

# Ciencia y metáforas

*Los viejos ruidos ya no sirven para hablar*

*Héctor A. Palma* [1]

[1] Universidad Nacional de Gral. San Martín Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Tecnología 'J. Babini'

“Era una metáfora. La metáfora es siempre  
la mejor manera de explicar las cosas  
(J. Saramago, Todos los nombres)

Pensamos y hablamos todo el tiempo con metáforas, aunque no reparamos en su ubicuidad, seguramente porque hemos naturalizado su uso. También nos hemos acostumbrado a relacionar las metáforas con el registro literario o retórico del lenguaje, ámbitos en los cuales su uso disfruta de cierta impunidad. Sin embargo, siempre hay algo sospechoso e incómodo en las metáforas si se las relaciona con las ciencias, siempre necesitan una coartada, algún permiso extraordinario para entrar en un terreno que le está vedado desde siempre. Y está claro por qué: según la imagen estándar, las ciencias se relacionan con el lenguaje referencialmente riguroso, formalizado, pautado y controlado, mientras que la literatura o la retórica, por su parte, se vinculan con la creatividad, la asociación libre, la falta de límites lógicos y formales. Se trata, sin duda, de visiones estereotipadas y *cuasi* mitológicas más que reales, pero que han gozado de tanto alcance y difusión que propiciaron un tácito pacto cultural de caballeros y siglos de tranquilidad: la literatura (y la retórica) con un dominio hegemónico sobre un territorio -hablando de metáforas- que a la ciencia no le interesa; la ciencia, por su parte en la búsqueda

de un lenguaje neutro y depurado, despreciando las expresiones figuradas o desviadas.

Sin embargo, ¿qué hacen sino una metáfora, los que sostienen que el universo es una especie de organismo, o bien que es una *máquina*, o que es un *libro* escrito en caracteres matemáticos; los que sostienen que la humanidad o una civilización se *desarrolla* o *muere*; que las leyes de la economía o la sociología son equivalentes a las de la física newtoniana; que entre las empresas comerciales, las innovaciones tecnológicas, o aun entre los pueblos y culturas hay un mecanismo de *selección de tipo darwiniano*; que el mercado se autoregula a través de la *mano invisible*; que la mente humana es como una *computadora* o bien que una computadora es como una *mente*; que la ontogenia humana repite o reproduce la *filogenia* o, por el contrario, que la filogenia repite la *ontogenia*; que la *información* de una generación a otra se transmite mediante un *código genético*? Muchas veces, y en defensa del privilegio epistémico de la ciencia, suele señalarse que expresiones como las precedentes son meras formas de hablar, un lenguaje figurado o desviado que cumpliría, en el mejor de los

casos, funciones didácticas o heurísticas, pero que no expresaría la genuina explicación que la ciencia posee pero que es inaccesible para los no especialistas. Es indudable que esta es una parte del problema, aunque la menos interesante y que, en infinidad de ocasiones las metáforas utilizadas resultan intentos de descripción y/o explicación acerca del mundo. Tres argumentos pueden avalar esto, a saber: en primer lugar la enorme cantidad de metáforas en todas las áreas científicas lleva a sospechar fuertemente que su presencia es la regla y no la excepción y que se trataría más de un expediente cognoscitivo, que mera o solamente, heurístico o retórico; en segundo lugar que en casi todos esos casos las expresiones metafóricas no son sustitutos o paráfrasis de otras expresiones literales y más esotéricas que los científicos usarían entre pares o entre entendidos, sino la forma única y habitual en la que se expresan; en tercer lugar que las consecuencias teóricas y prácticas de las metáforas son parte del corpus teórico al cual pertenecen, al modo de los teoremas de un sistema axiomático. De modo tal que, al menos a modo de hipótesis de trabajo, se puede afirmar que *las metáforas que utilizan los científicos*

dicen algo por sí, y no como meras subsidiarias de otras expresiones consideradas literales y tienen una función cognoscitiva y epistémica legítima e insustituible. Esta hipótesis no apunta a una devaluación de la ciencia porque usa metáforas (al modo de Nietzsche por ejemplo o algunos irracionalismos posmodernos) ni abona una perspectiva que lleve a una literaturalización de la ciencia sino, por el contrario, a una reivindicación o revalorización del uso epistémico de las metáforas. No se trata de la ciencia, se trata de comprender mejor las metáforas.

### Las metáforas científicas

Pero de qué estamos hablando cuando hablamos de metáforas científicas<sup>1</sup> o, mejor dicho, en qué se diferencia una metáfora literaria o retórica de una metáfora científica (que a partir de aquí denominaré “metáfora epistémica” o “ME”). Las ME comparten algunas características con las metáforas en general, pero también difieren en otros aspectos fundamentales, no tanto en los mecanismos (psicológicos, neurológicos

o de otra índole) que puedan generarlas, sino más bien en su función, en su historicidad y en su relación con la realidad.

En primer lugar, cuando se hace una metáfora (de cualquier tipo) algo ocurre con el significado<sup>2</sup> de las expresiones intervinientes: *aparece algo nuevo en el orden de los significados porque la metáfora no sustituye a una expresión considerada literal, sino que introduce una novedad semántica*. A. Koestler (1964) explica la generación de una metáfora a través del concepto de “bisociación” (*bisociation*), definida como la intersección de dos planos o universos de discurso ordinariamente separados (a veces incompatibles) hasta que alguien los hace converger produciendo un resultado novedoso e inesperado. Ambos planos o universos dejan de constituir mundos con una lógica propia, separados y no asociables y la inédita convergencia produce un cambio igualmente inédito en la percepción de los hechos que comienzan a ser percibidos y reorganizados según la nueva lógica producto de la transferencia metafórica o bisociación, pudiendo incluso, literalmente, *inaugurar* nuevos hechos. Comprender una metáfora no sería

descifrar un código o hacer una traducción, porque el acto metafórico crea la semejanza más que dar cuenta de una semejanza o analogía preexistente.

En segundo lugar, *los elementos contextuales, es decir la dimensión pragmática del lenguaje, es fundamental porque determina el éxito de una metáfora*<sup>3</sup>. Lo que ocurre con el significado no alcanza para explicar por qué una expresión lingüística puede ser interpretada literalmente en un contexto y metafóricamente en otro o por qué algunas metáforas (científicas o literarias) tienen éxito. Esta es una cuestión pragmática que va más allá del significado lingüístico determinado por las reglas de la gramática y de la semántica, y atiende al significado comunicativo, determinado por el contexto en que los hablantes usan la lengua según reglas que les permiten entenderse y regido según ciertos principios no demasiado rigurosos que regulan la interacción comunicativa racional. Esos elementos provenientes del contexto, que son los que permiten finalmente entendernos, determinan o influyen decisivamente en la producción y/o comprensión de las acciones lingüísticas. Este aspecto, importante para

[1] Aristóteles fue el primero en abordar sistemáticamente el estudio de la metáfora en Poética y en Retórica. Para estudios contemporáneos con relación al uso científico, véase entre muchos otros: Black, 1962, 1977; Bustos, 2001; sobre modelos y metáforas, Hesse, 1966; sobre el problema de la representación, Ibarra y Mormann, 1997; Kuhn, 1979; Nisbet, 1976; Ortony, 1979; Palma, 2004; Sevilla Fernández, y Barrios Casares, 2000.

[2] Autores que mantienen un enfoque semántico acerca de la metáfora, además de Aristóteles (Poética -1457b; Retórica -1404b y sig.), entre otros: Black, 1962, Ricoeur, 1975; Richards, 1936; y Goodman, 1968.

[3] Autores que ponen el acento en los aspectos pragmáticos en la configuración de las metáforas, entre otros: Davidson, 1984; Martinich, 1991; Davis, 1991 y Searle, 1991.

que cualquier metáfora se instale como tal, resulta mucho más importante para analizar las ME, ya que hay que dar cuenta de por qué una época instala y reproduce unas metáforas y no otras.

En tercer lugar, y aquí radica la gran diferencia con las metáforas literarias o de otro tipo, las ME se literalizan. Ellas tienen su propia historicidad y una suerte de biografía común: rápidamente mueren como metáforas y se literalizan. Lo que se inicia como una bisociación entre ámbitos ajenos, a partir del éxito y con el transcurrir temporal, acaba siendo una explicación literal en el ámbito adoptivo. Entonces, analizar una ME, requiere no solo un análisis sincrónico (el momento de la bisociación), sino también un abordaje diacrónico que explique por qué las metáforas científicas tienen éxito y rápidamente se literalizan. *Una ME surge por bisociación sincrónica seguida de una literalización diacrónica.* La literalización diacrónica ubica a la ME en el mismo campo de cualquier lenguaje considerado literal, enfrentando los problemas de la verdad, la referencia, el significado y otras cuestiones epistemológicas (irresueltas). Esto, seguramente, es un sinsentido aplicado a las metáforas literarias, porque

ellas nunca mueren<sup>4</sup> (perderían su sentido primordial y se transformarían, simplemente, en afirmaciones falsas o absurdas), pero no para una ME, que deja de estar atada a la situación o enunciado que le dio origen. Obviamente esto supone categorías de análisis distintas a las del crítico literario, que puede verlas como novedosas, triviales, reiterativas o exóticas, pero que le resulta absurdo pensar las metáforas como verdaderas o falsas en un sentido relevante. Además también se transforma en ociosa la discusión acerca de la dualidad de lenguajes alrededor de una metáfora y sobre todo acerca de la prioridad del lenguaje literal sobre el metafórico, porque una ME es lo que es en el momento en que se convierte en una explicación literal. Una ME significa sólo lo que significan las palabras usadas que la expresan: una sociedad es un organismo, una mente es una computadora, etc.

### 1. Las metáforas científicas en los estudios sobre la ciencia

Revalorizar el uso epistémico de las metáforas interpela al menos a tres campos de problemas

diferentes aunque se solapen de diversos modos: en primer lugar a la tradición epistemológica estándar, pero también a sus profundas herejías posmodernas como por ejemplo los estudios sociales de la ciencia; a la historia de las ciencias y a las ciencias biológicas y biomédicas.

Los estudios literarios tradicionales parecían haber desarrollado cierto gozo por la limitación de las metáforas al uso estético, probablemente porque la limitación comportaba no sólo una distinción conceptual sino que también recortaba un ámbito de incumbencias propio y excluyente. Por el lado de la epistemología estándar, la que comienza a instalarse y desarrollarse hacia fines del siglo XIX y sobre todo primeras décadas del XX<sup>5</sup>, pretendían haber hecho justicia: las metáforas simplemente no eran tomadas en cuenta. Hasta allí todos contentos: los epistemólogos expulsando las molestas expresiones figuradas o sesgadas y buscando la depuración extrema del lenguaje; el resto de los mortales -incluyendo los que defendían versiones irracionistas de la ciencia- gozando de las sobras a las que, sin embargo y en muchos casos, pretendían considerar como las expresiones más elevadas de

[4] Turbayne (1962) explica este proceso como el pasaje de una metáfora viva a una muerta. Véase también Lakoff y Jonson (1980)

la humanidad. En las últimas décadas el panorama ha ido cambiando<sup>6</sup> pero en un sentido no del todo adecuado. Por un lado los estudios sobre la metáfora han desbordado el ámbito acotado de las reflexiones de retóricos y filósofos de siglos pasados y, se convirtieron en objeto de análisis y reflexión de áreas de la psicología, la sociología, la antropología e incluso la inteligencia artificial. Pero, además, se ha ido configurando un clima propicio para que la reflexión sobre el problema de la relación entre conocimiento y metáforas se intensifique en el marco de los nuevos estudios sobre la ciencia: la crisis de la hegemonía teórica de la filosofía tradicional de raigambre positivista fue revelando poco a poco la insuficiencia de considerar como única tarea relevante de la epistemología la reconstrucción racional de las teorías y, al mismo tiempo, la necesidad de atender a la relevancia epistémica del proceso de desarrollo y progreso de la ciencia y, sobre todo al carácter dinámico y productivo del lenguaje. El deterioro de las tesis fuertes de la epistemología estándar produce un giro en la reflexión sobre la ciencia que comienza a tener en cuenta al sujeto que la produce, reconociendo que en las prácticas de la comunidad científica, es decir en

el proceso mismo (psico-socio-histórico), acontece la legitimación, validación y aceptación del conocimiento producido lo cual lleva a debilitar las tesis fuertes de la epistemología estándar como los requisitos de objetividad, neutralidad, intersubjetividad, distinción observación/teoría, etc.-; a la clarificación de fuertes juegos de poder –político, ideológico, académico, etc.- y al carácter constructivista y pragmatista de las afirmaciones de la ciencia; y, además, al señalamiento de la habitual invasión de la ciencia por recursos retóricos, tales como las metáforas, que son tomadas erróneamente como dato inequívoco de que no hay nada demasiado especial en la ciencia.

Como quiera que sea, el resultado de cien años de debate, puede sintetizarse, algo brutalmente, en que ha habido un gigantesco esfuerzo de la epistemología estándar por desarrollar criterios para esclarecer las diferencias y especificidades de la ciencia, criterios cuyo fracaso parcial se explica, probablemente, por su misma rigidez y exacerbación, resultando así impotentes para explicar la relación de la ciencia con otras prácticas humanas; como contraparte, las posiciones relativistas, irracionalistas, historicistas, retoricistas, o

posmodernistas<sup>7</sup>, revelando elementos concluyentes para exacerbar el papel de tales insuficiencias, contribuyeron a disolver la especificidad y a mostrar en qué se parece la ciencia a otros tipos de prácticas culturales. Pero unos fueron impotentes para entender qué relación tienen las prácticas de los científicos con el resto de la cultura, los otros fueron impotentes para entender qué tiene de específico la ciencia con relación a esas otras prácticas. Y para todos ellos el uso de metáforas ha sido visto –sea como dato positivo, sea como dato negativo- como un demérito de la ciencia, seguramente por no poner el foco en una revalorización de las mismas desde una óptica diferente.

## 2. Metáforas en la historia de la ciencia

Evidentemente, estos reacomodos conceptuales y disciplinares han tenido impacto en la historia de las ciencias que ya, después de Kuhn (1962) y los nuevos filosofía de la ciencia, se comienza a pensar no “como un depósito de anécdotas”, como una mera historia de los héroes (los que usaron correctamente el método y la racionalidad científica) y villanos (los que

[5] Véase, entre otros: Carnap, 1928; Kolakowski, 1966; Nagel, 1961; Ayer, 1959; Popper, 1935, 1963, 1970.

[6] Los cambios se inician con los llamados “nuevos filósofos de la ciencia” a partir de los años `60. Véase, entre otros: Feyerabend, 1970, 1975; Hanson, 1958; Kuhn, 1962; Lakatos y Musgrave, 1970; Toulmin, 1961, 1970.

obstaculizaron el camino de progreso, los equivocados y retardatarios) de la ciencia, sino como una reconstrucción contextualizada de los debates científicos a partir de la idea central según la cual la legitimación, validación y aceptabilidad del conocimiento científico se opera en las prácticas científicas y no como mero resultado de un proceso algorítmico y/o metodológico.

No me extenderé mucho sobre este punto pero podría arriesgarse una hipótesis de trabajo según la cual buena parte de los episodios de la historia de las ciencias pueden considerarse como un tráfico de metáforas disponibles en una época sobre las cuales la comunidad científica toma decisiones epistémicas de aceptación/rechazo como respuesta a un conjunto limitado históricamente de preguntas y problemas científicos.

Pero las ME no son una suerte de 'módulo' estándar y uniforme, identificable claramente en los distintos procesos de la historia de las ciencias, ni una categoría *a priori* y rígida en la cual encajar esos procesos, sino que adquiere variadas formas, niveles y alcances. Incluso los originales de esas metáforas científicas proceden de campos diversos. Por ello, y como no se trata de generar un catálogo o suma de las

ME a lo largo de la historia, resultará útil establecer una clasificación o taxonomía, provisoria y no exhaustiva por cierto.

En primer lugar, a lo largo de la historia encontramos lo que podríamos denominar "grandes metáforas". Se trata de metáforas muy generales, verdaderos supuestos metafísicos sobre la naturaleza o la sociedad, que atraviesan las distintas disciplinas o áreas de conocimiento y de la cultura como el arte, la literatura, la filosofía, etc., constituyendo el elemento primordial que posibilita la producción de conocimiento, que delimita el campo de lo posible en un momento. En la medida en que se trata de puntos de vista muy amplios y que marcan una época son escasos en la historia de los últimos 2500 años: quizá el concepto de *physis* griego, el mecanicismo que signó las explicaciones desde el siglo XVII durante doscientos años, o el evolucionismo del siglo XIX.

En segundo lugar, las metáforas de interacción entre campos científicos, o sea la utilización de cuerpos teóricos completos, parciales o conceptos centrales, originales de un ámbito científico particular que se exportan a otros ámbitos diferentes. Se trata, probablemente, del tipo de ME más típicas porque

funcionan horizontalmente y de las que existen más cantidad de ejemplos de intercambios fructíferos entre las distintas áreas de las ciencias. Por citar solo algunos: los conceptos y fórmulas de la física newtoniana fueron extrapolados, con mayor o menor rigurosidad, meticulosidad y felicidad a la economía y la sociología; el átomo como un sistema solar en miniatura; las ciencias biológicas, sobre todo a partir de los inéditos desarrollos en el siglo XIX (teoría de la evolución, teoría celular y de las enfermedades infecciosas), también proveyeron de metáforas a otras áreas del conocimiento como la economía, la sociología y la antropología o la antropología criminal; a su vez la teoría de la evolución se apoya en el concepto de lucha por la supervivencia tomado de la economía, más cerca en el tiempo, el análisis de la mente humana como una computadora, o a la inversa de la computadora como una mente y, probablemente una de las metáforas vigentes más fuertes, la que toma conceptos de la teoría de la información (programa, código, decodificación) en la biología molecular.

En tercer lugar, las metáforas provenientes de la cultura. Se trata no ya de metáforas que se obtienen de la exportación de teorías y/o conceptos provenientes de

[7] Sobre las sociologías del conocimiento científico, las retóricas de la ciencia y los estudios etnometodológicos de la ciencia, véase entre otros: Bal, 2002; Bauer, 1992; Bloor, 1971; De Coorebyter, 1994; Gross, 1990; Latour, 1987; Locke, 1992; Pera, 1994; Woolgar, 1988

disciplinas consolidadas hacia otras, sino simplemente de analogías y metáforas obtenidas del conocimiento común o del imaginario cultural. La lista podría ser casi interminable: el árbol de la vida de Linneo (y luego de Darwin), la mano invisible, el mercado en economía, etc.

Finalmente, las metáforas en la enseñanza y la divulgación científica, es decir los usos metafóricos propios de la didáctica, tanto en la enseñanza de la ciencia – para futuros científicos y también para no iniciados- y de la divulgación científica. En ocasiones las metáforas coinciden con las que generan los científicos, en otras ocasiones son de uso estrictamente didáctico para enseñar a un público no iniciado. En ambos casos, diferentes en muchos aspectos, el uso de metáforas corrientes y establecidas contribuye a construir y a reforzar imágenes culturales sobre el mundo y la ciencia.

### 3. Biología y Metáforas

Sin embargo, y aunque está claro que hacemos metáforas todo el tiempo y que ellas se ubican en todo el espectro cognitivo y comunicacional, no sabemos si

esa ubicuidad procede de que poseamos un mecanismo biológico fundamental que nos haga proclives a conocer a través de analogías y que sea resultado de la evolución de nuestra especie. Pero no son descabelladas preguntas como: ¿es posible considerar la generación de metáforas como uno de los mecanismos básicos de los modos humanos de obtener conocimiento sobre el mundo y aun de la producción misma del lenguaje?; o ¿puede considerarse la generación de analogías o detección/construcción de semejanzas, de las cuales las metáforas epistémicas serían un subconjunto, como una regla epigenética?; ¿puede explicarse la creatividad en general y la creatividad científica en particular como un procedimiento de tipo analógico/metafórico? Quizá se trate del conjunto más inquietante de problemas y aunque no tenemos nada concluyente al respecto bien valdría la pena avanzar en esa línea o, en todo caso profundizar algunas programas de trabajo incipientes. Sobre todo a partir de los `80 del siglo pasado los estudios sobre el lenguaje ‘figurado’, principalmente analogías y metáforas han dejado de ser prerrogativa de la retórica y comenzó a interesar a otras disciplinas, desde la lingüística a las ciencias cognitivas y a la pedagogía, de la mano de la reivindicación de su papel

en el pensamiento y en el aprendizaje y ha generado también varios modelos teóricos y computacionales<sup>8</sup>. Se destacan también los trabajos de G. Lakoff y M. Jonson (1980, 1987, 1999), pioneros en muchos sentidos, y que han provocado una importante cadena de estudios sobre el papel de las metáforas en la constitución misma del lenguaje y el pensamiento. Lakoff y M. Johnson lejos de la consideración clásica de la metáfora como parte de una función extraordinaria o periférica del lenguaje, la conciben como un mecanismo rector de “nuestro funcionamiento cotidiano, hasta los detalles más mundanos”. La tesis más fuerte de Lakoff y M. Jonson es que la metáfora no es tan solo una propiedad de ciertos enunciados, sino que se trata de un mecanismo cognitivo subyacente de nuestra especie. La mayor parte de nuestro sistema conceptual sería, para ellos, de naturaleza metafórica. Indudablemente esto va mucho más allá de la esfera de la lingüística y ubica a la metáfora no solo como determinantes de nuestra visión del mundo, sino como condición de posibilidad del conocimiento. Los humanos, para Lakoff y M. Johnson categorizan el mundo a través de metáforas y aunque las palabras que se utilizan reflejan distinciones conceptuales hechas por una cultura



particular, nuestro mundo conceptual no está limitado a las categorías provistas por nuestra cultura, pues nuestras habilidades cognitivas nos permiten extender los significados “literales” de las categorías y usarlos en nuevos sentidos transferidos.

#### 4. Final (abierto)

Como ya se ha dicho al principio, de ninguna manera se trata de literaturalizar la ciencia como si ello fuera un demérito que le niega sus pretensiones de objetividad y su capacidad de describir y controlar el mundo. En todo caso hay que repensar el estatus y las funciones de las metáforas epistémicas pues ellas no son ni casuales, ni inocentes, ni banales, y claramente ocupan un lugar central en el discurso científico. Quizá, incluso, haya que invertir los términos de la discusión: reconocer que la literatura también ha generado buenas metáforas a lo largo de los siglos, pero que, en algún sentido, se las ha apropiado y monopolizado ilegítimamente. Después de todo, las metáforas de la ciencia no son menos bellas, y probablemente, incluso, sean más ricas y potentes.

Received: 12/03/2015

Accepted: 21/04/2015

[8] Entre otros, véase: Gentner, 1983, 1989; Gentner y Toupin, 1996; Gentner, y Markman, 1997; Thagard, 1986.

## Referencias

- Aristóteles, (1990), *Poética*, Caracas, Monte Avila.
- Aristóteles, (2000), *Retórica*, Madrid, Alianza.
- Ayer, A. (comp.) (1959), *Logical Positivism*, Glencoe, The Free Press. En castellano: *El positivismo lógico*, México, FCE (1965).
- Bal, M. (2002), *Travelling concepts in the Humanities*, Toronto, University of Toronto Press.
- Barnes, B., (1985), "El problema del conocimiento", en Olivé (comp.), 1985.
- Bauer, H.H. (1992), *Scientific Literacy and the Myth of Scientific Method*. Urbana, University of Illinois Press.
- Black, M., (1962), *Models and metaphors*, Ithaca, Cornell University Press. En castellano: *Modelos y metáforas*, Madrid, Tecnos, 1966.
- Black, M., (1977), "More about metaphors", *Dialectica*, 31; reimpresso en Ortony, (ed.), 1979.
- Bloor, D., (1971), *Knowledge and Social Imaginary*, David Bloor. En castellano: *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, 1998.
- Burt, E., (1925), *The Metaphysical Foundations of Physical Science*, N.Y., Harcourt, Brace and Co. En castellano: *Los Fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Bs. As., Sudamericana, 1960.
- Bustos, E. de, (edit) (2001), *La metáfora*, Madrid, FCE.
- Carnap, R., (1928), *Der logische Aufbau der Welt*, Berlín, Weltkreis.
- Cohen, I., (1995), *Interactions*, Massachusetts, MIT Press.
- Davidson, D., (1984), *Inquiries into Truth and Interpretation*, Oxford, Clarendon (reimpresso en Davis, S., 1991). En castellano: *De la verdad y de la interpretación*, Barcelona, Gedisa, 1995.
- Davis, S., (1991), *Pragmatics*, N.Y., Oxford University Press.
- De Coorebyter, V. (ed) (1994), *Rhetoriques de la Science*, París, PUF.

- Feyerabend, P., (1970), *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. IV. En castellano: *Contra el método*, Barcelona, Planeta Agostini, 1993.
- Feyerabend, P., (1975), *Against Method*, Londres, NLB. En castellano: *Contra el método*, Madrid, Planeta Agostini, 1995.
- Fuller, S. (1993), *Philosophy, Rhetoric and the End of Knowledge*. Madison, University of Wisconsin Press.
- Gentner, D. (1983), "Structure-mapping: A theoretical framework for analogy", *Cognitive Science*, 7, 155-170
- Gentner, D. (1989), "The mechanisms of analogical learning". En S. Vosniadu, & A. Ortony (Eds.) *Similarity and analogical reasoning*, New York, Cambridge University Press.
- Gentner, D. y Markman, A. (1997) "Structure mapping in analogy and similarity", *American Psychologist*, 52 45-56.
- Gentner, D. y Toupin, C. (1996), "Systematicity and surface similarity in development of analogy", *Cognitive Science*, 10, 277-300
- Goodman, N., (1968), *The Languages of Art*, Indianapolis, Bobbs-Merrill. En castellano: *Los lenguajes del arte*, Barcelona, Seix Barral, 1976.
- Gross, A.G., (1990), *The Rhetoric of Science*, Cambridge, Harvard University Press.
- Hanson, N. R., (1958), *Patterns of Discovery*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hesse, M. (1966), *Models and Analogies in Science*, Notre Dame, University of Notre Dame Press.
- Ibarra y Mormann, (1997), *Representaciones en la ciencia*, Barcelona, Ediciones del Bronce.
- Koestler, A. (1964), *The Act of Creation*, N.Y., Penguin Books.
- Kolakowski, L., (1966), *Die Philosophie des Positivismus*, Warszawa, PanstwoweWydawnictwo Naukowe. En castellano: *La filosofía positivista*, Madrid, Cátedra, 1988.
- Kornblith, H., (comp.) (1994), *Naturalizing epistemology*, Massachusetts, MIT Press.
- Kuhn, T. (1990), "The Road since Structure", PSA, Vol. 2.
- Kuhn, T., (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press. En castellano: *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE, 1992.
- Kuhn, T., (1979), "Mepahor in Science", en Ortony, 1979.

- Lakatos, I. y Musgrave, A., (edit.) (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press. En castellano: *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.
- Lakoff, G. y Johnson, M., (1980), *Metaphors we Live by*, Chicago, University of Chicago Press. En castellano: *Metáforas de la vida cotidiana*, Madrid, Cátedra, 1998.
- Lakoff, G. y Johnson, M., (1999) *Philosophy in the Flesh. The embodied mind and its challenge to western thought*, New York, Basic Books.
- Lakoff, G., (1987), *Women, fire and dangerous things: what categories reveal about the mind*, Chicago, University of Chicago Press.
- Latour, B., (1987), *Science in Action*, Cambridge, Harvard University Press. En castellano: *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor, 1992.
- Locke, D., (1992), *Science as Writing*, Yale University. En castellano: *La ciencia como escritura*, Madrid, Fronesis, 1997.
- Martinich, A., (1991), "A theory for metaphor", en Davis, 1991.
- Merton, R., (1973), *The Sociology of Science*, N.Y., FreePress. En castellano: *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, 1977.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science*, N.Y., Harcourt.
- Nagel, E. et al (1962), *Logic, Methodology and Philosophy of Science. Proceeding of the 1960 International Congress*, Stanford, Stanford University Press.
- Nisbet, R., (1976), *Social Change and History*, N.Y., Oxford University Press. En castellano: *Cambio social e historia*, Barcelona, Editorial Hispano Europea, 1985.
- Olivé, L. (comp.), (1985), *La explicación social del conocimiento*, México, U.A.M.
- Ortony, A., (1979), *Metaphor and Thought*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Palma, H. (2004), *Metáforas en la evolución de las ciencias*, Buenos Aires, J. Baudino.
- Pera, M., (1994), *The Discourses of Science*, Chicago, University of Chicago Press.

- Popper, K., (1935-1958), *The Logic of Scientific Discovery*, Londres, Hutchinson (revisada de 1958 del original alemán de 1935). En castellano: *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1999.
- Popper, K., (1963), *Conjectures and Refutations*, Londres, Routledge and Kegan Paul. En castellano: *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*, Bs. As., Paidós, 1989.
- Popper, K., (1970), *Objective Knowledge*, Oxford, Clarendon. En castellano: *Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista*, Madrid, Tecnos, 1988.
- Ricoeur, P. (1975), *La métaphore vive*, París, Editions du Seuil. En castellano: *La metáfora viva*. Madrid, Cristiandad, 1980.
- Richards, I.A., (1936), *The Philosophy of Rethoric*, Oxford, Oxford University Press.
- Searle, J., (1991), "Metaphor", en Davis, 1991.
- Sevilla Fernández, J., y Barrios Casares, M. (edit.) (2000), *Metáfora y discurso filosófico*, Madrid, Tecnos.
- Thagard, P. (1986), *Mind: Introduction to Cognitive Science*, Cambridge, Mass., MIT press.
- Toulmin, S., (1961), *Foresight and understanding*, N.Y., Harper Torchbooks.
- Toulmin, S., (1970), *Human Understanding*, Princeton, Princeton University Press. En castellano: *La comprensión humana*, Madrid, Alianza, 1977.
- Turbayne, C., (1962), *The Myth of Metaphor*. En castellano: *El mito de la metáfora*, México, FCE, 1974.
- Woolgar, S., (1988), *Science: the Very Idea*, Londres, Tavistock. En castellano: *Ciencia: abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos, 1993.