

Una reseña histórica de los diseños experimentales

Pablo Cazau

Universidad Favaloro
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

En el presente artículo se realiza una revisión histórica de los diferentes procedimientos para descubrir o probar conexiones causales, hoy en día conocidos como diseños experimentales en sentido amplio. Se comienza con una breve referencia a los antecedentes aristotélicos que destacan su sustento lógico, y se describen luego los avances en la Baja Edad Media y el Renacimiento, donde el pensamiento de Francis Bacon ocupó un lugar predominante. Desde allí se continúa hasta el siglo XIX, donde la figura de John Stuart Mill es asimismo central, para luego describir la forma en que, en el siglo XX, son tratados los diseños experimentales. El análisis de los diseños examinados permite concluir que la forma en que han sido planteados tiene una relación directa con la forma en que ha sido concebida la ciencia misma a lo largo de la historia, lo que incluye, entre otras cosas, la distinción entre ciencias naturales y sociales.

PALABRAS CLAVE: investigación, diseño experimental, experimento.

CORRESPONDENCIA AL AUTOR
pcazau@gmail.com

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO
Recibido: 02.08.2013
Aceptado: 30.08.2013

- Para citar este artículo
- To cite this article
- Para citar este artículo:

Cazau, P. (2013). Una reseña histórica de los diseños experimentales, *Paradigmas*, 5, 69-99.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de Creative Commons 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción de forma libre siempre y cuando el o los autores reciban el respectivo crédito.



The history of experimental design

SUMMARY

This article contains a historical review of the different procedures used to discover or prove causal connections, today known as experimental design in the broader sense of the term. It begins with a brief reference to the works of Aristotle highlighting its logical underpinnings, and goes on to describe how the concept evolved during the Early Middle Ages and the Renaissance, where the philosophy of Francis Bacon played a predominant role. The paper continues to the 19th century, when John Stuart Mill and his thinking was a major influence, and ends with an explanation of how experimental design was dealt with in the 20th century. After analyzing the designs reviewed, the study concludes that the way the designs have been proposed is directly linked to how science has been conceived throughout history including, inter alia, the distinction between natural and social sciences.

KEY WORDS: research, experimental design, experiment.

Uma resenha histórica dos desenhos experimentais

RESUMO

No presente artigo é feita uma revisão histórica dos diferentes procedimentos para descobrir ou provar conexões causais, hoje em dia conhecidas como desenhos experimentais em sentido amplo. Começa-se com uma breve referência aos antecedentes aristotélicos que destacam seu sustento lógico, e descrevem-se depois os avanços na Baixa Idade Média e no Renascimento, onde o pensamento de Francis Bacon ocupou um lugar predominante. Desde aí continua-se até o século XIX, onde a figura de John Stuart Mill é também central, para depois descrever a forma em que, no século XX, são tratados os desenhos experimentais. A análise dos desenhos examinados permite concluir que a forma na qual estes têm sido apresentados tem uma relação direta com a forma em que tem sido concebida a própria ciência ao longo da história, o que inclui entre outras coisas a distinção entre ciências naturais e sociais.

PALAVRAS-CHAVES: pesquisa, desenho experimental, experimento.

Introducción

En sentido amplio, en el presente documento se considerará un *diseño experimental* como un plan para descubrir o probar conexiones causales, siendo el *experimento* la ejecución de ese plan. Por ejemplo, si se quiere probar que cierto alimento es la causa del escorbuto, se pueden disponer dos grupos: uno alimentado con el alimento sospechoso y otro con un alimento diferente. Si en el primer grupo aparecen casos de escorbuto y en el segundo no, habrá quedado probado el vínculo causal. En un sentido más restringido, el diseño experimental incluye la idea de que el investigador *provoca* un fenómeno en lugar de esperar a que ocurra. El presente artículo considera ambos sentidos.

Es posible conjeturar que ya el hombre primitivo realizaba experimentos sobre la base de un plan. Ello le permitió, por ejemplo, diferenciar las plantas medicinales de las venenosas o establecer el método más efectivo para cazar animales.

Sin embargo, presumiblemente es recién a partir del siglo IV a. C. cuando comienzan a sentarse las bases lógicas de lo que luego será el razonamiento experimental. Por entonces Aristóteles, en su *Organon*, había descrito la inducción y la deducción como dos razonamientos básicos susceptibles de integrarse en el método científico bajo el nombre de método inductivo-deductivo, conocido luego en el Renacimiento como método resolutivo-compositivo o analítico-sintético, precursor del finalmente llamado método hipotético-deductivo.

Medievales y renacentistas: de Roberto Grosseteste a Francis Bacon

Las primeras sistematizaciones relevantes sobre procedimientos experimentales aparecen a partir del siglo XII. Tales procedimientos recibieron por entonces denominaciones especiales, pero para no introducir confusiones, el autor de este artículo se basará en una nomenclatura más conocida utilizada posteriormente por Stuart Mill en el siglo XIX, quien describió los métodos de la concordancia, de la diferencia, del conjunto de la concordancia y la diferencia, de los residuos y de las variaciones concomitantes.

Efectivamente, Stuart Mill no fue del todo original al plantear sus métodos. Su mérito reside en haber revisado, sistematizado y difundido las ideas al respecto de Francis Bacon quien, a su vez, tampoco fue el primero en formularlas, ya que existen importantes antecedentes en algunos pensadores medievales, como por ejemplo en Robert Grosseteste, Juan Duns Escoto o Guillermo de Occam.

Consiguientemente, pueden trazarse dos etapas históricas hasta desembocar en los métodos de Stuart Mill del siglo XIX: los medievales y Francis Bacon, para cuya descripción el lector puede guiarse por la tabla 1.

Tabla 1. Algunos antecedentes históricos de los métodos de Stuart Mill

	Roberto Grosseteste (~1170-1253)	Duns Escoto (1265-1308)	Guillermo de Occam (1280-1349)	Galileo (1564-1642)	Francis Bacon (1561-1626)
Concordancia		Ver B			Ver F
Diferencia			Ver C		Ver G
Conjunto	Ver A		Ver D		
Variaciones concomitantes				Ver E	Ver H

Los mediaevales

A. Grosseteste contribuyó a desarrollar nuevas técnicas inductivas para descubrir principios explicativos. Sugirió, por ejemplo, un procedimiento para saber si una hierba tenía efecto purgante: debían examinarse numerosos casos donde se administrase la hierba en condiciones en las que no hubiera otros agentes purgantes (Losee, 1979, p. 42). Se trata de un procedimiento inductivo que luego describiría Stuart Mill como el método conjunto de la concordancia y la diferencia.

B. Duns Escoto propuso el método de la concordancia, pero le asignó méritos muy modestos: sostenía que, si cada vez que se daba la circunstancia *A* se producía el efecto *X*, variándose todas las otras circunstancias, el científico estaba autorizado a afirmar que *A* “puede” ser la causa de *X*, pero no a que necesariamente *A* “debe” ser su causa (Losee, 1979, p. 43). Escoto se refirió a “uniones disposicionales” entre un efecto y su circunstancia antecedente, es decir, de uniones constatadas en la experiencia y que, como tales, no podían ser consideradas uniones necesarias.

C. Según refiere Losee (1979),

Occam formuló un procedimiento para extraer conclusiones acerca de las uniones disposicionales siguiendo un método de la diferencia. El método de Occam consistía en comparar dos casos: un caso en que el efecto está presente, y un segundo caso en que el efecto no está presente. Si se puede mostrar que existe una circunstancia que está presente cuando el efecto está presente, y ausente cuando está ausente (...), entonces el investigador está autorizado a concluir que la circunstancia ‘puede ser’ la causa del efecto. (p. 78)

Occam mantenía que, en el caso ideal,

el conocimiento de una unión disposicional podía establecerse sobre la base de solamente una asociación observada. Señalaba, sin embargo, que en un caso así se debe estar seguro de que todas las demás causas posibles del efecto en cuestión no están presentes. Observó que, en la práctica, es difícil determinar si dos conjuntos de circunstancias difieren solo en un aspecto. Por esta razón, instaba a investigar muchos casos, con el fin de minimizar la posibilidad de que un factor no localizado sea el responsable de la aparición del efecto. (Losee, 1979, p. 43)

D. Crombie (1979, p. 36) indica que Occam también propuso un método similar al luego conocido como método de la concordancia y la diferencia. Mediante dicho procedimiento, Occam pensó que, ya que el mismo efecto podía tener diferentes causas, era preciso eliminar las hipótesis rivales.

E. Ingresando ya en el Renacimiento, en su *Diálogo sobre los dos sistemas principales del mundo* (1632), Galileo hace discutir a Salviati (que representa el pensamiento de Galileo) y a Simplicio (que representa a los aristotélicos). Refiere Crombie (1979) que en este texto Galileo habla de un procedimiento igual al método de las variaciones concomitantes de Stuart Mill (o al método de los grados de comparación de Bacon), cuando dice:

Así digo que si es verdad que un efecto puede tener solamente una causa, y si entre la causa y el efecto hay una conexión precisa y constante, entonces cuando quiera que se observe una variación precisa y constante en el efecto, debe haber una variación precisa y constante en la causa. (Galileo, pp. 126-127)

Para ejemplificar el procedimiento, Galileo suministra el ejemplo de las mareas, donde la altura del mar varía concomitantemente con otro factor. Sin embargo, Galileo no avaló los otros métodos de Bacon: las hipótesis sobre idealizaciones no pueden obtenerse de la inducción por

enumeración simple, ni por los métodos de la concordancia y la diferencia, siendo preciso que el científico intuya qué propiedades de los fenómenos son la base adecuada para la idealización, y qué propiedades pueden ignorarse (Losee, 1979, p. 65).

F, G y H. Aunque Francis Bacon aceptó la teoría del procedimiento científico de Aristóteles, criticó ampliamente el modo en que este procedimiento había sido ejecutado. Con respecto a la etapa inductiva, Bacon formuló una acusación en tres partes. Primero, Aristóteles y sus seguidores llevan a cabo una recolección de datos azarosa y acrítica. Francis Bacon instó a que se llevase a la práctica plenamente la segunda prerrogativa de la ciencia experimental de Roger Bacon, esto es, el uso de la experimentación sistemática para conseguir nuevos conocimientos sobre la naturaleza. En conexión con esto, Francis Bacon destacó el valor de los instrumentos científicos en la recolección de datos. Segundo, los aristotélicos generalizan de forma demasiado imprudente: dadas unas pocas observaciones, saltan inmediatamente a los principios más generales y los utilizan para deducir generalizaciones de menor alcance. Tercero, Aristóteles y sus seguidores confían en la inducción por enumeración simple, en la cual se afirma que, correlaciones de propiedades observadas en varios individuos de un tipo dado, se mantienen para todos los individuos de ese tipo. Pero la aplicación de esta técnica inductiva conduce frecuentemente a conclusiones falsas, ya que no se toman en cuenta los casos negativos (Bacon no mencionó el énfasis que pusieron en el método de la diferencia escritores medievales como Grosseteste y Occam).

Así, Bacon propuso su nuevo método para la ciencia, con el fin de superar las nuevas deficiencias de la teoría de Aristóteles sobre el procedimiento. Los rasgos principales de este nuevo método fueron el énfasis en las inducciones graduables, progresivas y el método de exclusión (Losee, 1979, pp. 71-74).

Bacon propuso así sus “tablas” como un nuevo procedimiento inductivo que reemplazaría al hasta entonces conocido método de la inducción por simple enumeración, también llamado inducción incompleta, de inspiración aristotélica. En su *Novum Organum* cuenta que

especie de inducción que procede por la vía de la simple enumeración no es sino un método de niños, que no conduce sino a conclusiones precarias y que corre los más grandes riesgos por parte del primer ejemplo contradictorio que puede presentarse; en general, se pronuncia según un número de hechos demasiado pequeño, y solamente de esa especie de hechos que se presentan a cada instante. Pero la inducción verdaderamente útil en la invención y en la demostración de las ciencias y de las artes hace una elección entre observadores y las experiencias, separando de la masa, por exclusiones y rechazos convenientes, los hechos no concluyentes; luego, después de haber establecido proposiciones en número suficiente, se detiene al fin en las afirmativas y se atiene a estas últimas. (Bacon, *Novum Organum*, I, 105)

Para aclarar estas ideas de Bacon se puede tomar el ejemplo (desarrollado más adelante a propósito de los métodos de Stuart Mill) del problema de aprendizaje, para examinar cómo podría resolverse mediante la inducción por enumeración simple y por la inducción baconiana:

1. *Inducción por enumeración simple*: el primer niño pertenece al colegio B, y tiene problemas de aprendizaje; el segundo niño también pertenece al colegio B y también tiene problemas de aprendizaje, y así sucesivamente con otros niños. Por tanto, se concluye que la causa del problema de aprendizaje es el colegio B.

2. *Inducción baconiana*: utilizando por ejemplo el método de la concordancia, se aprecia que el primer niño pertenece al colegio B, tiene al maestro C, tiene mala alimentación y, además, tiene problemas de aprendizaje. El caso del segundo niño es igual, pero está bien alimentado, mientras que el caso del tercer niño es igual al primero pero está bien

alimentado y no va al colegio B. Por tanto, puesto que en los tres casos concuerda siempre el maestro C (que trabaja en el otro colegio), esta será probablemente la causa del problema de aprendizaje. Esta conclusión es más firme que aquella ofrecida por el método de la inducción por enumeración simple. Ciertos autores (por ejemplo Fatone, 1969, p. 165) han declarado que la propuesta de Francis Bacon se opone a la inducción llamada completa, consistente en derivar del total de casos una afirmación general que vale precisamente para todos esos casos.

En rigor, la propuesta de Bacon iba tanto en contra de la inducción por enumeración simple como en contra de la inducción completa o matemática. Para él, ni la experiencia bruta ni los razonamientos vacíos, respectivamente, son el camino de la ciencia. El científico no debe ser, decía Bacon en el libro I, aforismo 95 del *Novum Organum*, ni una hormiga, que lo único que hace es almacenar (comida = información), ni una araña que teje redes con material fabricado por ella misma. El científico debe estar en el punto medio: debe ser una abeja que extrae materiales en los jardines, pero luego puede elaborar esa materia prima con un “arte que le es propio”. Esta elaboración de la información que nos brinda la naturaleza es posible gracias a la utilización de una nueva herramienta (un *novum organum*), constituido fundamentalmente por las “tablas”, antepasados directos de los “métodos” de Stuart Mill.

Las tablas de Bacon son tres: de presencia, de ausencia y de comparación, y corresponden, respectivamente, a los métodos de la concordancia, de la diferencia y de las variaciones concomitantes (F, G y H de la tabla 1).

En la tabla de presencia

se registrarán todos los casos diferentes en que se da el mismo fenómeno; en la de ausencia, los casos en que el fenómeno que interesa no se da a pesar de que tienen circunstancias comunes con aquel en que se da; en la tabla de comparación, los casos en que el fenómeno presenta variaciones o diferencias (...). Así fundaba Bacon el método, que consiste en buscar los fenómenos tales que: cuando se da uno de ellos se da el otro; cuando no se da

uno de ellos no se da el otro; y cuando uno de ellos varía, varía el otro. Comprobada esta triple relación, podía enunciarse la relación forzosa que existía entre los hechos. (Fatone, 1969, p. 166)

Después de Bacon y antes de Stuart Mill, el inglés David Hume había escrito ocho reglas “para juzgar sobre causas y efectos”, entre las cuales estaban los métodos de la concordancia, de la diferencia y de las variaciones concomitantes (ver Losee, 1979, p. 115).

El siglo XIX: los cánones de John Stuart Mill

El británico John Stuart Mill (1806-1873) presentó una serie de procedimientos destinados a descubrir y probar conexiones causales basándose en las ideas de Francis Bacon y algunos autores medievales.

Presentación de los métodos

Puede ofrecerse una explicación sencilla de sus cánones tomando como guía tabla 2. Para tal fin se utilizará un mismo ejemplo hipotético para todos los métodos, de manera tal que puedan ser utilizados para descubrir y probar las causas de los problemas de aprendizaje infantiles (fenómeno o efecto). Entre las causas posibles estarán *A* (mala alimentación), *B* (el colegio), *C* (el maestro) y *D* (los vínculos familiares). Antes de ver cómo se aplican a este problema los métodos de Mill, cabe una breve aclaración acerca de la expresión ‘circunstancias antecedentes’ que aparece en la tabla 2.

En principio, la expresión ‘antecedentes’ puede tener dos sentidos distintos, los cuales pueden designarse como el ontológico y el metodológico:

en un sentido ontológico, las circunstancias antecedentes son circunstancias que ocurren temporalmente *antes* que el fenómeno (Copi, 1974, p. 431); por ejemplo, el ruido se produce antes que la reacción de estrés. Por su parte, en un sentido metodológico, ‘circunstancias antecedentes’ puede aludir a que son aquellas que deben formularse *antes* de la aplicación del método (esta interpretación es mencionada por Losee [1979, p. 158] como una condición de aplicabilidad del método de la diferencia); así, por ejemplo, antes de investigar sobre el estrés, debemos especificar al ruido como un factor relacionado con él.

Mill considera el primer sentido, pues para él ‘causa’ es el antecedente necesario e invariable de un fenómeno (Fatone, 1969, p. 167). El hecho de que Mill defina sus métodos en términos de “la circunstancia es la causa (o el efecto) de...” alude simplemente a que sus métodos sirven tanto para buscar la causa de un efecto, como para buscar el efecto de una causa, es decir, más genéricamente, para estudiar en qué concuerdan o en qué difieren casos distintos (Fatone, 1969, p. 167).

El segundo sentido es igualmente compatible con la posición de Mill, ya que no contradice su pretensión de que los métodos permiten *descubrir* causas, lo cual puede hacerse perfectamente antes de la fase probatoria, o fase de aplicación propiamente dicha del método. Así es que Stuart Mill propone sus métodos como vías tanto para descubrir como para probar vínculos causales.

Tabla 2. Los métodos de Stuart Mill

Método	Casos	Circunstancias (antecedentes)	Fenómeno	Conclusión
Concordancia	N.º 1 N.º 2 N.º 3	A B C B C C	X X X	C es causa (o efecto) probable de X
Diferencia	N.º 1 N.º 2	A B B	X no-X	A es causa (o efecto) probable de X

Método	Casos	Circunstancias (antecedentes)	Fenómeno	Conclusión
Conjunto de concordancia y diferencia	N.º 1 N.º 2 N.º 3	A B C B C C	X X no-X	B es causa (o efecto) probable de X
Residuos	N.º 1	A B C Se sabe que A Se sabe que B	X Y Z X Y	C es causa (o efecto) probable de Z
Variación concomitante	N.º 1 N.º 2	A B 2A B	X 2X	A es causa (o efecto) probable de X

A: Mala alimentación

B: Colegio

C: Maestro

X: Problema de aprendizaje

Y: Problema de conducta en la escuela

Z: Problema de conducta en la casa

1. Método de la concordancia (o del acuerdo): “si dos o más casos del fenómeno que se investiga tiene solo una circunstancia en común, esa circunstancia es la causa (o el efecto) del fenómeno en cuestión”. Las definiciones de los métodos son prácticamente textuales de Stuart Mill (1843).

Siguiendo la tabla 2, se aprecia que en el primer caso se trata de un niño con problemas de aprendizaje (X). Este fenómeno se presenta con ciertas circunstancias en común: este niño tiene mala alimentación (A), va a un determinado colegio (B) y tiene determinado maestro (C). Pero se ha avanzado poco: cualquiera de esos tres factores puede o no estar relacionado con el problema de aprendizaje. Entonces, para empezar a sacar algunas conclusiones hay que seguir examinando otros casos.

En el segundo caso, hay otro niño con el mismo problema de aprendizaje, solo que el factor A no está presente, pues está bien alimentado; sin embargo, los otros dos sí, pues concurre al mismo colegio y tiene el mismo maestro que el niño del primer caso. Hasta aquí, en principio, se pueden concluir dos cosas: a) que el factor A no es la causa del problema de aprendizaje, pues este se produce estando o no estando presente dicho factor; b) que la causa del problema de aprendizaje queda circunscrita a los factores B y C, o a alguno de ellos.

Sin embargo, la conclusión que debe interesar hasta ahora, de acuerdo con el espíritu de los métodos de Mill, es la segunda: se trata de procedimientos que no intentan probar que un factor *no* es causa de otro, sino probar que un factor *sí* lo es.

Ahora bien, como todavía la conclusión no es satisfactoria (no se sabe si el factor causal es *B* o *C*), debe examinarse un tercer caso, donde está presente como circunstancia solamente *C*, constatándose que en dicho caso el efecto ‘problema de aprendizaje’ sigue produciéndose. Ahora sí puede concluirse que *C* tiene importancia causal respecto a *X*, porque hay una *concordancia*: cada vez que aparece *C* aparece *X*, cuando todos los demás factores varían.

2. Método de la diferencia: *“si el fenómeno que se investiga se presenta en un caso y no en otro, pero ambos casos tienen todas las circunstancias comunes excepto una, presentándose esta solamente en el primer caso, la circunstancia única en la cual difieren los dos casos es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa de dicho fenómeno”*.

En el primer caso, hay un niño con problemas de aprendizaje (*X*) que tiene mala alimentación (*A*) y que va a un determinado colegio (*B*); en cambio, en un segundo caso, está la situación de un niño sin problemas de aprendizaje (*no-X*), con buena alimentación pero que va al mismo colegio. Del análisis de ambos casos se puede concluir que *A* es la causa del problema, porque cuando aparece *A* el fenómeno se produce y cuando no aparece, el fenómeno no ocurre (o, si se quiere, porque la ‘diferencia’ entre la producción y la no producción del fenómeno radica en *A*).

3. Método conjunto de la concordancia y la diferencia: *“si dos o más casos en los cuales aparece el fenómeno tienen solamente una circunstancia en común, mientras que dos o más casos en los cuales no aparece no tienen nada en común excepto la ausencia de esta circunstancia, la circunstancia*

única en la cual difieren los dos grupos de ejemplos es el efecto, o la causa, o parte indispensable de la causa del fenómeno”.

Este método resulta de aplicar la concordancia y la diferencia en una misma investigación. Por ejemplo: a) aplicando el método de la concordancia a los casos 1 y 2, se concluye provisoriamente que la causa del problema de aprendizaje puede ser *B* o *C*; b) para decidir cuál de estos dos factores es la causa, se aplica ahora el método de la diferencia a los casos 2 y 3, donde puede concluirse que la causa del problema es *B*. El método de la diferencia y el método conjunto de la concordancia y la diferencia son los dos únicos procedimientos en los que se cuenta con fenómenos o efectos que *no* se han producido (*no-X*).

4. Método de los residuos: *“restad de un fenómeno la parte de la cual se sabe, por inducciones anteriores, que es el efecto de ciertos antecedentes y, entonces, el residuo del fenómeno es el efecto de los antecedentes restantes”.*

El primer caso corresponde a un niño con mala alimentación (*A*), que va a un determinado colegio (*B*) y que tiene determinado maestro (*C*). Este niño presenta problemas de aprendizaje (*X*), problemas de conducta en la escuela (*Y*) y problemas de conducta en el hogar; es decir, se trata de una configuración de tres fenómenos discriminables y relacionados entre sí.

Por los resultados de investigaciones anteriores se sabe que *A* es la causa de *X*, y que *B* es la causa de *Y*. Por tanto, *C* será la causa de *Z*, por ser el factor *residual* de un fenómeno también *residual*. Como puede apreciarse, este método solo puede aplicarse cuando se aplicó alguno de los otros métodos de Mill, gracias a los cuales se había podido concluir que *A* es causa de *X* y que *B* es causa de *Y*.

El método de los residuos resulta particularmente útil en aquellos casos en los que no es posible encontrar un caso donde falte alguna posible causa, o donde las posibles causas no puedan ser eliminadas por

experimentación. En nuestro ejemplo sería el problema de aprendizaje, cuando no es posible encontrar ni producir ningún caso en el cual falte *A*, *B* o *C*.

5. *Método de la variación concomitante*: “un fenómeno que varía de cualquier manera, siempre que otro fenómeno varíe de la misma manera, es o una causa, o un efecto de este fenómeno o está conectado con él por algún hecho de causalidad”.

En los dos casos aquí considerados, el problema de aprendizaje (*X*) del niño tiene como circunstancias comunes tanto la mala alimentación (*A*) como el colegio donde concurre (*B*). Así las cosas, no se puede concluir nada, salvo que se constate que cuando aumenta la alimentación deficitaria, también se agrava correlativamente el problema de aprendizaje. Esquemáticamente: si la mala alimentación aumenta al doble ($2A$) y correlativamente el problema de aprendizaje se agrava también al doble ($2X$), entonces puede concluirse que *A* es la causa de *X*, porque se ha producido una ‘variación concomitante’ entre *A* y *X*: a medida que se incrementa un factor, se incrementa el efecto.

Este es el único método de los cinco que introduce un análisis cuantitativo del problema: los cuatro métodos anteriores implicaban una consideración cualitativa, es decir, de *presencia* o *ausencia* de factores y no de cambios cuantitativos en estos.

Críticas y comentarios a los métodos de Mill

Los cánones de Mill estaban destinados a averiguar las relaciones de causalidad, esto es, los “antecedentes invariables e incondicionales” de todos los fenómenos (Ferrater, 1979, p. 2228). La expresión ‘averiguar’ alude aquí tanto a descubrir relaciones causales, como a probarlas. En efecto, Stuart Mill había propuesto sus métodos como instrumentos de

“descubrimiento” de conexiones causales y como procedimientos de “prueba” de estas. Una buena parte de las críticas apuntan precisamente a estas dos pretensiones, que se examinan por separado. Un examen más completo de estas críticas pueden encontrarse en Copi (1974, pp. 451-459) y en Cohen y Nagel (1979, pp. 72-90).

1. *Los métodos de Mill como instrumentos para descubrir conexiones causales.* Imagine el lector que, aplicando el método de la concordancia para averiguar las causas del problema de aprendizaje, se considera un cuarto caso con una nueva circunstancia antecedente *D* (por ejemplo, ser drogadicto), y que había estado presente también en los tres casos anteriores. En esta nueva situación, el esquema sería el siguiente (tabla 3):

Tabla 3. *Métodos de Mill para descubrir conexiones causales*

Caso 1	ABCD	X
Caso 2	BCD	X
Caso 3	CD	X
Caso 4	D	X

Si se constata que el problema de aprendizaje (*X*) se produce también en presencia del factor *D*, podrá concluirse entonces que *D* es la causa de *X*. Cuando se había aplicado el método de la concordancia considerando solamente los tres primeros casos se había concluido erróneamente que la causa era *C*, debido a que no se habían considerado *todos* los factores atinentes o relevantes a la cuestión. Por lo tanto, el método no ayuda a “descubrir” nuevos posibles factores atinentes, entre los cuales podría estar la “verdadera” causa. Esta crítica es extensible a los demás métodos. Como indica Copi (1974),

los métodos no pueden usarse a menos que se tengan en cuenta todas las circunstancias atinentes al fenómeno. Pero las circunstancias no llevan rótulos que digan “atinerente” o “no atinerente”. Los

problemas de atención son problemas relativos a la "conexión causal", algunos de los cuales, al menos, deben hallarse resueltos "antes" de que sea posible aplicar los métodos de Mill. Por consiguiente, los métodos de Mill no son "los" métodos para descubrir conexiones causales, pues algunas de estas conexiones deben ser conocidas previamente a toda aplicación de esos métodos. (p. 456)

Críticas similares formulan Cohen y Nagel (1979) cuando sostienen que, para que los métodos de Mill sirvan para descubrir causas, deben incluir entre las circunstancias antecedentes la causa verdadera: "si no hemos tenido la fortuna de incluirla, eliminaremos todas las alternativas sin descubrir la causa de X" (p. 89).

El problema no pasa solamente por no haber seleccionado todos los factores atinentes, sino que también puede pasar por haberlos seleccionado mal. Un ejemplo particularmente gracioso nos lo suministra Copi (1974, p. 453): tomo whisky con soda y me emborracho, tomo vino con soda y me emborracho, tomo ron con soda y me emborracho y tomo gin con soda y también me emborracho. Por tanto, lo que me emborracha es la soda por concordar siempre con la borrachera. Esta mala selección de los factores relevantes me impide descubrir la verdadera causa de la borrachera, lo que ilustra otro aspecto del problema de los métodos de Mill para descubrir conexiones causales. En realidad, el factor concordante que habría que haber seleccionado es el componente de alcohol presente en todas las bebidas consideradas.

2. *Los métodos de Mill como reglas para probar conexiones causales.* Copi (1974, pp. 457-459) sostiene dos razones para negarle valor demostrativo a los cánones de Mill:

- a) Puesto que los métodos, como se ha expuesto, no pueden ayudar a seleccionar todos los factores atinentes, la afirmación de que uno de los factores considerados es la causa del fenómeno no tiene valor de

prueba. El experimento de la soda que emborracha no logró probar la causa de la borrachera.

- b) Las correlaciones entre factores y fenómenos no siempre son prueba de un vínculo causal, y los métodos de Mill, especialmente el de las variaciones concomitantes, concluyen un vínculo causal allí donde hay una simple correlación. Por ejemplo, el hecho de que la velocidad diaria del viento en Chicago varíe proporcionalmente durante un año o más con la tasa de nacimientos en la India, no indica que un factor sea la causa del otro (Copi, 1974, p. 458).

Desde ya, cuanto mayor sea el número de casos donde hay correlación, tanto mayor será la probabilidad de que dicha relación sea causal; pero como no se pueden examinar todos los casos posibles, las conclusiones nunca serán seguras.

Este tipo de crítica puede incluso rastrearse varios siglos antes, cuando Nicolás de Autrecourt (siglo XIV) cuestiona el método de la concordancia propuesto por entonces, diciendo que no puede establecerse que una correlación cuya vigencia se ha observado deba continuar manteniéndose en el futuro, con lo cual no se puede conseguir el conocimiento necesario de las relaciones causales (Losee, 1979, p. 52). En la misma línea de pensamiento se inscribe la conocida posición escéptica de Hume (ver al respecto Losee, 1979, p. 110).

También téngase en cuenta que la presencia de correlación no asegura que haya un vínculo causal, por cuanto la correlación entre los fenómenos estudiados podría muy bien deberse a que son efectos de una misma causa. Stuart Mill había llegado a advertir esto cuando consideró los fenómenos altamente correlacionados del día y de la noche (Losee, 1979, p. 164): en realidad, dicha correlación obedece a que ambos fenómenos dependen de ciertas condiciones, como por ejemplo la rotación diurna de la Tierra, lo que viene a mostrar que Mill tuvo conciencia de las limitaciones de sus métodos.

3. *La autocrítica de Stuart Mill.* Los diversos cuestionamientos detallados apuntan, en general, al mal uso de los métodos más que al pensamiento original de Stuart Mill, por cuanto este ya se había percatado de sus alcances y las limitaciones.

Mill había propuesto sus métodos como reglas para probar conexiones causales, pero “en sus momentos más prudentes, sin embargo, restringió la prueba de la conexión causal a aquellos argumentos que satisfacían el método de la diferencia” (Losee, 1979, p. 165). Además, Mill sostuvo que el método de la diferencia era el más importante en cuanto a su potencial para descubrir causas, y que, en este sentido, contrastaba con el método de la concordancia, que tenía dos importantes limitaciones (Losee, 1979, pp. 158-159). En primer lugar, el método de la concordancia solo sirve cuando se ha realizado un inventario exacto de las circunstancias relevantes, con lo cual su éxito depende de las hipótesis previas sobre las circunstancias relevantes. En el ejemplo del problema de aprendizaje, ya se dijo que si no se incluye el factor drogadicción como causa —y este factor es efectivamente causal—, las conclusiones seguirán un camino equivocado. En segundo y último lugar, el método de la concordancia no sirve si están en funcionamiento una pluralidad de causas. “Mill reconoció que un tipo determinado de fenómenos puede ser el efecto de diferentes circunstancias en diferentes ocasiones” (Losee, 1979, pp. 158-159). Por ejemplo, en la siguiente situación (tabla 4):

Tabla 4. *Métodos de Mill para probar conexiones causales*

Caso	Circunstancias antecedentes	Fenómenos
1	ABEF	a b e
2	ACD	a c d
3	ABCE	a f g

Es posible que B causara a en los casos 1 y 3, y que D causara a en el caso 2. Debido a que esta posibilidad existe, solo se puede concluir que es probable que A sea la causa de a .

En general, Stuart Mill estableció la limitación de sus métodos en su carácter inductivo. En efecto, Para él,

la lógica debe estudiar principalmente la teoría de la inducción como el único método adecuado para las ciencias. Los conocimientos científicos son producto de la inducción, pues las mismas generalidades ideales que se suponen adquiridas "a priori" son el resultado de generalizaciones inductivas. La previsión de los fenómenos tiene, por tanto, un carácter probable [que] no es nunca seguridad definitiva. (Ferrater, 1979, pp. 2227-2228)

Cabe recordar aquí que la inducción es un razonamiento cuya conclusión es probable, es decir, las premisas no alcanzan para tornarla necesaria (lo que sería el caso de la deducción).

4. *Reivindicación de los métodos de Mill.* Copi (1974) cuestiona los métodos de Mill como instancias de descubrimiento y de prueba, pero los reivindica diciendo que, si se agrega una hipótesis adicional que postule un universo finito de causas, pueden obtenerse conclusiones seguras o necesarias, es decir, fundadas en la deducción y no en la inducción (los métodos de Mill son esencialmente inductivos). En el ejemplo del problema de aprendizaje, si se agrega como premisa adicional que las "únicas" causas posibles del problema de aprendizaje X son A , B y C , entonces la conclusión de que C es la causa efectiva es necesaria.

Así presentados, los métodos de Mill "aparecen como instrumentos para someter a ensayo la hipótesis. Sus enunciados describen el método del 'experimento controlado', que constituye un arma indispensable de la ciencia moderna" (Copi, 1974, p. 461). Copi (1974) redondea su reivindicación señalando que, si bien las leyes causales nunca pueden ser descubiertas con los métodos de Mill, ni pueden estos establecer *demonstrativamente*

(deductivamente) su verdad, estos métodos “constituyen los modelos básicos a los cuales debe adecuarse todo intento por confirmar o refutar, mediante la observación o el experimento, una hipótesis que confirme una conexión causal” (p. 464).

Cohen y Nagel (1979) también cuestionan los métodos como procedimientos de descubrimiento y de prueba, pero los reivindican indicando que, aunque no pueden servir para probar causas, sirven para eliminar otras. Copi (1974) dice: “los métodos de Mill son esencialmente eliminatorios”. En el ejemplo del problema de aprendizaje, aunque métodos como el de la concordancia no prueban con certeza que *C* es la causa de *X*, sí prueban con certeza que *A* y *B* no lo son.

Así, Cohen y Nagel (1979) señalan que los métodos de Mill

son de indudable valor en el proceso de llegar a la verdad, pues al eliminar las hipótesis falsas, restringen el campo dentro del cual podemos encontrar las verdaderas. Y aún cuando no logren eliminar todas las circunstancias irrelevantes, nos permiten establecer (con cierta aproximación) de modo tal las condiciones para la producción de un fenómeno que podamos distinguir aquella hipótesis que, desde el punto de vista lógico, es preferible a sus rivales. (p. 90)

En el siglo XIX surgieron otras propuestas de sistematización de diseños de investigación. A modo de ejemplo puede citarse a William Whewell, quien con su *Novum Organum Renovatum* buscó revalorizar el *Novum Organum* de Bacon.

El siglo XX: hacia una profundización de los diseños experimentales

Ya desde las primeras décadas del siglo XX comienzan a advertirse algunos cambios en el estudio de los diseños experimentales que pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

La importancia de los métodos de la diferencia y de las variaciones concomitantes. Los actuales diseños experimentales están en general más vinculados a los métodos de la diferencia y de las variaciones concomitantes de Stuart Mill.

La semejanza con el método de la diferencia radica en que precisamente en los modelos experimentales actuales una situación típica es aquella donde se comparan dos grupos: a uno se lo somete a la influencia de un posible factor causal *A* y al otro no, con la esperanza de que luego el primer grupo presente el efecto *X* y el segundo no. En otros términos, en los diseños experimentales actuales se ha dado cada vez más importancia a la idea (ya anticipada por Mill cuando destacó la importancia del método de la diferencia) según la cual ellos están destinados fundamentalmente a “descartar” o refutar una hipótesis más que a probarla.

La semejanza con el método de la variación concomitante radica en el análisis cuantitativo, típico de los métodos actuales. Muchas veces no basta con someter un grupo a la influencia de un posible factor causal *A*, sino que además se introducen variaciones cuantitativas en dicho factor para ver si se produce una variación concomitante en el efecto *X*. Un ejemplo de ello son los experimentos sobre nuevas drogas para curar enfermedades.

El método de los residuos no guarda relación con los métodos actuales si se consideran como diseños experimentales en sentido restringido. Ya se ha indicado que uno de los motivos por los cuales se utilizaba

este método era para investigar situaciones donde no se podían introducir cambios artificialmente.

El método de la concordancia, por último, es en general bastante diferente a ciertos procedimientos experimentales actuales típicos. Mediante el método de Mill se comparaban distintos casos en los que se producía el efecto X y donde había diferentes causas posibles; por ejemplo, en un caso están las causas posibles $A-B-C$ y el efecto X . En cambio, en el procedimiento actual no se hace un descarte progresivo de causas hasta que quede, por ejemplo, C ; en su lugar, se selecciona previamente la causa C y se la somete a prueba y los demás factores (A y B) son tratados como variables extrañas, buscándose controlar su influencia con procedimientos como la aleatorización.

La importancia de la aleatorización. Un pionero de este procedimiento de selección al azar fue Fisher (1954), que lo propuso cerca de 1925. La aleatorización es otra técnica de control de variables extrañas y, en varios sentidos, la mejor de todas. Un ejemplo típico de su empleo es aquel estudio que quiere averiguar si el ruido es causa del estrés. Luego de seleccionar dos grupos de sujetos, al primero se le administra ruido y al otro no, y luego se miden los niveles de estrés. Si en el primer grupo se hubieran elegido todos sujetos con ocupaciones estresantes y en el segundo no, no se podría saber si el estrés resulta del ruido o de la ocupación. Para resolver este problema se eligen a todos los sujetos al azar, lo que aseguraría con bastante confianza que habría la misma proporción de ocupaciones estresantes y no estresantes en ambos grupos, es decir, quedarían nivelados o igualados en esa y otras muchas variables como edad o sexo, excepto en el ruido. Se concluye así que si hay diferencias de estrés luego del tratamiento experimental, debe ser adjudicado al ruido y no a las otras variables extrañas.

Autores como Campbell y Stanley (1966) asignan particular importancia a la “randomización” o aleatorización desde el momento en que

llegan a sostener que es un criterio importante para diferenciar diseños experimentales de diseños no experimentales.

La diversificación de los diseños. En los manuales de metodología de la investigación de las últimas décadas no aparecen ni las tres tablas de Bacon ni los cinco cánones de Stuart Mill, salvo como curiosidad histórica. A cambio, no solamente se describe una mayor cantidad de diseños experimentales (muchos basados en aquellas tablas y cánones o en una combinación de estos), sino que además cada autor ofrece su propia sistematización, lo que significa que no existe una estandarización universal al respecto.

Incluso dentro de los textos dedicados a diseños experimentales en ciencias sociales existe una gran variedad taxonómica. Por ejemplo, Campbell y Stanley (1995) han identificado dieciséis tipos, agrupados como diseños preexperimentales, cuasiexperimentales y experimentales propiamente dichos. Asimismo, Selltiz, Mahoda, Cook (1980) describieron seis diseños: de solo después, de antes y después con dos grupos, con un grupo, con grupos intercambiables, con tres grupos y con cuatro grupos. Clasificaciones algo o muy distintas a las mencionadas pueden encontrarse también en León y Montero (1995), Arnau (1980), Hernández, Fernández y Lucio (1996), O'Neil (1968), Kohan (1994) y Greenwood (1973). Algunos diseños tienen funciones muy específicas. Por ejemplo, el diseño de cuatro grupos de Solomon, mencionado por varios de los anteriores autores, está destinado a probar un vínculo causal controlando la influencia de variables extrañas como la interacción y otras variables desconocidas. Sin embargo, los diseños experimentales han sido vinculados clásicamente a las ciencias naturales, lo que obliga a examinar esta cuestión en relación con las ciencias sociales.

Los diseños experimentales en ciencias sociales

Tal como han sido presentados hasta ahora, los diseños experimentales fueron pensados originalmente para las ciencias naturales, es decir, para lo que podría denominarse la “ciencia clásica” surgida a partir del Renacimiento y cuya representante más conspicua fue la física.

De allí en más, sobre tal modelo experimental fueron constituyéndose la química, la biología y otras hasta que, hacia fines del siglo XIX surge un “nuevo” tipo de ciencias, hoy conocidas como las ciencias sociales, tales como la psicología, la sociología, la antropología, la historia o la lingüística.

Por entonces, varios pensadores establecieron una escisión radical entre ambos modelos de ciencia. Wilhelm Dilthey (1833-1911), en particular, justificaba esta separación en que, mientras los fenómenos naturales debían abordarse mediante la explicación causal, los fenómenos sociales debían abordarse mediante la comprensión (*verstehen*). El método experimental, fundado en la explicación causal, se adaptaba muy bien a las ciencias naturales pero no a las ciencias sociales, que más que buscar leyes generales debían concentrarse en la comprensión de sujeto individual.

Una manera de entender la diferencia entre ambos modelos de ciencia requiere remontarse a la teoría de las cuatro causas expuesta por Aristóteles en su *Metafísica*, donde distinguía las causas material, formal, eficiente y final. De todas ellas cabe destacar aquí las dos últimas.

En términos actuales, la causa eficiente es aquello que provoca un fenómeno, mientras que la causa final es aquello hacia lo cual el fenómeno tiende. La causa eficiente de la vida es una serie de circunstancias fortuitas, de reacciones físico-químicas o como quiera llamárseles que

engendraron materia viviente. En cambio, la causa final de la vida es aquello hacia lo cual tiende: su propia supervivencia.

Trasladando esta distinción al contexto de la oposición entre ciencias naturales y sociales, en general y de manera simplificada, la causa eficiente —o simplemente causa— es estudiada por las ciencias naturales, mientras que la causa final es más propia de las ciencias sociales. Por ejemplo, *explicamos* el movimiento planetario a partir de una causa como la fuerza gravitacional, mientras que *comprendemos* a un hombre o a una sociedad a partir del fin hacia lo cual tienden: la realización de determinados proyectos, valores o destinos. La causa eficiente ocurre antes que el fenómeno, mientras que la causa final ocurre después, guiando al fenómeno a evolucionar en determinado sentido. Decir que un niño llora porque tiene hambre supone invocar una causa eficiente, mientras que decir que llora porque quiere que venga la madre supone sustentar una causa final.

Ya en el siglo XX una gran cantidad de autores asumieron ciertas posiciones respecto a la relación entre ambos modelos de ciencia, posturas que pueden ser agrupadas en tres tipos:

- 1) Las ciencias naturales y las sociales son modelos de cientificidad radicalmente diferentes, tal como lo sugiere la posición de Dilthey (trad. 2010). Autores como von Wright (1989), por ejemplo, describen históricamente esta situación en términos de una ciencia “aristotélica” y otra “galileana” a partir del tipo de explicación que cada una propone. La aristotélica propone explicar los fenómenos por su finalidad (explicaciones finalistas o teleológicas), mientras que la galileana explicarlos por sus causas (explicación causalista o mecanicista). Más recientemente Elster (1992) ha llegado a sostener que la distinción más esclarecedora y profunda que puede hacerse entre las distintas ciencias puede formularse según el tipo de explicación que utilizan: causal e intencional o finalista.

- 2) Las ciencias naturales y las sociales no son diferentes, en el sentido de que las ciencias sociales se reducen sin más al modelo de las ciencias naturales. Según este modelo netamente positivista, representado entre otros por Comte y Stuart Mill (von Wright, 1989), todas las ciencias se basan en un único método, que es el de las ciencias naturales, y funcionan como modelo para las ciencias sociales. El positivismo propone la explicación causal a partir de leyes generales y critica las explicaciones finalistas por ser acientíficas.
- 3) Las ciencias naturales y las sociales no son diferentes, en el sentido que las ciencias sociales —sin reducirse a las naturales— incluyen enfoques metodológicos típicos de las ciencias naturales. Por ejemplo, Aaron (1979) sostiene que las ciencias sociales son al mismo tiempo comprensivas y causales; así, en historia o sociología se indagan también antecedentes causales. Sin embargo, este autor destaca la importancia de la comprensión, “pues el objetivo de las ciencias de la cultura es siempre comprender los sentidos subjetivos, es decir, en último análisis, el significado que los hombres han atribuido a su existencia” (p. 253).

Más recientemente, Habermas (1994) ha intentado mostrar que las ciencias sociales también incorporan procedimientos de las ciencias naturales en la medida en que detectan ciertas regularidades empíricas y, a partir de allí, elaboran leyes generales sobre lo social.

Las explicaciones causales conviven actualmente con las explicaciones finalistas no solo en las ciencias sociales, sino también en una ciencia natural como la biología, donde no faltan autores que sostienen que los organismos vivientes orientan su desarrollo hacia una determinada finalidad.

Ahora bien, ¿qué tienen que ver estas consideraciones con los diseños experimentales? Si se toma en consideración la tercera postura —a la cual adscribe el autor de este artículo— los diseños experimentales considerados, fundados en la causalidad eficiente, pueden ser aplicados

a cualquier tipo de ciencia siempre y cuando, claro está, la situación pueda ser provocada artificialmente para medir sus efectos. En particular, su aplicación en las ciencias sociales ha sido estandarizada por diversos autores ya mencionados, tales como Campbell y Stanley (1995), para disciplinas como las ciencias de la educación, y Selltiz, Mahoda, Deutsch y Cook (1980), para la psicología. Ello no significa reducir las ciencias sociales a las ciencias naturales porque las primeras cuentan con otros modelos fundados en la comprensión y en el finalismo así que no tienen por qué entrar en conflicto con la explicación causal. Por ejemplo, pueden aplicarse los diseños experimentales para probar si los grupos humanos ejercen influencia sobre las opiniones de sus integrantes, o para probar si el método de enseñanza, la personalidad del docente y el horario de las clases influyen o no sobre el rendimiento escolar.

Conclusiones

Ya desde sus albores, la humanidad ha intentado conocer y controlar cada vez mejor la naturaleza y a los demás hombres. Desde entonces los procedimientos que ha ideado han sido cada vez menos precarios y costosos en esfuerzo, tiempo y dinero, y cada vez más eficaces y económicos hasta desembocar en los actuales diseños experimentales que permiten descubrir y probar conexiones causales, que es la forma en la que la ciencia clásica concibe el camino hacia el conocimiento y hacia el control de los fenómenos.

Del análisis de los diversos planteamientos sobre diseños experimentales propuestos a lo largo de la historia, se desprende que su evolución no fue ajena a la evolución de la idea de ciencia en cada época. No resulta extraño, por tanto, considerar el incremento en la preocupación por los diseños experimentales desde finales de la Edad Media y el Renacimiento, precisamente la época en que poco a poco surge la idea de

ciencia tal como es entendida hoy en día. Por entonces el conocimiento científico comenzó a adquirir independencia del conocimiento filosófico a partir de la apropiación de un método propio, basado precisamente en los diferentes diseños experimentales que se propusieron.

Tampoco han de resultar extraños ciertos cuestionamientos acerca de la aplicabilidad de los diseños a las ciencias sociales, derivados de ciertas concepciones según las cuales estas últimas tienen un modelo de científicidad diferente. Sin embargo, en la actualidad se ha reconocido que todas las ciencias, incluyendo las sociales, admiten el empleo de los diseños experimentales otrora surgidos en el seno de las ciencias naturales.

Referencias

- Aaron, R. (1979). *Las etapas del pensamiento sociológico*. Buenos Aires: Fausto.
- Aristóteles. (Trad. 1965). *Metafísica*. Madrid: Herder.
- Arnau, J. (1980). *Psicología experimental: un enfoque metodológico*. México: Trillas.
- Bacon, F. (Trad. 1951). *Novum Organum, I, 105*. Buenos Aires: Lumen.
- Campbell, D. & Stanley, J. (1966). *Experimental and quasi-experimental design for research*. Chicago: Rand McNally.
- Campbell, D., & Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Cohen, M., & Nagel, E. (1979). *Introducción a la lógica y al método científico: vol. II lógica aplicada y método científico*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Copi, I. (1974). *Introducción a la lógica* (15ª ed.). Buenos Aires: Eudeba.
- Crombie, A. (1979). *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo* (tomo 2, 2ª ed.). Madrid: Alianza.

- Dilthey, W. (2010). *Introduction to the Human Sciences*. Princeton: Princeton University Press.
- Elster, J. (1992). *El cambio tecnológico*. Barcelona: Gedisa.
- Fatone, V. (1969). *Lógica e introducción a la filosofía* (9ª ed.). Buenos Aires: Kapelusz.
- Ferrater, J. (1979). *Diccionario de filosofía*. Madrid: Alianza.
- Fisher, R. (1954). *Tablas estadísticas para investigadores científicos* (2ª ed.). Madrid: Aguilar.
- Galilei, G. (1632/1945). *Diálogo sobre los dos sistemas principales del mundo*. Madrid: Losada.
- Greenwood, E. (1973). *Metodología de la investigación social*. Buenos Aires: Paidós.
- Habermas, J. (1994). *La lógica de las ciencias sociales*. Madrid: Tecnos.
- Hernández, R., Fernández, C., & Lucio, P. (1996). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Kohan, N. (1994). *Diseño estadístico para investigadores de las ciencias sociales y de la conducta*. Buenos Aires: Eudeba.
- León, O., & Montero, I. (1995). *Diseño de investigaciones. Introducción a la lógica de la investigación en psicología y educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Losee, J. (1979). *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia* (2ª ed.). Madrid: Alianza.
- Mill, J. S. (1843). *A System of Logic*. London: Longmans Green.
- O'Neil, W. (1968). *Introducción al método en psicología* (2ª ed.). Buenos Aires: Eudeba.
- Selltiz, C., Mahoda, M., Deutsch, M., & Cook, S. W. (1980). *Métodos de investigación en las relaciones sociales*. Madrid: Rialp.
- Von Wright, G. (1989). *Explicación y comprensión*. Madrid: Alianza.