

LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA Y DE LA ECONOMÍA DE NANCY

CARTWRIGHT

Mauricio Suárez

Publicado en J. C. García-Bermejo (ed.), *Sobre la Economía y sus Métodos*, Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Editorial Trotta, 2009, pp. 383-394.

1. Presentación Biográfica

Desde su origen, la filosofía de la economía de Nancy Cartwright ha estado guiada por su filosofía general de la ciencia. Por esa razón el presente capítulo está estructurado como una breve exposición cronológica y por necesidad esquemática de las ideas centrales que han configurado la filosofía general de la ciencia de Cartwright, con puntuales referencias a su aplicación a la economía. En concreto se exponen tres tesis que, desde una perspectiva general, han caracterizado la evolución de la filosofía de la ciencia de Cartwright: (i) instrumentalismo teórico, (ii) realismo causal acerca de las denominadas “capacidades”, y (iii) la metafísica de los “retazos” (patchwork metaphysics).

En esta sección de presentación se esbozan algunos elementos biográficos relevantes. A continuación, en las secciones 2-5 se exponen en orden cada una de las tres tesis mencionadas en el contexto de cada uno de los tres libros clave de Cartwright, publicados en 1981, 1989 y 1999 respectivamente.¹ En la sección quinta y final se describe de manera muy esquemática la que considero la aportación fundamental de Cartwright a la filosofía de la ciencia del siglo XX: una descripción más realista de los llamados “principios puente” que en la tradición neo-positivista estructuran el contenido empírico de las teorías científicas. Se ilustran algunas de estas tesis con breves alusiones, algunas explícitamente utilizadas por Cartwright y otras de cosecha propia del autor, a la teoría de la elección racional, y a la llamada *curva de Phillips*.

¹ El cuarto libro publicado hasta la fecha, sobre la filosofía de Otto Neurath, fue en co-autoría con Thomas Uebel, Jordi Cat y Lola Fleck (1995). Otro libro de Cartwright, al que se hace referencia en el texto, se encuentra en prensa en el momento de escribir estas líneas (Cartwright, 2007).

Desde 1991 Cartwright ocupa la cátedra que dejase vacante Karl Popper en el Departamento de Lógica y Método Científico de la London School of Economics de Londres. Desde 1998 es además catedrática de filosofía de la ciencia de en la Universidad de California (San Diego). Con anterioridad Cartwright trabajó en la Universidad de Stanford durante casi veinte años, donde formó parte, junto con Patrick Suppes, Ian Hacking, Peter Galison y John Dupré, de lo que se conoce como la *escuela de Stanford*. En cuanto a su formación, obtuvo la licenciatura en matemáticas por la Universidad de Pittsburg en 1963 y el doctorado *cum laude* por la Universidad de Chicago Circle (hoy en día la Universidad de Illinois en Chicago, o UIC) en 1968, con una tesis sobre la interpretación de los estados cuánticos. Hasta mediados de los años 80 el trabajo de Cartwright se centró exclusivamente sobre cuestiones de metodología e interpretación filosófica de la física, sobre todo de la física cuántica. La publicación de *Nature's Capacities* (1989) señala el comienzo del interés de Cartwright por la economía, un interés que ha ido progresivamente en aumento, hasta culminar en la publicación de su último libro, *Hunting Causes and Using Them: Approaches in Philosophy and Economics*, dedicado prácticamente en exclusiva a la inferencia causal en la economía.

Es notorio que la de Cartwright es una de las voces más originales e influyentes en la filosofía contemporánea de la ciencia. Sus ideas han sido a menudo criticadas y continúan siendo objeto de controversia, pero desde luego nunca han sido ignoradas. Si bien Cartwright no ha constituido una “escuela” de discípulos *à la* Popper, Grünbaum o Suppes que ocupen posiciones de poder en el sistema universitario americano y británico (y varios de los que nos formamos a su lado hemos incluso pasado a engrosar el elenco de sus críticos), no cabe duda de que la influencia de su pensamiento sobre el panorama actual de la filosofía de la ciencia es muy profunda, y su nombre figura ya entre los más citados, con índices comparables a Kuhn, Popper o Van Fraassen.

Sus contribuciones incluyen no solamente sus ensayos y escritos, sino también la ingente labor de organización y dirección de uno de los centros más prestigiosos del mundo en filosofía de la ciencia, el *Centre for the Philosophy of the Natural and Social Sciences* de Londres, un elenco bastante impresionante de cátedras invitadas, conferencias y charlas en prácticamente todos los departamentos y centros más prestigiosos del mundo; algunos de los más importantes premios a nivel internacional

como la *McArthur Fellowship*; o su nominación a algunas de las Academias más renombradas, como la *American Academy of Arts and Sciences*, la *British Academy*, o la *Academia Leopoldina*.

2. *How the Laws of Physics Lie* (1981): Instrumentalismo teórico

El primer libro de Nancy Cartwright a menudo se malinterpreta como una defensa de un ficcionalismo radical acerca de las leyes de la naturaleza, en especial de la física, según el cual las leyes de la física describirían incorrectamente y a sabiendas, los fenómenos naturales. La tesis central de Cartwright es sin embargo mucho más sutil y compleja, y afirma que existe una relación de intercambio inversa (un “trade off”) entre la verdad y el poder explicativo de cualquier descripción teórica de un fenómeno. Es decir, a mayor corrección y literalidad de una descripción teórica, menor poder explicativo y viceversa. Para comprender correctamente la tesis de Cartwright es esencial entender el poder explicativo como subsunción teórica, en el sentido del modelo de cobertura legal inferencial clásico de Carl Hempel. En otras palabras la tesis de Cartwright es una tesis condicional: *si* el poder explicativo de una descripción viene dado por su dominio de subsunción teórica *entonces* existe un *trade off* entre poder explicativo y verdad de la teoría. Como consecuencia, las leyes que son descripciones correctas y verdaderas de los fenómenos (leyes “fenomenológicas”) carecen de mucho poder explicativo, mientras que aquellas leyes que tienen gran poder explicativo por ser muy generales (leyes “teóricas”) ni describen ni tienen el objetivo de describir correctamente los fenómenos.

How the Laws of Physics Lie defiende una concepción instrumentalista de la física teórica que, como veremos en el capítulo 4, es abandonada por Cartwright a finales de los 90, pero que algunos hemos desarrollado y continuamos defendiendo.² En su primer libro Cartwright hace uso exclusivamente de ejemplos derivados de la física teórica. Sin embargo, casos similares pueden extraerse de la economía. La teoría de la elección racional podría constituir un ejemplo, puesto que sus supuestos, incluido el principio de maximización de la utilidad personal, y el de transparencia o máxima información,

² Eso sí, en una versión ciertamente *sui generis*; véase p.e. (Suárez, 1999, 2007).

son supuestos abstractos muy generales acerca del comportamiento racional del individuo que en la práctica rara vez resultan aplicables a ningún individuo concreto.³

En otras palabras, la teoría de la elección racional no provee una descripción literal de prácticamente ningún proceso real de decisión individual. Sin embargo, esta deficiencia descriptiva, bien conocida por todos los economistas, no le resta poder explicativo a esta teoría, por dos razones: primero porque nos provee con descripciones extremadamente estilizadas de la racionalidad y de la decisión racional (tipos ideales, en la terminología Webberiana); y segundo porque se supone que dadas las correcciones y refinamientos adecuados las descripciones que nos provee esta teoría podrían aproximarse de manera más o menos arbitraria a ciertos elementos de ciertas situaciones reales.⁴ El instrumentalismo teórico inaugurado por Cartwright es capaz de explicar por qué las carencias descriptivas de esta teoría no implican una deficiencia de su poder explicativo y, de esta manera, permite una justificación metodológica de su uso.

3. *Nature's Capacities* (1989): Realismo de "capacidades"

En su siguiente libro *Nature's Capacities and Their Measurement*, Cartwright lleva a cabo una defensa de un punto de vista aún más sutil con respecto a las leyes generales de la ciencia. Se desmarca de la teoría de la explicación de Carl Hempel que había asumido con anterioridad para pasar a afirmar que las leyes generales de la ciencia expresan verdades literales pero no acerca de los fenómenos sino acerca de las tendencias o capacidades que subyacen a los fenómenos. En esencia el modelo de explicación científica adoptado pasa de ser un modelo epistémico a ser un modelo causal. Las descripciones del mundo que nos proveen nuestras mejores teorías científicas son descripciones de las tendencias o capacidades que subyace a tales fenómenos. No son, ni intentan serlo, descripciones de los fenómenos mismos. Pero puesto que la manifestación de las capacidades en fenómenos observables toma diversas formas, dependiendo del contexto y otros factores causales exógenos que interfieren con

³ Este tipo de observación a menudo da pie, entre economistas y filósofos, a una crítica de la teoría racional de la elección; véanse, por ejemplo, Rubinstein (1998) y Dupré (2001). Es interesante que Cartwright no haya desarrollado este ejemplo en detalle, cuando se adecua perfectamente a su filosofía.

⁴ Skyrms (1990) es quizás el intento más destacado, desde un punto de vista filosófico, de introducir correcciones realistas en la teoría de la elección racional.

el ejercicio de tales capacidades, resulta que nuestras leyes generalmente no describen los fenómenos correctamente.

Es otras palabras, en *Nature's Capacities* Cartwright pasa a combinar el instrumentalismo teórico de *How the Laws of Physics Lie* con un realismo causal acerca de las capacidades que subyacen a los fenómenos. El argumento de *Nature's Capacities* está directamente relacionado con una parte importante de la economía cuantitativa y de la econometría: el análisis de regresión como herramienta para determinar factores causales. Cartwright estima que el origen del uso del análisis de regresión como método de inferencia causal se encuentra en el trabajo de Tinbergen, Koopmans y Haavelmo, y en la Comisión Cowles de la que fueron miembros los dos últimos.⁵ La cuestión fundamental desde un punto de vista filosófico se puede resumir de manera muy esquemática como una cuestión de interpretación de sistemas de ecuaciones:⁶

$$x_1 = u_1$$

$$x_2 = a_{21} x_1 (1 - u_{21})$$

$$x_3 = a_{31} x_1 (1 - u_{31}) + a_{32} x_2 (1 - u_{32})$$

Cartwright asume que en este sistema de ecuaciones, los símbolos u_{xy} representan factores causales exógenos, que pueden tomar los valores 0 o 1. La cuestión entonces consiste en determinar cual es la relación causal entre x_1 , x_2 , x_3 . La forma de las ecuaciones parece indicar que x_1 es causa de x_2 , y x_1 , x_2 son causas de x_3 . Es decir, la interpretación más común es que los símbolos que aparecen a la izquierda representan efectos de los símbolos que aparecen a la derecha del símbolo de igualdad, que representan sus causas. El problema es que la forma de las ecuaciones no es única: existen representaciones de estas ecuaciones que invierten los símbolos que aparecen a la izquierda y a la derecha: como consecuencia la interpretación causal de los análisis más corrientes de regresión queda en entredicho.

En la resolución de estos problemas, los economistas han acudido a técnicas de inferencia estadística que fueron en su origen desarrolladas por filósofos de la ciencia (un origen que a menudo les resulta opaco a los mismos economistas que emplean estas

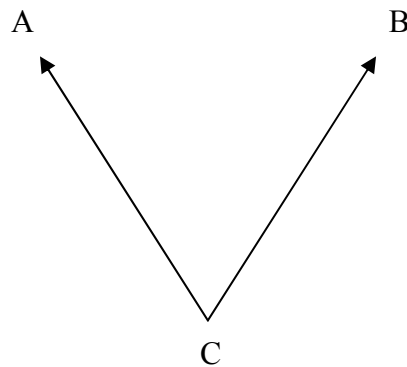
⁵ Morgan (1989), referida por Cartwright como una de sus fuentes principales (1989, p. 14).

⁶ Cartwright (1989, pp. 108ff).

técnicas). La más célebre proviene de Reichenbach, quien en su influyente libro *The Direction of Time* enuncia el llamado principio de causa común:⁷ “si se da una correlación improbable debe existir una causa común”. Una correlación entre dos tipos de eventos viene expresada por la ecuación:

$$prob(A \& B) \neq prob(A)prob(B) \quad (\text{Correlación})$$

El principio de causa común de Reichenbach afirma que este tipo de correlaciones deben obtener una explicación por medio de estructuras causales; en el caso en que la influencia causal no es directa de un tipo de evento sobre el otro, lo esperable es una estructura de causa común:



En este caso Reichenbach estipula que la siguiente condición estadística, denominada “screening off” o “apantallamiento”, es una condición necesaria para cualquier causa común:

$$prob(A \& B / C) = prob(A / C)prob(B / C) \quad (\text{screening-off})$$

Este principio forma la base de los métodos de inferencia causal de Glymour, Scheines y Spirtes (1993), Pearl (2000), y Woodward (2003), entre otros, y ha sido en ocasiones utilizado en el análisis económico de los datos. Un ejemplo célebre que resulta instructivo en este sentido es la correlación entre inflación y desempleo

⁷ Reichenbach (1956).

supuestamente establecida por Phillips,⁸ en base a datos empíricos observados en la economía británica entre 1861 y 1957. La (supuesta) correlación apoyaba un programa de política económica Keynesiano sustentado sobre la (supuesta) implicación causal de estas variables. Pero, como es bien conocido, la supuesta implicación causal fue refutada por los datos empíricos provenientes de la economía norteamericana durante los años 70, en la que se produjo un agudo incremento simultáneo del desempleo y la inflación – el fenómeno conocido como *stagflation*. La violación empírica de la curva de Phillips no implica que la correlación observada en la economía británica establecida por Phillips fuese falsa; lo que implica es que tal correlación no es estable en todas las economías (*stable across economies*), sino altamente dependiente del contexto (*context-dependent*). En otras palabras la correlación observada por Phillips carece de una explicación causal general.

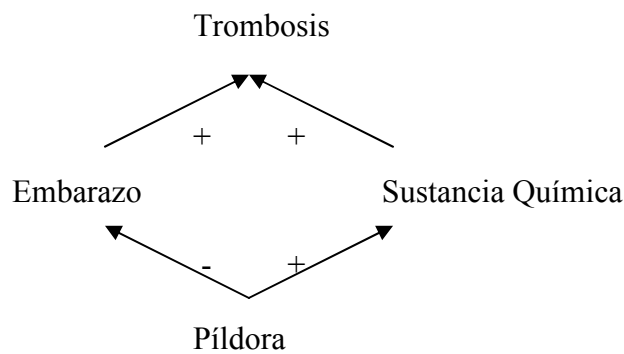
Y en efecto, la tesis principal de *Nature's Capacities* es que estas técnicas de inferencia causal en economía son metodológicamente válidas sólo en aquellos casos en los que resulta posible o incluso plausible presuponer una poderosa ontología de capacidades – o sea, de propiedades causales intrínsecas de los sistemas descritos, que se ejercen en condiciones normales pero que en otras condiciones pueden verse afectadas por otras propiedades similares, anulándose así su posible manifestación en ciertos contextos. El concepto de capacidad de Cartwright es esencialmente irreducible; por lo que se opone al programa, en la tradición Humeana, de intentar reducir nociones causales a asociaciones de conceptos observables, incluso en la forma de correlaciones estadísticas entre variables susceptibles de medición.

El célebre ejemplo de Hesslow⁹ utilizado por Cartwright para ilustrar las dificultades del programa reduccionista se ha convertido en uno de los más citados en la literatura sobre inferencia causal. En este ejemplo una estructura causal no se manifiesta en correlación estadística alguna, lo que impide la aplicación del principio de causa común. Hesslow estudia los efectos contrarios sobre la trombosis que causa la ingestión de la píldora anticonceptiva. Por un lado la ingestión de la píldora causa la presencia de sustancias químicas en el cuerpo humano que aumentan la probabilidad de sufrir

⁸ Phillips (1958). Cartwright hace uso explícito de este ejemplo en su obra más reciente (Cartwright, 2007), y alude al mismo en obras anteriores.

⁹ Hesslow (1976).

trombosis cerebral; por otro lado la píldora anula la posibilidad de embarazo, lo que a su vez disminuye la probabilidad de trombosis, puesto que durante el embarazo también se generan sustancias que elevan la probabilidad de trombosis. En otras palabras la estructura causal es la siguiente (el símbolo (-) implica causalidad negativa, o prevención causal, y el símbolo (+) indica causalidad positiva o producción):



Estadísticamente la incidencia estadística de la píldora sobre la trombosis queda anulada por los efectos contrarios de sus causas intermedias, por lo que:

$$prob(Trombosis / Píldora) = prob(Trombosis)prob(Píldora)$$

En este escenario la ausencia de correlación no puede implicar que la píldora anticonceptiva no es una causa real y efectiva de la trombosis, *ex hypothesis*. Este ejemplo, conjuntamente con la célebre paradoja de Simpson, que Cartwright utiliza con el mismo objetivo en escritos anteriores ¹⁰ han supuesto la puntilla definitiva para el programa filosófico de análisis reductivista de la causalidad a la correlación estadística. El eslogan bajo el que se ha popularizado el argumento Cartwrightiano es: “no causes in, no causes out”. Lo que implica es que es imposible derivar causas de correlaciones estadísticas sin presuponer de antemano una rica ontología causal.

5. *The Dappled World* (1999): Metafísica del *patchwork* o del desorden

Este programa de ontología causal se agudiza de forma evidente en la obra de Cartwright durante los años 90, y culmina en la publicación de *The Dappled World* en

¹⁰ Cartwright (1979)

1999. El programa de Cartwright durante estos años consiste en suplementar el realismo causal de *Nature's Capacities* en dos direcciones distintas. Primero, profundizando en el tipo de estructuras ontológicas que resulta necesario presuponer para que sea posible metodológicamente inferir causas a partir de un análisis estadístico de las correlaciones estadísticas. Segundo, estableciendo las implicaciones realistas para la epistemología de la ciencia que conlleva la metodología de inferencia causal descrita.

En la primera dirección Cartwright desarrolla lo que se conoce hoy en día como ontología de las máquinas nomológicas. La idea de Cartwright es que la inferencia causal sólo es posible en el contexto de sistemas altamente estructurados de objetos dotados de capacidades singulares que den pie a correlaciones estadísticas nomológicas (o sea, no accidentales) entre sus diversas variables observables.¹¹ Se trata de un desarrollo de la idea establecida en teoría de la probabilidad objetiva según la cual la adscripción de probabilidades objetivas sólo es legítima en el caso de sistemas estructurados (“*chance set-ups*”) capaces de generar distribuciones estadísticas sobre sus variables observables en un experimento repetido indefinidamente.¹²

Retomando el ejemplo anteriormente tratado, Cartwright explicaría la refutación empírica de la curva de Phillips en base a la ausencia de una máquina nomológica capaz de generar las correlaciones requeridas en la economía norteamericana de los años 70; mientras que la postulación de tal máquina nomológica en la economía británica de entre siglos le permite derivar las correlaciones observadas en esos casos.¹³

En la segunda dirección mencionada Cartwright defiende un cambio importante en la orientación epistemológica de su filosofía general de la ciencia. Se trata de un cambio ya preanunciado por el realismo causal de *Nature's Capacities*, y que se concreta en un pluralismo radical acerca de las diversas teorías de la ciencia. Según esta doctrina es

¹¹ La actitud epistemológica de Cartwright acerca de las capacidades sociales es sutil, y diferente de la que defiende con respecto a las capacidades naturales, o físicas; véase p. e. (Reiss, 2007), un artículo que clarifica y mejora considerablemente la posición de Cartwright.

¹² El locus classicus contemporáneo es (Hacking, 1965); véase también (Mellor, 1971).

¹³ De esta forma la metodología de Cartwright sería perfectamente capaz de asimilar la predicción del modelo NAIRU (*non-accelerating inflation rate of unemployment*), que predice una curva de Phillips solo cuando la tasa de desempleo en una economía se encuentra en su nivel natural – un nivel que depende del estado particular de esa economía – sin asumir simultáneamente ninguna de las dificultades de este modelo a la hora de predecir la forma de la relación inflación-desempleo a largo plazo (en un contexto diferente). El modelo NAIRU a menudo se toma como una respuesta de los libre-cambistas al Keynesianismo incipiente en la curva de Phillips, quizás por eso Cartwright no discute el modelo.

posible que varias teorías contradictorias entre sí sean simultáneamente verdaderas, siempre y cuando lo sean de dominios completamente diferentes. Las leyes de cada una de las teorías serían aplicables solamente al dominio de las máquinas nomológicas correspondientes. Puesto que diversas máquinas nomológicas pueden coexistir, las teorías que las enuncian pueden ser simultáneamente verdaderas. Esto permite a Cartwright ser simultáneamente realista, por ejemplo, acerca de la mecánica cuántica y de la mecánica clásica. Resulta también útil para afirmar un compromiso realista con diversos modelos fundamentalmente discrepantes de la economía, siempre y cuando sea posible identificar con precisión los dominios de aplicación de estos modelos.¹⁴ Por esta razón Cartwright pasa a afirmar que su enemigo ha dejado de ser el realismo teórico, para convertirse en el fundamentalismo – la concepción de la ciencia según la cual sólo una teoría científica puede ser verdadera *sub specie aeternitatis*.¹⁵

5. Principios puente y el programa neo-positivista

Hasta ahora nos hemos concentrado en la paulatina evolución de la filosofía de la ciencia de Cartwright desde un instrumentalismo teórico robusto hasta el realismo causal de capacidades que defiende en la actualidad. En esta última sección quisiera comentar brevemente uno de los más importantes elementos de continuidad en la obra de Nancy Cartwright, que permite un análisis más continuista de su obra. Se trata de sus trabajos sobre modelos científicos. El interés de Cartwright sobre los procesos de modelización en la ciencia es bien conocido, pero no se profundizó hasta el desarrollo reciente del llamado movimiento de modelos mediadores, del que formó parte.¹⁶ Cartwright defiende en estos artículos una concepción de los modelos de sistemas naturales o sociales como articulación empírica del conocimiento teórico. La idea no es exactamente nueva¹⁷ pero la articulación que ofrece Cartwright es original.

¹⁴ Por lo que no puede sorprender que distintas economías manifiesten relaciones diferentes entre inflación y desempleo en distintos instantes de su evolución.

¹⁵ El anti-fundamentalismo de Cartwright ha suscitado numerosas críticas entre las que, en mi opinión, sobresale Hofer (2003).

¹⁶ Los resultados de este movimiento, que se desarrolló durante la segunda mitad de los 90 en Londres, Amsterdam y Berlin, fueron publicados en el volumen *Models as Mediators*, compilado por Mary Morgan y Margaret Morrison (1999), que incluye ensayos de reflexión filosófica tanto sobre la física como la economía.

¹⁷ Es parte, por ejemplo, de la llamada concepción semántica de las teorías científicas. Véase Van Fraassen (1989, chapter 9) o el artículo seminal de Suppes (1963).

En esencia Cartwright defiende que los modelos que vinculan teorías y experimentos cumplen las tres funciones adscritas por los neo-positivistas a los llamados *principios puente* (“bridge principles”). Primero, dotan a las teorías de contenido real; de otra manera las teorías serían simplemente sistemas formales carentes de significado empírico.¹⁸ Segundo, permiten testar empíricamente el valor de verdad de las teorías, que sin la contribución de los modelos no serían susceptibles de comprobación experimental. Tercero, permiten, mediante la aplicación de esas teorías a múltiples fenómenos, entender el poder explicativo de tales teorías.

Resulta de esta manera una visión mucho más realista de la articulación real del conocimiento científico; al contrario de lo que pensaban los positivistas lógicos, el conocimiento científico no se articula en términos de enunciados en un lenguaje lógico que vinculen el vocabulario teórico y el observacional. Más bien la ciencia utiliza modelos estructurados en torno a nociones irreduciblemente causales para dotar de contenido empírico a nuestras teorías formales. Se trata de una lección filosófica importante, que encaja bien con la metodología común de la inferencia causal en economía, justificando su uso, y ensalzando la práctica de los economistas.

Referencias:

Cartwright, N. (1979), “Causal laws and effective strategies”, *Nous*, 13, pp.

Cartwright, N. (1981), *How the Laws of Physics Lie*, Oxford Clarendon Press.

Cartwright, N. (1989), *Nature's Capacities and their Measurement*, Oxford University Press.

Cartwright, N. (1995), “Probabilities and Experiments”, *Journal of Econometrics*, **67**, pp. 47-59.

¹⁸ Cartwright (1995) demuestra que las probabilidades estadísticas generadas por experimentos en economía solo pueden ser extraídas de los fenómenos económicos a partir de una descripción ya articulada de estos fenómenos mediante modelos que contienen nociones causales. Los modelos son esenciales para poder extraer las conclusiones relevantes de las teorías.

Cartwright, N., J. Cat, L. Fleck y T. Uebel (1995), *Otto Neurath: Between Science and Politics*, Cambridge University Press.

Cartwright, N. (1999), “Models and the limits of theory: Quantum Hamiltonians and the BCS theory of superconductivity”, en M. Morgan y M. Morrison (eds.), pp. 241-281.

Cartwright, N. (1999), *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge University Press.

Cartwright, N. (2007), *Hunting Causes – and Using Them: Approaches in Philosophy and Economics*, Cambridge University Press.

Dupré, J. (2001), *Human Nature and the Limits of Science*, Oxford University Press.

Hacking, I. (1965), *Logic of Statistical Inference*, Cambridge University Press.

Hartmann, S., C. Hofer and L. Bovens, eds. (2007), *Nancy Cartwright's Philosophy of Science*, Routledge, London.

Hesslow, G. (1976), “Two notes on the probabilistic approach to causality”, *Philosophy of Science*, 43, pp. 290-2.

Mellor, H. (1971), *Probability: A Philosophical Introduction*, Routledge.

Morgan, M. (1990), *The History of Econometric Ideas*, Cambridge University Press.

Morgan, M. y M. Morrison, eds. (1999), *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*, Cambridge University Press.

Hofer, C. (2003), “For fundamentalism”, *Philosophy of Science*, 70, 5, pp. 1401-1412.

Pearl, J. (2000), *Causality: Models, Reasoning and Inference*, Cambridge University Press.

Phillips, A. (1958), "The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861-1957", *Economica*, 25, 100, pp. 283-299.

Reichenbach, H. (1956), *The Direction of Time*, University of California Press.

Reiss, J. (2007), "Social capacities", en Hartmann, S., C. Hofer and L. Bovens (eds.), pp. 265-288.

Rubinstein, A. (1998), *Modelling Bounded Rationality*, MIT Press.

Skyrms, B. (1990), *The Dynamics of Rational Deliberation*, Harvard University Press.

Spirtes, P., C. Glymour and R. Scheines (1993), *Causation, Prediction and Search*, Springer-Verlag.

Suárez, M. (1999), "The Role of Models in the application of theories: Epistemological implications", en M. Morgan and M. Morrison (eds.), pp. 168-196.

Suárez, M. (2007), "Experimental realism defended: How inference to the most likely cause might be sound", en S. Hartmann, C. Hofer and L. Bovens (eds.), pp. 137-163.

Suppes, P. (1963), "Models of Data", en P. Suppes, E. Nagel and A. Tarski (eds.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science*, pp. 252-161, Stanford University Press.

Van Fraassen, B. (1989), *Laws and Symmetry*, Oxford University Press.

Woodward, J. (2003), *Making Things Happen*, Oxford University Press.