cabalmente que nos hemos congregado aquí simplemente porque nuestro papel consiste en realizar aportaciones para que estén disponibles para

los distintos medios dedicados al estudio, como los museos y los laboratorios, las bibliotecas y los profesores universitarios, de modo que cada uno de nosotros puede dedicarse a estudiar lo que sea de su preferencia. Parto del supuesto de que cuando los enjambres de abejas se reúnen alrededor de las flores lo hacen por mor de la miel que van a producir, sin pensar que es el polvo que ellas trasladarán de flor en flor el que hará posible el surgimiento de una diversidad más espléndida de flores, y que a su vez [hará posible] una multitud aún más ocupada de abejas en los años venideros. Por eso, no hay nada mejor que nosotros podamos hacer que tratar de fomentar y promover la fertilización mutua de las ciencias²¹.

En resumen, en Maxwell hallamos una triple dimensión metodológica: (1) integración causal entre campos separados de la ciencia que desemboca en procesos sucesivos de unificación; (2) para la cristalización de estas conexiones causales es precisa una “fertilización mutua de las ciencias”, la cual (3) se concreta en el recurso permanente a analogías y metáforas que permitan la profundización en el análisis de problemas existentes y el descubrimiento de otros nuevos o más complejos, con su correspondiente potencial heurístico.

¿En qué sentido relevante la unificación de la física de Maxwell y su idea de fertilización mutua de las ciencias pueden entenderse como *desiderata* metodológicos de la ciencia social? En lo que sigue, se mostrarán dos respuestas distintas a esta pregunta. En la primera, se examinará el interés y la pertinencia de aplicar la metodología de Maxwell en un sentido isomórfico para la ciencia social, así como las limitaciones de esta versión del maxwellismo metodológico. En la segunda, se mostrará el valor heurístico de la metodología de Maxwell, en particular su potencial para eliminar las inconsistencias en las explicaciones de la ciencia social mediante el recurso a la integración causal y conceptual no reduccionista entre, por un lado, la ciencia social y las ciencias naturales adyacentes y, por otro, entre las distintas ciencias sociales.

MAXWELLISMO METODOLÓGICO EN LA CIENCIA SOCIAL

Tenemos indicios muy razonables que permiten afirmar que Maxwell estuvo muy influido por las ideas de la estadística social que encontró en la lectura libros como el de Henry Thomas Buckle, *History of Civilization in England* (1857-1861). Buckle, en su concepción determinista de la historia, aplicaba el principio de Quételet de la regularidad estadística (la estabilidad de la media). Parece que estos razonamientos hicieron que Maxwell fuera muy receptivo a las aportaciones estadísticas pioneras de Clausius, que él trató de mejorar²². Ahora bien, el objeto del presente trabajo no radica tanto en revisar cómo Maxwell se interesó por la estadística a través

de la incipiente ciencia social, sino en cómo ésta tomó los trabajos de Maxwell como punto de partida metodológico para su desarrollo teórico.

En este último sentido, una forma más general de analizar la herencia maxwelliana es a través del contexto del llamado “modelo estándar” en física, el que, siguiendo la estela de los exitosos estudios sobre la gravitación y las leyes del movimiento de Newton, constituía un modelo de referencia epistemológica para cualquier otro ámbito de investigación que se pretendiera científico²³. Esta versión primitiva del modelo estándar contribuyó a forjar las bases de analogías para la expresión matemática de fenómenos previamente estudiados de forma cualitativa, como cohesión, afinidad, calor, luz, electricidad y magnetismo²⁴. Con relación a estos “seis imponderables” los científicos de la época estaban muy influidos en su práctica experimental por la idea de que una comprensión satisfactoria de dichas fuerzas fundamentales se obtendría sólo cuando éstas pudieran tratarse matemáticamente de forma análoga, por ejemplo, con las relaciones de fuerza, masa y aceleración en la segunda ley del movimiento de Newton.

Maxwell es particularmente conocido por su utilización de una versión formalizada de esta analogía tanto en sus conferencias y textos, como en el diseño de experimentos²⁵. Su teoría electromagnética, a su vez, se convirtió, en palabras del físico Freeman Dyson, en “el prototipo para los grandes éxitos de la física del siglo XX (...) y para la teoría unificada de campos y partículas que se conoce como el modelo estándar de la física de partículas²⁶”. Visto desde el punto de vista de las ciencias sociales, ¿en qué sentido podría resultar valiosa la estrategia metodológica de Maxwell? ¿Valdría también como “prototipo”? Varios economistas, como William Stanley Jevons y Léon Walras, y también el estadístico Fisher, emplearon implícitamente el método de la analogía procedente del modelo estándar²⁷.

El ideal de un modelo matemático que incorporara la clase de relaciones halladas en la segunda ley de Newton guió una buena parte de la ciencia del siglo XIX, e historiadores de la economía y la econometría han documentado otras líneas de extensión del modelo estándar²⁸. Por ejemplo, en el primer esfuerzo de Walras por formular una expresión matemática de las relaciones económicas, trató de aplicar un modelo newtoniano a las relaciones de mercado, en el que sostuvo que “el precio de las cosas es inversamente proporcional a la cantidad ofrecida y directamente proporcional a la cantidad demandada²⁹”. De forma similar, Jevons examinó la rama de la física que estudia la energía y sus transformaciones con Michael Faraday, en la década de 1850. Pareto también se formó como ingeniero; realizó “una extrapolación directa de la independencia respecto a la trayectoria de los estados de equilibrio de la energía en la mecánica y la termodinámica racionales [a] la independencia respecto a la trayectoria de la realización de la utilidad³⁰”. El concepto de modelos de equilibrio en

econometría arranca de este trabajo, y fue elaborado en las analogías que estableció Jan Tinbergen entre los fenómenos económicos y el comportamiento pendular, siguiendo el método de Maxwell³¹. Jan Tinbergen, el reputado economista y estadígrafo de los ciclos económicos, adoptó el método de Maxwell como consecuencia de los estudios realizados con los físicos Paul Ehrenfest y Ludwig Boltzmann.

Entre los autores que ejercieron el maxwellismo metodológico (y, más en general, la traslación del modelo estándar decimonónico de la física a la ciencia social) resulta llamativo el caso de Georg Rasch. Este autor presentó la medición psicológica en términos de una analogía a partir del estudio realizado por Maxwell de la segunda ley de Newton³². La existencia de modelos matemáticos, y de resultados, en las ciencias sociales que son estructuralmente idénticos (esto es, isomórficos) a los de las ciencias naturales sugiere que pudiera existir una base para una reorientación fundamental y una repriorización de los métodos utilizados en la investigación psicológica, y en la de cualquier área en la que las explicaciones de carácter ordinal, índices o ránquines tengan el formato de observaciones que deben ser evaluadas y transformadas en medidas linealmente invariantes. Rasch estudió en Oslo con el matemático, estadístico y economista Ragnar Frisch y en Londres con el matemático, estadístico y biólogo evolutivo Ronald Fisher y posteriormente tuvo conocimiento de la utilización por parte de Tinbergen del método de la analogía de Maxwell. En su conocido libro, tras desarrollar el asunto bajo los epígrafes titulados "Maxwell's analysis of the concepts of mass and force", "The 'multiplicative law of accelerations'" y "Units of mass and force", Rasch recurre a la analogía maxwelliana en la presentación de su modelo de medición del siguiente modo:

El minucioso y detallado análisis de Maxwell, del que aquí se realiza un resumen de todo punto incompleto, me ha fascinado, pues me ha permitido caer en la cuenta de que este tipo de argumento debe ser aplicable en cualquier otra parte, muy señaladamente en lo que atañe a los problemas de medición en psicología³³.

Más en general, lo que Rasch ofrece en su modelo consiste en una aplicación del método de la analogía de Maxwell cuya etiología está del modelo estándar. Como ha señalado agudamente Fisher:

Maxwell separó la estructura de la ley científica de los detalles específicos de una analogía directa con una ley particular. Entonces, Rasch adaptó las propiedades de invariancia asociados con la suficiencia estadística en un contexto probabilístico a las demandas de la estructura tripartita del modelo estándar. Del mismo modo que Maxwell tomó las propiedades de un fluido en condiciones de ausencia de fricción sujeto a variaciones en la presión, el volumen y la

temperatura como modelo para la electricidad [los investigadores] Burdick, Stone y Stenner³⁴ muestran un ejemplo que relaciona la llamada “ley de lectura de Rasch” con la “ley combinada de los gases”. Así como Rasch llegó a elaborar una teoría capaz de demostrar el control predictivo sobre los parámetros del modelo, se muestra que también en la ley de lectura de Rasch se conforma con las expectativas formuladas sobre la base de una manipulación substantiva de las variables que afectan a la complejidad del texto, a la capacidad lectora y a las tasas de comprensión³⁵.

Como se ha tratado de mostrar, ha habido intentos serios de aplicación de la metodología maxwelliana a la ciencia social. En este último caso de Rasch, parecería que la apropiación de método de Maxwell habría permitido obtener resultados parsimoniosos y elegantes. Esto no es todo. Si es interesante esta aproximación al trabajo de Maxwell, parece que la ciencia social en general podría sacar provecho incorporando sus concepciones metodológicas (y, hasta cierto punto, metacientíficas) al quehacer de la ciencia social sin que ello tenga que consistir necesariamente en transponer isomórficamente los métodos del modelo estándar de la física. La aplicación de este maxwellismo metodológico incluso pudiera resultar de todo punto indeseable para captar la complejidad de propiedades relevantes del mundo social y simbólico³⁶.

FRAGMENTACIÓN Y AISLACIONISMO CAUSAL EN LA CIENCIA SOCIAL

Sosteníamos antes que cabe suponer que no existe una sola causa para explicar la dificultad de la ciencia social para dar cuenta de forma robusta de la realidad. Además, parece que esto puede estar relacionado de un modo no trivial con su aceptación del separatismo metodológico y el desarrollo causalmente encapsulado de algunas de sus teorizaciones. Todo esto se manifiesta de formas muy diversas. Dentro de la ciencia social existe toda una tradición que sostiene que los fenómenos sociales constituyen un sistema autónomo y que pueden explicarse sólo mediante otros fenómenos sociales. La sociología de Durkheim así lo sostiene. Quizá no haya en la literatura científico-social ejemplo mejor de lo que significa una concepción sociológica de una psicología vacía que sólo incorpora la “capacidad” para la socialidad —minimizando hasta la eliminación el papel de la biología y la cognición humanas— que este famoso pasaje de Durkheim:

Pero se engañaría quien de lo que antecede quisiera sacar la conclusión de que, en nuestra opinión, la sociología debe, y hasta puede, hacer abstracción del hombre y sus facultades. Es por el contrario evidente que los caracteres generales de la naturaleza humana entran en el trabajo de elaboración de donde resulta la vida social. Únicamente, que no son ellos quienes la suscitan, ni

quienes le dan una forma especial: únicamente la hacen posible. Las representaciones, las emociones, las tendencias colectivas, no tienen por causas generatrices determinados estados de la conciencia de los particulares, sino las condiciones en que se encuentra el cuerpo social en su conjunto. Claro está que no pueden realizarse si las naturalezas individuales les son refractarias, pero éstas no son más que la materia indeterminada que el factor social determina y transforma. Su contribución consiste exclusivamente en estados muy generales, en predisposiciones vagas y, por consiguiente, plásticas, que por sí mismas no podrían tomar aquellas formas definidas y complejas que caracterizan los fenómenos sociales, si no intervinieran otros agentes ³⁷.

Este hiato radical entre los fenómenos sociales y el resto de la ciencia ha tenido graves consecuencias para el desarrollo de la ciencia social de matriz europea. Por su parte, los fundadores de la antropología estadounidense, desde Kroeber y Boas hasta Murdoch y Lowie coincidían plenamente en esta concepción. Para R. H. Lowie, “los principios de la psicología no pueden dar cuenta de los fenómenos de la cultura en el mismo sentido que la gravitación no puede explicar los estilos arquitectónicos” y “la cultura es algo *sui generis* que sólo puede explicarse en sus propios términos (...) ‘*Omnia cultura ex cultura*’ ³⁸”. P. Murdoch, en un ensayo que tuvo una notable influencia en la primera mitad del siglo XX, abundó en esa idea de que la cultura es “independiente de las leyes de la biología y la psicología” ³⁹. Desde esta perspectiva, cualquier intento de conectar la ciencia social con el resto de ciencias se entiende como una versión inaceptable de reduccionismo.

Resulta paradójico que mientras el resto de la ciencia ha estado inmersa en un proceso acelerado de descubrimientos y hallazgos que han sido incorporados por distintas disciplinas, la ciencia social en su conjunto ha practicado el aislacionismo causal. Un aspecto que merecería un desarrollo singular es el de las teorizaciones sociales —en particular las del núcleo dominante de la teoría económica— fundadas en la teoría de la elección racional, que han colapsado por basarse en principios psicológicos empíricamente cuestionables o falsos que no han hecho más que abundar en el aislacionismo causal de la ciencia social. Durante décadas, las categorías mentales de “deseos” (o “preferencias”) y “creencias” como causas de la acción social racional humana muy a menudo se han desarrollado en un marco teórico encapsulado, que evita cualquier conexión relevante con los resultados de las ciencias cognitivas o la biología evolutiva que permitieran contrastar la fiabilidad y verosimilitud de tan importantes supuestos. A pesar de ello, gran parte del asombroso edificio de la ciencia económica se basa en la certeza de esas nociones psicológicas ⁴⁰.

En el ámbito central de la investigación antropológica se ha desestimado por sistema la conexión con otras ramas de conocimiento bajo el cargo de inaceptable reduccionismo. Autores tan celebrados como Clifford Geertz

han defendido el abandono de cualquier tentativa de análisis causal de su disciplina y han abogado por tratar los fenómenos sociales más bien como “textos” que deben ser interpretados:

Debemos realizar el tránsito del intento de explicar los fenómenos sociales mediante la actividad de tejer grandes texturas de causas y efectos a un intento de explicarlos a través de la tarea de situarlos en marcos locales de conciencia ⁴¹.

En sintonía con esta concepción, Edmund Leach rechaza de plano la explicación científica integrada como una empresa propia de la antropología:

La antropología social no es, ni tiene que pretender ser, una “ciencia” en el sentido de la ciencia natural. Si acaso podemos decir que es una forma de arte (...). Los antropólogos sociales no deben verse a sí mismos como buscadores de la verdad objetiva ⁴².

Se trata de una resistencia a concebir la tarea de la ciencia social como un proceso que requiere la producción de conocimiento válido mediante la contrastación con los hallazgos de las distintas disciplinas y el sometimiento a la revisión crítica sobre la base de la prueba empírica (cuando sea posible), así como del filtro de las incoherencias y de las inconsistencias lógicas. Parece claro que desde una perspectiva científica rigurosa resulta de todo punto inviable tratar de sostener que se dispone de una buena explicación científica sobre la vida social si ésta no está abierta al careo y la disputa con explicaciones alternativas bien fundamentadas. En esa forma, amplios territorios de las ciencias sociales han desarrollado su actividad en una suerte de autarquía que, dicho sea de paso, ha contribuido poco a la producción de explicaciones científicamente solventes.

La desconexión sistemática de la ciencia social con el resto de la ciencia, transcurrido más de un siglo desde su institucionalización moderna, ha cristalizado en una considerable confusión terminológica, un extenso catálogo de observaciones insatisfactoriamente sistematizadas, así como un buen número de teorías de alcance medio, a menudo expresadas en un léxico inconmensurable.

A nuestro entender, una de las fuentes relevantes de este estancamiento en la capacidad para alcanzar explicaciones más generales tiene mucho que ver con el fracaso de las ciencias sociales en la exploración, o al menos en la aceptación, de sus conexiones lógicas con el resto de la república de la ciencia. Esto equivale a sostener que las ciencias sociales en su conjunto no han hallado la forma de ubicar sus objetos de estudio en la red global del conocimiento científico. De ser esto cierto, constituye un reto intelectual de primer orden repensar cómo —en aquellos ámbitos en los que sea posible— la ciencia social debería abordar la tarea de conectarse con el

conjunto de la ciencia y (re)conectar las distintas disciplinas que la constituyen.

A MODO DE CONCLUSIÓN:
POR UNA INTEGRACIÓN CONCEPTUAL NO REDUCCIONISTA

La característica distintiva de cualquier programa postempiricista lógico de unificación de la ciencia se fundamenta en la idea de la fertilización mutua de las ciencias de etiología maxwelliana. Se trata de un ideal científico no reduccionista que en las últimas décadas ha tomado formas distintas y, en ocasiones sin demasiada autoconsciencia metodológica, se ha desarrollado a través de concepciones y prácticas distintas con elementos convergentes.

Cuando Darden y Maull se refieren a las teorías que interrelacionan campos tienen el propósito de hacer hincapié en las teorías que se generan cuando dos campos del conocimiento comparten un interés en explicar diferentes aspectos del mismo fenómeno y cuando ya existe el conocimiento subyacente que relaciona ambos campos ⁴³. Este tipo de enfoque trataría de proporcionar una solución al problema teórico de dar cuenta de cómo pueden explicarse las relaciones entre campos. Así, se evidenciaría que muchas de las preguntas surgidas en un campo de estudio no pueden responderse únicamente con las herramientas analíticas y conceptuales de ese campo, sino que debe recurrirse a otros, fijándose de este modo la atención en asuntos que hasta ese momento habían pasado inadvertidos o que habían sido considerado menores. Aun cuando sus análisis se centran fundamentalmente en campos como la genética, la bioquímica o la citología, este tipo de fertilización mutua de las ciencias resulta muy prometedor para las ciencias sociales, incluso en aquellos ámbitos irreductiblemente históricos que impiden una aproximación nomológica relevante. Por su parte, Kitcher se refiere a cómo promover la unificación del quehacer científico poniendo el énfasis en las conexiones no reduccionistas entre teorías, realizando a su vez una interesante crítica al reduccionismo de Nagel. En concreto, se refiere al “refinamiento conceptual” y a la “extensión explicativa” de los niveles de conocimiento más elevados (la genética mendeliana, por ejemplo) hasta los elementos gnoseológicos más básicos (la genética molecular, por ejemplo) ⁴⁴. Otro enfoque relacionado con los anteriores es el presentado por T. A. Grantham como una generalización de la aportación de Darden y Maull, Kitcher y Kincaid ⁴⁵. Para Grantham, la unidad significa interconexión no reduccionista de campos: dos campos devienen más integrados en la medida en que aumenta el número y/o la relevancia de conexiones entre campos. Sostienen que los campos están “teóricamente” unificados en la medida en que comprendemos cómo están conectados los conceptos, ontologías y generalizaciones de esos campos. Además, los campos están “práctica-

mente" unificados mediante conexiones heurísticas (por ejemplo, utilizando la heurística de un campo para generar hipótesis en otro), así como por el desarrollo de métodos para integrar los cuerpos de datos cualitativamente distintos generados por los dos campos ⁴⁶.

De acuerdo con el objeto del presente trabajo, la pregunta que deseamos abordar es esta: ¿Tienen las formulaciones anteriores, u otras equivalentes, alguna relevancia para la ciencia social? Nuestra respuesta es afirmativa. Es evidente que en el interior de la ciencia social existe un consenso mucho menor sobre los fundamentos tanto ontológicos como metodológicos de la misma. Sin duda, las diferencias internas acerca de las diferencias ontológicas y metodológicas son mucho más extremas en la ciencia social que en la natural, tanto intelectual como académicamente. Como va dicho, es evidente también que la ciencia social no ha alcanzado un grado suficiente de robustez teórica. Además, existe la sospecha fundada de que una fuente significativa de lo endeble de la ciencia social a la hora de elaborar explicaciones consistentes y generalizadoras tiene que ver con la escasa conexión de la ciencia social con el resto de la ciencia.

Si seguimos el principio maxwelliano unificador basado en la "fertilización mutua de las ciencias" parecería razonable que la integración conceptual constituyera un *desideratum* metodológico fundamental de la ciencia. Aplicado a la ciencia social, se referiría al principio de que las distintas disciplinas que constituyen la ciencia social deben ser mutuamente consistentes, y sus resultados consistentes con lo que es aceptado como cierto en las ciencias naturales. La idea de que dos afirmaciones no pueden contradecirse y ser al mismo tiempo ciertas es tan antigua como el principio aristotélico de no contradicción. En la tradición de la ciencia natural se da un paso más allá, y puede afirmarse que las ciencias naturales se basan en el principio de ser mutuamente consistentes. Las leyes de la química son compatibles con las de la física, aun cuando no puedan reducirse a éstas. Asimismo, la teoría de la selección natural no tiene que expresarse en términos físicos o químicos, pero sí tiene que ser compatible con las leyes de ambas disciplinas. Una teoría conceptualmente integrada sería, pues, aquella que está elaborada de tal modo que es compatible tanto con los datos como con la teoría de otros campos relevantes. Como sostienen los psicólogos evolutivos Barkow, Cosmides y Tooby:

Los químicos no proponen teorías que violen el principio físico elemental de conservación de la energía. Bien al contrario, utilizan este principio para realizar inferencias valiosas acerca de los procesos químicos. De modo que el principio de compatibilidad se da tan por descontado en las ciencias naturales que raramente se explicita, aun cuando se aplica de un modo generalizado; las ciencias naturales se conciben como un *continuum* ⁴⁷.

No parece ser este el caso en la ciencia social. En general, a pesar de tratarse de ciencias adyacentes, la biología evolutiva, la psicología, la antropología, la paleoantropología, la psiquiatría, la sociología, las ciencias cognitivas, la economía, la neurología y la historia durante décadas se han desarrollado fundamentalmente en condiciones de aislamiento mutuo. Lo llamativo es que, a diferencia de lo que ocurre entre las distintas ciencias naturales, a menudo las ciencias sociales han podido desplegarse institucionalmente sin requerir una penetración en las ciencias naturales y, lo que destaca más aún, poco o nada tienen en cuenta los resultados de cada una de las demás ciencias sociales.

Con todo, los resultados de muchas de las ciencias considerada “naturales” de los últimos años ayudan a entender que esta realidad fragmentaria y autárquica de la ciencia social es científicamente indeseable. Por ejemplo, hoy disponemos de indicios fiables que nos ayudan a entender que el supuesto de “*tabula rasa*” de la mente humana que anda por detrás de muchas explicaciones sociológicas que pivotan únicamente alrededor del concepto de “socialización” es falso. Esta sola constatación, que tiene interesantes apoyos empíricos en la biología evolutiva, la psicología evolutiva, las ciencias cognitivas y las neurociencias no puede tomarse por parte de la ciencia social (de la economía, la sociología, la antropología, la ciencia política, la historia) a beneficio de inventario sino que obliga a revisar seriamente todas aquellas teorizaciones que tengan su origen en este supuesto falso. Como se ha mostrado anteriormente con el ejemplo de Durkheim, se trata de un asunto central en tradiciones intelectuales fuertemente institucionalizadas en la ciencia social.

Otro ejemplo, no independiente del anterior, tiene que ver con la noción de racionalidad de la acción humana que utiliza la teoría económica estándar. Resulta empíricamente cuestionable que la acción humana se fundamente en “creencias” y “deseos” que den cuenta de la acción racional. Esta teorización adolece de varios problemas. Además de ser empíricamente incontrastable, se trata de una argumentación vacua y circular, basada en el supuesto de que los humanos son entidades intencionales monomotivacionales, esto es, que toda acción humana puede explicarse por el principio de maximización del beneficio obtenido de la acción. Disponemos de multitud de evidencias que permiten afirmar el pluralismo motivacional de la psicología humana, lo cual pone en un serio aprieto el elegante edificio matemático construido por la teoría económica dominante⁴⁸. Lo que nos enseñan las ciencias cognitivas, la biología evolutiva o las neurociencias sobre el trasfondo de la acción humana apunta a una necesaria recategorización en las ciencias sociales. Con independencia del grado de cohesión que éstas pudieran llegar a tener con las ciencias naturales, no cabe duda de que deben autoimponerse una estrategia metodológica no reduccionista que pretenda contrastar la consistencia de

los hallazgos en una disciplina científica, una “fertilización mutua de las ciencias”, ya sea tomando en cuenta la interrelación entre campos (Darden y Maull), el refinamiento conceptual y extensión explicativa (Kitcher), la unidad entendida como interconexión entre campos (Grantham) o la integración conceptual (que también denomina “integración vertical”) ⁴⁹. Acaso algún día en las ciencias sociales no sea insólito pensar en una fertilización mutua no reduccionista en un sentido equivalente al que el biólogo y genetista estadounidense Hermann Joseph Muller pensó para las ciencias naturales ya en 1922: “¿Deberemos ser los genetistas también bacteriólogos, químicos fisiológicos y físicos, a la vez que zoólogos y botánicos? Así sea ⁵⁰”. Si vamos más allá, bastaría con ahondar en la senda programática de resonancias maxwellianas que fijara el sociólogo Ferdinand Tönnies en los albores de la ciencia social moderna: “El problema [histórico] es el del desarrollo de los seres sociales: y en sentido biológico —el desarrollo de la cultura; y en sentido socio-psicológico —el desarrollo de los pueblos, sociedades, iglesias y estados— un problema sociológico, aun cuando ambos están entreverados y cada uno juega un papel importante en el otro ⁵¹”.

NOTAS

- 1 El presente trabajo se inscribe en el marco del proyecto de investigación FFI2012-33561, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España.
- 2 Shapiro (2005, p. 2).
- 3 Einstein (1905), "Zur Elektrodynamik bewegter Körper", *Annalen der Physik*, pp. 891-921, reproducido en Lorentz (1952, p. 38).
- 4 Einstein, A., "Maxwell's influence on the development of the conception of physical reality", en Thompson (2011, p. 70).
- 5 Carta de Maxwell a Michael Faraday, 19 de octubre de 1861, en: Harman (1990, vol. 1, pp. 685-686).
- 6 Maxwell, J. C., "On the (physical) dynamical explanations of electric phenomena", en Harman (2002, vol. 3, p. 172).
- 7 Maxwell, J. C., "Are there real analogies in nature?", en Harman (1990, vol. 1, p. 376).
- 8 Para el concepto de "via media", cf. Kargon (1969).
- 9 En buena medida, su confianza en las analogías tenía su origen en su etapa de aprendizaje en la escuela escocesa de filosofía del *common sense*, que hacía mucho hincapié en la necesidad de contrastación analógica, cf. Olson (1975, pp. 290-292).
- 10 Maxwell, J.C., "Inaugural Lecture at Aberdeen", en Jones (1973, pp. 80-81, cursiva en el original).
- 11 Maxwell, J.C., "Analogies", en Harman (1990, vol. 1, pp. 376-377).
- 12 Ídem, pp. 381-382, cursiva en el original.
- 13 Niven (2003/1890, p. 156).
- 14 *Ibíd.*
- 15 Cf. Nersessian (1984, pp. 189); Chalmers (1986).
- 16 Niven (2003/1890, vol. 1, p. 159). En este sentido, resulta provechosa la reflexión contemporánea que vincula la "analogía" maxwelliana con la noción de "modelo", puesto que cuando la ilustración funciona bien no solo permite una mejor comprensión del fenómeno, sino que promueve la ulterior investigación en los dos sistemas vinculados analógicamente; Hon y Goldstein (2012).
- 17 Las metáforas científicas "connotan sistemas enteros de conocimiento imaginario" y presentan "sentidos generales" de términos concretos para los símbolos abstractos (como se puede ver en su concreción del simbolismo abstracto lagrangiano), proporcionando así ampliaciones del uso de las nociones elementales para nuevos dominios fenomenológicos. Sin embargo, Maxwell era muy consciente de las limitaciones en la utilización de analogías, por lo que manifestó cautela acerca del grado de aplicabilidad de las viejas ideas a los nuevos fenómenos. Parece que Maxwell pudo haber leído a John Stuart Mill sobre la conexión entre analogía y metáfora en la misma sección del *System of Logic* (1843) de la que Maxwell se instruyó sobre denotación y connotación. Esta conexión era algo común en los manuales de la época, como atestiguan algunos de los más importantes; Whately (1828), Campbell (1841) y Bain (1866).
- 18 Una definición de metáfora compatible con la que contemporáneamente han ofrecido lingüistas como Lakoff (1980).
- 19 Niven (2003/1890, vol. 2, p. 227). En el conjunto de sus trabajos Maxwell identificó dos figuras de discurso/pensamiento: la "analogía física" y la "metáfora científica". De la primera habla como un método en 1855 (*ídem*, vol. 1,

- p. 156); de la segunda no habla explícitamente hasta 1870 (ídem, vol. 2, p. 227). Para una interesante investigación acerca de los métodos de ilustración de Maxwell, cf. Cat (2001).
- 20 Niven (2003/1890, vol. 2, p. 592). Cf., también, Chalmers (1973).
- 21 Niven (2003/1890, vol. 2., pp. 743-744).
- 22 Cf. Ball (2002).
- 23 Fisher (2010).
- 24 Heilbron (1993).
- 25 Cf. Nersessian (2002).
- 26 Dyson (1999).
- 27 Cabe precisar que se está hablando del modelo estándar del siglo XIX en el sentido del historiador de la ciencia física John Lewis Heilbron, no del significado que en el siglo XX le otorga Dyson. Para mayor detalle, cf. Klein y Morgan (2001).
- 28 El concepto básico incorporado al modelo estándar se basa en que cada parámetro tiene que ser medible independientemente de los otros dos, y que cualquier combinación de dos parámetros debe causar el tercero para tomar valores predecibles. Estas relaciones son demostrablemente causales, y no quedan inexplicadas sino que consisten en asociaciones convenientemente reproducibles. De modo que la fuerza tiene que ser el producto de la masa y la aceleración; la masa tiene que ser fuerza dividida por aceleración; y la aceleración tiene que ser fuerza dividida por la masa.
- 29 Jaffé (1965, pp. 216-217).
- 30 Mirowski (1988).
- 31 Boumans (2005).
- 32 Rasch (1960) y Rasch (1961).
- 33 Rasch (1960, p. 113).
- 34 Burdick, et al. (2006, pp. 1059-60).
- 35 Fisher (2010, pp. 3-4).
- 36 Asunto que merecería tratamiento aparte es el que tiene que ver con el hecho que, con la transición ocurrida en la física hacia la mecánica cuántica (cf., por ejemplo, Mirowski, 1989), la introducción del análisis de la variancia y la covariancia y de los métodos de regresión por parte de Fisher (1925) y la propuesta del enfoque probabilístico de Haavelmo (1944) el modelo estándar se tornó fundamentalmente estadístico. Lo cual conlleva un serio problema si se desea extrapolar de esta guisa al conjunto de la ciencia social.
- 37 Durkheim (1987/1895, pp. 117-118).
- 38 Lowie (1966/1917, pp. 25-26 y p. 66).
- 39 Murdoch (1932, p. 200).
- 40 Existe una vasta literatura acerca de las limitaciones y patologías de la teoría de la elección racional aplicada a la ciencia social, de la que cabe citar algunos trabajos relevantes que abordan aspectos diversos y complementarios: Elster (1986); Simon (1979); Kahneman y (2000); Rosenberg (2008); Green y Shapiro (1994), y Sen (1987).
- 41 Geertz (1983, p. 6).
- 42 Leach (1982, p. 52).
- 43 Darden y Maull (1977).
- 44 Kitcher (1984) y Kitcher (1981).
- 45 Para una aproximación a los trabajos de este último, cf. Kincaid (1990) y Kincaid (1997).

- 46 Grantham (2004). Cabe destacar que Grantham se refiere explícitamente a Maxwell como ilustración de su idea (ibíd., p. 133).
- 47 Barkow (1992, p. 4).
- 48 Rosenberg (1992).
- 49 Para la noción de integración vertical, cf. Barkow (2006). Cabe señalar que en las dos últimas décadas ha habido aportaciones muy prometedoras en punto a una recategorización de las ciencias sociales y de la superación de la metaconcepción dualista entre lo innato y lo aprendido, lo social y lo natural, lo biológico y lo cultural, etc. A modo de ilustración, baste señalar tres referencias de gran relevancia: Boyer (1994); Fiske (1991) y Gintis, et al. (2005).
- 50 Muller (1922), reimpreso en Peters (1959, p. 115).
- 51 Conferencia inaugural de la Sociedad Alemana de Sociología (1910), Tönnies (2005, p. 68).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bain, A. (1866), *English Composition and Rhetoric*, New York: D. Appelton and Company.
- Ball, P. (2002), "The physical modeling of society: a historical perspective", *Physica A* 314: 1-14.
- Barkow, J. H. (ed.) (2006), *Missing the Revolution. Darwinism for Social Scientists*, Oxford: Oxford University Press.
- Barkow, J. H., et al. (1992), *The Adapted Mind. Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, New York/Oxford: Oxford University Press.
- Boumans, M. (2005), *How Economists Model the World Into Numbers*, New York: Routledge.
- Boyer, P. (1994), *The Naturalness of the Religious Ideas. A Cognitive Theory of Religion*, Berkeley: University of California Press.
- Buchwald, Jed Z. (1985), *From Maxwell to Microphysics. Aspects of Electromagnetic Theory in the Last Quarter of the Nineteenth Century*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Burdick, D. S., Stone, M. H., & Stenner, A. J. (2006), "The combined gas law and a Rasch reading law", *Rasch Measurement Transactions* 20(2).
- Campbell, G. (1841), *Philosophy of Rhetoric*, New York: Harper and brothers.
- Cat, J. (2001), "On understanding: Maxwell on the methods of illustration and scientific metaphor", *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 32/3: 395-441.
- Chalmers, A. F. (1973), "Maxwell's methodology and his application of it to electromagnetism", *Studies in History and Philosophy of Science* 4/2: 107-164.
- Chalmers, A. F. (1986), "The heuristic role of Maxwell's mechanical model of electromagnetic phenomena", *Studies in History and Philosophy of Science* 17/4: 415-427.
- Darden, L. y N. Maull (1977), "Interfield theories", *Philosophy of Science* 44/1: 43-64.
- Durkheim, É. (1987/1895), *Las reglas del método sociológico*, trad. Antonio Ferrer, Madrid: Akal.
- Dyson, F. (1999), "Why is Maxwell's theory so hard to understand?", in *James Clerk Maxwell Contemporary Booklet*, Edinburgh: Fourth International Congress Industrial and Applied Mathematics, pp. 1-6.
- Einstein, A. (1905), "Zur Elektrodynamik bewegter Körper", *Annalen der Physik*, pp. 891-921, reproducido en Lorentz, H. A., et al. (1952), *The Principle of Relativity*, New York: Dover, pp. 37-65.
- Einstein, A. (1931), "Maxwell's influence on the development of the conception of physical reality", in Thompson, J. J. et al. (2011), *James Clerk Maxwell: a Commemoration Volume 1831-1931*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Elster, J. (1986), *Rational Choice*, New York: New York University Press.
- Fisher, R. (1925), *Statistical Methods for Research Workers*, Edinburgh: Oliver and Boyd.
- Fisher, W. P. (2010), "The Standard Model in the history of the natural sciences, econometrics, and the social sciences", *Journal of Physics: Conference Series* 238:1-5.
- Fiske, A. P. (1991), *Structures of Social Life. The Four Elementary Forms of Human Relations*, New York: The Free Press.
- Geertz, C. (1983), *Local Knowledge: Further Essays in Interpretative Anthropology*, New York: Basic Books.

- Gintis, H., et al. (2005), *Moral Sentiments and Material Interests. The Foundations of Cooperation in Economic Life*, Cambridge, Ma: The MIT Press.
- Grantham, T. A. (2004), "Conceptualizing the (dis)unity of science", *Philosophy of Science* 71/2:133-155.
- Green, D. y I. Shapiro (1994), *Pathologies of Rational Choice Theory: A Critique of Applications in Political Science*, New Haven: Yale University Press.
- Haavelmo, T. (1944), "The probability approach in econometrics", *Econometrica* 12, Supplement, pp. iii-115.
- Harman, P. M. (ed.) (1990), *Scientific Letters and Papers of James Clarke Maxwell*, Cambridge: Cambridge University Press, vol. 1.
- Harman, P. M. (ed.) (2002), *Scientific Letters and Papers of James Clarke Maxwell*, Cambridge: Cambridge University Press, vol. 3.
- Heilbron, J.L. (1993), *Weighing Imponderables and other Quantitative Science around 1800*, Berkeley: University of California Press.
- Hon G. y B. R. Goldstein (2012), "Maxwell's contrived analogy: an early version of the methodology of modelling", *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 43: 236-257.
- Jaffé, W. (ed.) (1965), *Correspondence of Léon Walras and Related Papers*, 3 vols., Amsterdam: North Holland.
- Kahneman, D. y A. Tversky (2000), *Choices, Values, and Frames*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kargon, R. (1969), "Model and analogy in Victorian science: Maxwell's critique of the French physicists", *Journal of the History of Ideas* 30: 423-436.
- Kincaid, H (1990), "Molecular biology and the unity of science", *Philosophy of Science* 53: 492-513.
- Kincaid, H (1997), *Individualism and the Unity of Science*, Landham, MD: Rowman and Littlefield.
- Kitcher, Ph. (1981), "Explanatory unification", *Philosophy of Science* 48: 507-531.
- Kitcher, Ph. (1984), "1953 and that all. A tale of two sciences", *The Philosophical Review* 93/3: 335-373.
- Klein, J. y M. S. Morgan (2001), *The Age of Economic Measurement, (History of Political Economy Annual Supplement to Volume 33)*, Durham, NC: Duke University Press.
- Lakoff, G. y M. Johnson (1980), *Metaphors We Live By*, Chicago: Chicago University Press.
- Leach, E. (1982), *Social Anthropology*, New York: Oxford University Press.
- Lowie, R. H. (1966/1917), *Culture and Ethnology*, New York: Basic Books.
- Maxwell, J. C. (1879), "The telephone", reproducido en Niven, W. D. (ed.) (2003/1890), *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, vol. 2.
- Maxwell, J. C., "Analogies", en Harman, P. M. (ed.) (1990), *Scientific Letters and Papers of James Clarke Maxwell*, vol. 1.
- Maxwell, J. C., "Are there real analogies in nature?", en Harman, P. M. (ed.) (1990), *Scientific Letters and Papers of James Clarke Maxwell*, vol. 1.
- Maxwell, J. C., "Inaugural lecture at Aberdeen", en Jones, R. V. (1973), "James Clerk Maxwell at Aberdeen, 1856-1860", *Notes and Records of the Royal Society of London*, 28.
- Maxwell, J. C., "On the (physical) dynamical explanations of electric phenomena", en Mirowski, P. (1988), *Against Mechanism: Protecting Economics from Science*, Landham, MD: Rowman & Littlefield.

- Mirowski, P. (1989), "The probabilistic counter-revolution, or how stochastic concepts came to neoclassical economic theory", *Oxford Economic Papers* 41: 217-235.
- Muller, H. J. (1922), "Variation due to change in the individual gene", reimpresso en Peters, J.A. (ed.) (1959), *Classic Papers in Genetics*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Murdoch, G. P. (1932), "The science of culture", *American Anthropologist* 34.
- Nersessian, N. J. (1984), "Aether/Or: The creation of scientific concepts", *Studies in History and Philosophy of Science* 15/3.
- Nersessian, N. J. (2002), *Essays in the History and Philosophy of Science and Mathematics*, D. Malament (ed.), Lasalle, Ill.: Open Court
- Niven, W. D. (2003/1890), *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, Cambridge: Cambridge University Press, 2 vols.
- Olson, R. (1975), *Scottish Philosophy and British Physics 1750-1880*, Princeton: Princeton University Press.
- Peters, J. A. (ed.) (1959), *Classic Papers in Genetics*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Rasch, G. (1960), *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests*, Copenhagen: Danmarks Paedagogiske Institut, Chicago: University of Chicago Press (reprint 1980).
- Rasch, G. (1961), "On general laws and the meaning of measurement in psychology," in Neyman, J. (ed.), *Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, IV, 321/334, Berkeley, CA: University of California Press.
- Rosenberg, A. (1992), *Economics. Mathematical Politics or Science of Diminishing Returns?*, Chicago: University of Chicago Press.
- Rosenberg, A. (2008), *Philosophy of Social Science*, 3rd. ed., Boulder, Co: Westview Press.
- Sen, A. (1987), *On Ethics and Economics*, Oxford: Blackwell.
- Shapiro, I. (2005), *The Flight from Reality in the Human Sciences*, Princeton/Oxford: Princeton University Press.
- Simon, H. A. (1979), "Rational decision-making in business organizations", *American Economic Review* 69: 493-513.
- Thompson, J. J., et al. (2011), *James Clerk Maxwell: a Commemoration Volume 1831-1931*, facsimil, Cambridge: Cambridge University Press.
- Tönnies, F. (2005), "Ways and goals of sociology", in Adair-Totef, C., *Sociological Beginnings: The First Conference of the German Society for Sociology*, Liverpool: Liverpool University Press.
- Whately, R. (1828), *Elements of Rhetoric*, D. Ehronger Ed., Southern Illinois University, 1963.