

LAS BASES EPISTEMOLÓGICAS DE LA CIENCIA MODERNA CONVENCIONAL^{1, 2}

EPISTEMOLOGICAL BASES OF CONVENTIONAL MODERN SCIENCE

Luis Fernando Gómez³ & Leonardo Ríos-Osorio^{4,5}

RESUMEN

Dentro de diferentes campos académicos, como los de corte ecologista o posmoderno, se han hecho fuertes críticas a las bases epistemológicas de la ciencia moderna convencional. Sin embargo, dichas bases se encuentran esparcidas en la literatura con pocos intentos de presentarlas de manera sistemática y relativamente completa. En consecuencia, el presente artículo pretende recoger las diversas bases epistemológicas de la ciencia moderna convencional que se encuentran dispersas y hacer una caracterización general y más amplia de la que se suele encontrar en la literatura.

Palabras clave: Ciencia moderna hegemónica, principios de la ciencia moderna convencional, método científico

ABSTRACT

There is a strong tradition in ecologism that argues that conventional modern science is unsuitable for explaining the current environmental crisis. Therefore it states it is necessary to develop a new science grounded in epistemological bases different from those of conventional modern science. Although some of the epistemological bases of conventional modern science are mentioned in several publications, attempts to present them in an orderly and complete way have not been found. As a result, the present paper aims at compiling the epistemological bases of conventional modern science scattered in the literature and present them in a systemized way.

Key words: Hegemonic modern science, principles of conventional modern science, scientific method

1 Recibido: 16 de septiembre de 2014. Aceptado: 10 de noviembre de 2014.

2 Este artículo se debe citar como: Gómez, Luis & Ríos, Leonardo. "Las bases epistemológicas de la ciencia moderna convencional". *Rev. Colomb. Filos. Cienc.* 14.29 (2014): 33-56.

3 Departamento de Ciencias Sociales, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), Bogotá. Correo: luis.fgomez@udca.edu.co

4 Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín.

5 Bogotá, Colombia.

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de soluciones a los actuales problemas ecológicos ha conducido a que personas tanto desde la filosofía como desde la ciencia afirmen que la ciencia hegemónica no es adecuada para enfrentar la actual crisis ecológica. Se argumenta que esta se ha construido bajo unas bases epistemológicas que simplemente no son capaces de abordar las características de las dinámicas ecológicas (Noguera 2004; Gliessman 2007; Naredo 2010; Morin 2011). Sin embargo, no se encuentra en estos textos un intento de dar una descripción sistemática de los elementos que constituyen las bases epistemológicas de la ciencia convencional. Por otra parte, escritos desde la filosofía y la historia de la ciencia que se han ocupado de distinguir la ciencia moderna convencional o hegemónica tampoco hacen una caracterización amplia de sus rasgos fundamentales, describiéndola parcialmente y de maneras diferentes en función de los puntos que están interesados en resaltar (Fragio 2011). Por ejemplo, Hilary Putnam (1966) la equipara con la propuesta del positivismo lógico, centrándose principalmente en los aspectos lógicos y lingüísticos de la imagen. Por su parte, Hector Palma (1998) avanza al señalar que la imagen heredada de la ciencia –nombre que le da Putnam (1966) a la ciencia hegemónica- no se restringe a la del positivismo lógico, así sea uno de sus grandes exponentes y defensores, pero hace una caracterización muy general que pasa por alto importantes aspectos metodológicos, al igual que no hace mención de los posibles principios centrales que la rigen. Como resultado lo que se encuentra en la literatura no es una lista completa o amplia de las bases epistemológicas de la ciencia moderna convencional, sino elementos desperdigados a través de diferentes autores y textos provenientes de diversos campos.

La presente reflexión parte de la hipótesis de que no se ha realizado una caracterización amplia de la ciencia moderna convencional, lo que dificulta el análisis de la crítica que desde el pensamiento ecologista se quiere hacer a ésta. Por esto, este artículo tiene como objetivo describir las bases epistemológicas de la ciencia convencional, sin pretender dar una lista completa pero esperando servir como un modelo que permita una mejor crítica a la ciencia moderna convencional o al planteamiento de alternativas a esta.

2. LAS BASES EPISTEMOLÓGICAS DE LA CIENCIA MODERNA CONVENCIONAL

La pregunta rectora del presente artículo es cuáles son los rasgos distintivos de la ciencia moderna convencional, i.e., aquella forma de hacer ciencia que se fue

constituyendo como hegemónica y que se presenta como la forma adecuada de hacer ciencia –guiando los criterios para el diseño de programas académicos, la aceptación de textos en revistas científicas y de proyectos de investigación en instituciones reguladoras y patrocinadoras de la actividad científica, entre otras dinámicas-, y frente a la cual se oponen otras propuestas como la sistémica, la posmodernidad, la decolonialidad e incluso ciertas tendencias dentro del feminismo académico. Así, lo que aquí se busca saber no es, como en el caso de Thomas Kuhn (2004), qué distingue un campo o disciplina científica particular sino, por el contrario, cuáles son los elementos comunes que hacen que una teoría científica pueda distinguirse como moderna convencional. Dichos elementos son aquí llamados *bases epistemológicas* porque son estos de los que parte cualquier práctica científica para estructurar la manera como conoce su objeto de estudio. Dichos elementos no poseen las mismas funciones o son de un mismo tipo, por lo que han sido agrupados en cinco clases o aspectos generales, los cuales estructuran la presente caracterización.

2.1. Aspectos lógicos

Leonardo Boff (2002) señala que dentro de la modernidad hegemónica, existen por lo menos tres tipos de lógica. La primera es la *lógica de la identidad*, la cual parte del supuesto de que el mundo está constituido por entidades autónomas que se explican a sí mismas. Esta es la lógica que subyace a la imagen hegemónica de la ciencia, en la que esta es autosuficiente y se explica a sí misma. Precisamente esta lógica postula que el entorno no afecta a un objeto y por eso puede estudiarse aislado. Asimismo, es una lógica universalista y ahistórica, pues al considerar únicamente al texto, desconoce su contexto.

La segunda es la *lógica de la diferencia*, la cual define objetos o fenómenos en función de otros. Un ejemplo es la categoría de discapacidad que clasifica una gran variedad de personas con respecto a una idea de persona capaz o «normal», generando un modelo o referencia desde el cual las configuraciones corporales que no se ajusten a ella son vistas como desventajosas y como estructuras incompletas –poseedoras de alguna carencia- del cuerpo humano «verdadero», «normal» o «auténtico». Su definición de objetos y procesos en función de otros se da mediante la oposición, generando dualismos como biológico/cultural, natural/artificial o sexo/género, en los que un término es el opuesto del otro y por lo tanto son entidades separadas e incomunicadas. Así, desde esta lógica, la biología no tiene nada que ver con la cultura, el género no afecta al sexo, y los seres humanos son los únicos que alteran su entorno –i.e. lo artificializan-.

La tercera es la *lógica dialéctica*, que hace una especie de confrontación entre las dos anteriores para obtener una síntesis. Esta lógica no es relevante dentro

del pensamiento científico ortodoxo contemporáneo. Por ejemplo, Karl Popper (1974 408) la rechazó por reconocer la contradicción, pues “si uno aceptara la contradicción, tendría que renunciar a toda actividad científica”, ya que admitir contradicciones “significaría un total desmembramiento de la ciencia”, y llevaría a que “todo planteamiento tiene que ser aceptado”. No obstante, incluyó la dialéctica porque ha sido la base lógica de las teorías de cuño marxista, que si bien no hacen parte del pensamiento moderno hegemónico, son la contraparte ortodoxa que ha conducido a procesos reformistas en vez de radicales, particularmente en lo que respecta a la ciencia.

2.2. Aspectos delimitantes

Ya desde René Descartes (1992) se puede apreciar una lucha de la ciencia por desterrar del mundo que ella dice describir ciertos discursos que han sido tradicionales en el mundo europeo. El primero y más fundamental, es la exclusión de lo sobrenatural. Efectivamente, una de las características más distintivas de la ciencia hegemónica, y que por lo general se pasa por alto, es que se ocupa exclusivamente de fenómenos u objetos no sobrenaturales –mundanos-, al igual que proscribía toda explicación que recurra a causas sobrenaturales. Esto ha venido acompañado de un intento continuo de separarse de la metafísica, que si bien no es lo mismo, parece sospechosamente cercana.

La idea de que la metafísica no tiene cabida en el discurso científico es de larga data (Westfall 2007). Por ejemplo, Otto Neurath (1973 307), dentro del positivismo lógico, afirmaba tajantemente que “la concepción científica del mundo rechaza toda filosofía metafísica” (1973 307). Asimismo, Karl Popper (1985) distinguió entre enunciados universales y existenciales, anotando que los primeros son propios de la ciencia, mientras los segundos son metafísicos.

La lucha por la expulsión de la metafísica de la empresa científica involucró una reflexión sobre el lenguaje. Para que la ciencia pudiera efectivamente deshacerse de la metafísica y «mantener a raya» otros elementos indeseables de otras esferas de las visiones del mundo humanas, el lenguaje que emplea tenía que ser estrictamente controlado y concebido de una manera particular. Así, la concepción ortodoxa de la ciencia creó una idea del lenguaje como medio pasivo que se limita a describir el mundo. De esta manera, el lenguaje científico no es poético y en consecuencia, la práctica científica no es exegética y el científico ejerce únicamente el papel de observador. Justamente, diversos autores han eliminado la agencia humana de la ciencia planteando que esta última no interpreta sino que describe el mundo objetivo, pues se ocupa de entidades naturales que son ahistóricas y no problemáticas, y que se le presentan de modo espontáneo y determinado (Fragio 2011). Precisamente, Karl Popper

habló de un “Mundo Tres”, el de la ciencia, constituido por el conocimiento objetivo, el cual “es totalmente independiente de toda pretensión individual de saber; también es independiente de toda creencia, preferencia personal, o de toda aprobación o acto”, es decir, es un “conocimiento sin un sujeto cognoscente” (1974 109).

Esta limitación del lenguaje dentro de la ciencia hegemónica no se restringió a la creación de un estilo de escritura en el que el agente desaparece a través del uso de la voz pasiva y otras tecnologías literarias, pues a su vez ha pasado por diversos intentos por restringir el tipo de enunciados que componen el discurso científico. En primera instancia, la visión convencional de la ciencia moderna a través del positivismo lógico, intentó limpiar el discurso científico planteando la reformulación de las teorías científicas en términos de enunciados analíticos únicamente. Esta tecnología literaria fracasó y Karl Popper (1974; 1985) la reemplazó por una reformulación de teorías e hipótesis exclusivamente en términos de enunciados universales, al igual que le dio prominencia a la función descriptiva del lenguaje por encima de la argumentativa, asumiendo que cada una está escindida de la otra. Asimismo, la historia del empirismo ha sido la de la construcción de un discurso impersonal a través de la matematización de hipótesis y leyes, en la que el lenguaje matemático se ha visto históricamente como el lenguaje propio de la ciencia –y del mundo, como se ha dicho desde Galileo–.

Estos esfuerzos de depuración literaria parten del supuesto de un acceso no mediado por el lenguaje al mundo material –aspecto metafísico que se tratará más adelante– que implica la creencia de que el lenguaje es un medio pasivo de comunicación de ideas, pensamientos y observaciones y no un sistema generador de dichos procesos. Esta concepción del lenguaje ve a este último como un proceso originalmente literal y secundariamente metafórico, de donde se deduce que la metáfora puede ser evitada o por lo menos confinada al «contexto de descubrimiento» (Quine 1951).

La creencia en un lenguaje literal encierra la práctica científica en sí misma, separándola del resto de la *Weltanschauung* moderna hegemónica. De esta manera, la ciencia se las ve únicamente con el mundo material, siendo un compartimento estanco que no tiene contacto directo con las demás esferas de la agencia humana. Así, la visión hegemónica de la ciencia la presenta como una empresa neutra en la que los conflictos teóricos solo responden a aspectos lógicos y empíricos, por lo que siempre se pueden solucionar recurriendo a la realidad, negando así todo sesgo particular, interés político, creencia religiosa, moral, cultural o ética pues, como señaló Karl Popper (1981), ella es conocimiento sin sujeto cognoscente.

Asimismo, la lucha contra la metafísica condujo a la imagen de una ciencia que sólo se ocupa de hechos empíricos, afirmando que lo que se percibe por los sentidos o mediante instrumentos es lo que da fundamento a nuestro conocimiento. Esta es la base del empirismo, que prioriza la visión, fundando una visión del mundo ocucéntrica y una epistemología *proobservación*, restándole importancia a las explicaciones por considerarlas metafísicas (Hacking 1996).

La imagen ortodoxa al limitar la ciencia al *contexto de justificación*, la circunscribe esencialmente a sus aspectos básicos y teóricos, separándola tajantemente de su aplicación. Por ejemplo, Alan Sokal y Jean Bricmont advierten que la ciencia debe entenderse como “un empeño intelectual por entender el mundo”, y no confundirla con “la ciencia aplicada y la tecnología” (1999 220). Igualmente, Bunge (1992) escribe que ciencia y técnica son campos distintos y no deben confundirse. Por su parte, Karl Popper (1997) habla de “ciencia pura”, que distingue de su aplicación, y señala que esta tiene como objetivo general “la búsqueda de la verdad”.

La ciencia básica tiende a su vez a restringirse a la ciencia natural. Precisamente, en el mundo anglosajón, en el siglo XIX el término ciencia comenzó a ser restringido a las ciencias experimentales (Hayek 1942). G.H. von Wright (1971), quien ha confinado la ciencia a las ciencias naturales, ha hecho hincapié en que la filosofía de la ciencia ha construido su imagen de la ciencia con base en la metodología de las ciencias naturales y en los fundamentos de las matemáticas. No obstante, y este autor lo reconoce, la imagen convencional de la ciencia ha ido incorporando a las ciencias sociales pero bajo la idea de que deben tomar a la física como paradigma. Esto ha conducido a una idea de las ciencias sociales en que ellas deben regirse por los mismos principios, objetivos y métodos de las ciencias naturales y en las que estas son presentadas como ciencias aún «inmaduras» que necesitan un mayor refinamiento. Precisamente Craig Dilworth (2006 ubic. 135) apunta que si se concibe la ciencia como una empresa en cuyo centro se encuentran unos principios que la definen y rigen su desarrollo, se puede imaginar a la física y la química más cercanas a este centro –pues la aplicación de dichos principios han tenido mayor éxito en estos campos-, “mientras la biología se encuentra más alejada del centro, y las ciencias sociales aún más”.

Por último, la ciencia hegemónica opera a través de círculos de inclusión y exclusión, en lo que la validez de una teoría, resultado o hipótesis es función de su entrada y aceptación dentro de los círculos más interiores (De Greiff 2012). La publicación en ciertas revistas, la vinculación con ciertos centros o grupos de investigación o instituciones académicas son requerimientos indispensables para ser aceptado y avalado por la comunidad científica. Si una

propuesta no se realiza en algunos de estos espacios no hará parte del registro científico. En la actualidad, mecanismos como el *factor de impacto*, acreditaciones y clasificaciones nacionales e internacionales restringen los espacios en los que se crea y publica la ciencia (Simons 2008). Igualmente la ciencia moderna se constituyó en tres idiomas –inglés, alemán y francés– que hoy día se están reduciendo al inglés, en el caso de textos que circulan a nivel global y no local (Mignolo 2003; Ortiz 2009).

2.3. Aspectos metafísicos

Aunque la expulsión de todo elemento metafísico de la ciencia moderna ha sido uno de los objetivos de la posición hegemónica, la ciencia requiere de la metafísica, pues sin un nivel metacientífico no es posible darle sentido y coherencia a esta práctica. En el caso de su concreción moderna convencional, Craig Dilworth (2006) menciona tres *principios centrales* trascendentales que rigen y guían la práctica científica. Este autor, siguiendo a Kant, señala que la metafísica se puede concebir como constituida por dos aspectos principales, que llama el «trascendente» y el «trascendental». El primero denota aquello que se encuentra más allá de todo dominio accesible como el conocimiento, la experiencia o el lenguaje. Por su parte, el aspecto «trascendental» de la metafísica comprende las convicciones más profundas que una persona tiene sobre la naturaleza de la realidad, y las cuales conforman las precondiciones para la manera en que ella experimenta el mundo. Así, para Dilworth, y en el caso de la ciencia, existen unos principios que deben poseer los científicos acerca de la naturaleza misma de la realidad. Ya que son los presupuestos básicos a partir de las cuales los científicos experimentan el mundo, “no pudieron haber resultado de la empresa científica”, sino que la anteceden, por lo que son “precientíficas o metacientíficas” (2006 ubic. 93), y por lo tanto son trascendentales y se encuentran en la base misma de la ciencia. Además son centrales y no periféricos porque son ellos los “que hacen que la ciencia sea como es y no de otra manera” (2006 ubic. 101), es decir, son principios ontológicos que permiten distinguirla a lo largo de su historia, a pesar de ser una práctica altamente dinámica y heterogénea.

El primer principio es el *principio de la uniformidad de la naturaleza*, el cual postula que “estados similares de la naturaleza son seguidos por estados similares” (2006 ubic. 679), i.e. el cambio en el mundo responde a leyes. Este principio concibe el mundo de forma determinista, aunque su determinismo no es necesariamente estricto, y de él se deriva la búsqueda de leyes y la postulación de la predictibilidad como una de las características fundamentales de la ciencia moderna convencional. Asimismo, el principio de la uniformidad de

la naturaleza es el principio legal de la ciencia moderna, pues las leyes empíricas de cada disciplina no son más que concreciones de este, es decir, la forma que adopta en casos particulares. En consecuencia, las diversas disciplinas no se diferencian por buscar o enunciar leyes diferentes, sino por ocuparse de sustancias u objetos distintos.

El segundo principio es el *principio de sustancia*, que afirma que “la sustancia existe de forma perpetua y el cambio no es más que una transformación de la sustancia” (2006 ubic. 695). Este principio refina la idea cartesiana de res extensa al señalar que la materia toma diversas formas, al mismo tiempo que manifiesta la expulsión de lo sobrenatural del mundo material. Igualmente, el principio de sustancia genera una jerarquía ontológica entre disciplinas científicas en la que la sustancia de la física está en la base de todas, seguida de la sustancia de la química, la biología y finalmente la de las ciencias sociales. En consecuencia, las ciencias están diferenciadas, en primer lugar, por la sustancia de la cual se ocupan. De esta suerte, la física se caracteriza por ocuparse de la energía –que involucra el movimiento de los cuerpos–; la química, de la materia; la biología, de la vida, y así sucesivamente.

El tercer y último principio central de la ciencia moderna ortodoxa según Dilworth (2006), es el *principio de causalidad*, que “establece que el cambio es causado” (2006 ubic. 716). Así, para la ciencia moderna, todo pasa por algo, y la identificación de ese algo es lo que constituye una buena parte de las explicaciones científicas. Se debe recordar que en la empresa científica todas las causas son mundanas, i.e. no sobrenaturales, aunque no necesariamente físicas, como sucede con las causas formales. Igualmente las causas para la ciencia moderna son eficientes –i.e. que producen algo–, a diferencia de la concepción aristotélica en la que eran finales –i.e. que se producen o existen para algo–. Además, este principio en su forma ortodoxa implica el *principio de contigüidad*, el cual estipula que las causas de un fenómeno están siempre adyacentes a sus efectos, excluyendo así toda acción a distancia.

Estos tres principios centrales en su concepción ortodoxa involucran otros dos principios o ideas que es necesario mencionar. El primero, que está relacionado con el principio de causalidad y que podríamos llamar *principio de unidireccionalidad causal*, establece que el efecto producido por una causa no influye apreciablemente en ella (Bunge 2006). El segundo tiene que ver con el principio de la uniformidad de la naturaleza, y establece que todo evento E_0 está compuesto de pocos elementos o relaciones simples, por lo que tiene una configuración relativamente homogénea que hace que siempre que ocurra será sucedido de un evento E_j . En otras palabras, para afirmar –como se deriva del principio de la uniformidad de la naturaleza– que ocurrirá E_j siempre que suceda

E_0 , se debe suponer que estos eventos son lo suficientemente simples –aunque no necesariamente lineales- como para esperar que desencadenen el mismo tipo de efectos. Este presupuesto puede llamarse *principio de simplicidad*.

Según Craig Dilworth (2006), los principios centrales realizan cuatro funciones dentro de la empresa científica. En primer lugar, ellos establecen lo que se debe comprender como necesario o posible, tanto dentro de la práctica en general como para cada una de las disciplinas científicas. En segundo lugar, los principios centrales son los encargados de organizar la racionalidad científica, al delimitar el pensamiento científico mediante el establecimiento de límites que señalan qué puede considerarse posible dentro de esta práctica. En tercer lugar, ellos dictan los presupuestos sobre los que descansa la actividad científica, determinando así su metodología. Por último, los principios centrales también tienen la función de operar como modelo para las definiciones básicas tanto de la práctica científica en general como de sus disciplinas.

Fuera de la dimensión trascendental del aspecto metafísico de la ciencia, a la que pertenecen los principios centrales, existe una dimensión trascendente que denota aquello que se encuentra más allá de todo dominio accesible como el conocimiento, la experiencia o el lenguaje (Dilworth 2006). Para la ciencia moderna convencional lo trascendente corresponde al mundo objetivo, entendido como realidad independiente de la agencia humana (Maturana 2002). Esta afirmación trae otro presupuesto implícito, que es la creencia de que los seres humanos tenemos la capacidad de hacer referencia a entidades independientes de nosotros, es decir, que están determinadas, para emplear un concepto de la mecánica cuántica. Este presupuesto metafísico podría llamarse entonces, *objetividad trascendente*.

La objetividad trascendente es el presupuesto metafísico legitimador de la empresa científica. “Si no hay verdades objetivas, la ciencia no tiene nada de particular” (Bunge 1992 39). La ciencia convencional, apoyada en la convicción de la posibilidad de acceso al mundo *tal como es*, se presenta como práctica que logra liberarse de las creencias y la agencia humana al recurrir a la realidad como árbitro final para validar sus hipótesis. Así, este presupuesto legitima la idea de una ciencia neutra y de enunciados universales. Esto se puede ver en Alan Sokal y Jean Bricmont (1999 215), quienes afirman que en la práctica científica, al confrontarse con la realidad mediante la confirmación experimental, “las cualidades personales de los científicos y sus creencias no tienen la menor pertinencia para la evaluación de sus teorías”, o en Jesús Mosterín, quien se deshace de las esferas humanas al señalar que “en ciencia, el hombre propone y la realidad (a través de la experiencia) dispone”, concluyendo que “en último término, sola (*sic*) la realidad nos informa acerca de la realidad” (2001 49).

Ligada a esta objetividad trascendente, al principio de la uniformidad de la naturaleza, y a las dos lógicas preponderantes en la ciencia ortodoxa se encuentra la idea de esencias u entidades ontológicas. Tal es la centralidad de esta concepción no sólo en la ciencia sino en la modernidad en su conjunto, que las lenguas modernas indoeuropeas orbitan alrededor del verbo ser (Levinas 1999). Este esencialismo está a su vez relacionado con la idea de naturaleza, la cual ha jugado un papel central en la ordenación del mundo moderno. Este término que es polisémico, hace parte de varias dicotomías tales como natural/sobrenatural, naturaleza/cultura, natural/artificial, heredado/adquirido, inevitable/modificable, que hacen ambiguo su empleo. Entre estos dualismos se cuenta el *res cogitans/res extensa*, el cual ha sido crucial en la escisión del ser humano de su entorno, que privilegia la mente sobre el cuerpo y que frecuentemente sostiene que la primera es independiente del segundo, y que también ha creado la idea de un mundo prístino que no interactúa con las poblaciones humanas y que de cierta manera es mejor o más deseable que uno que ha entrado en interacción con estas.

Relacionado con los elementos trascendentes anteriores se encuentra el monismo. Aunque este también se da a nivel metodológico, mediante la creencia en la existencia de un único método en la ciencia –como se verá más adelante–, este es un aspecto con una fuerte base metafísica. En el caso de la ciencia, el monismo es epistemológico y generalmente ha tomado dos formas, una racional que sostiene que los seres humanos tenemos capacidades cognitivas y perceptivas semejantes, y otra empírica que recurre a la naturaleza misma de las cosas para afirmar que todas las personas habitamos un mundo común (Echeverría 2008). El monismo epistemológico conduce a la creencia en la unidad del conocimiento, i.e. que hay una sola forma correcta de categorización del mundo, y por lo tanto a la convicción de que el consenso no solo es posible sino indispensable e inevitable dentro de la práctica científica (Niiniluoto 1994).

El monismo epistemológico exige la búsqueda de teorías únicas totalizantes en la práctica científica. Este descansa actualmente en la idea de falsabilidad, la cual señala que dos hipótesis no pueden dar cuenta del mismo hecho y por eso, el «Tribunal de la realidad» a través de la constante experimentación y puesta a prueba irá eliminando textos rivales para al final dejar uno único. Esta idea es recurrente en la ciencia hegemónica después de Karl Popper y se ha materializado en metáforas que muestran las hipótesis como organismos que compiten entre sí para que al final quede una única sobreviviente, o que pintan la historia de la ciencia como un cementerio lleno de hipótesis y teorías que fracasaron en su intento de representar correctamente la realidad, que

develan una concepción monista del mundo en la que puede haber solo una representación válida –«verdadera» en el lenguaje convencional- del mundo.

Todos estos elementos trascendentes ubican a la verdad en el centro de la imagen convencional de la ciencia. A través de todo el siglo XX, las personas defensoras de esta imagen han ido construyendo una idea de ciencia que se define por una verdad trascendente. Karl Popper llama al conocimiento científico “conocimiento verdadero” (1974) y afirma que la responsabilidad distintiva del “científico puro” es “la búsqueda de la verdad” (1997 123); Mario Bunge (2006 20) señala que la ciencia “busca alcanzar la verdad fáctica”; David Papineau (1994 305) escribe que “la finalidad de las creencias científicas es la de ser verdaderas” y agrega que ellas “tratan de representar el mundo tal como es”; Fernando Broncano (1994 278) asegura que “no podemos entender el objetivo de la investigación, y con ello el mismo fundamento de la institución científica, prescindiendo de la verdad como valor irreductible a otros”; y David Shumway y Ellen Messer-Davidow (1991 217) escriben que desde el siglo XIX, las filosofías de la ciencia en su búsqueda de un criterio de demarcación entre prácticas científicas y no-científicas, “si bien no niegan que otras disciplinas pueden tener algunas de las características de la ciencia, afirman que dichas disciplinas carecen del único requerimiento para el estatus científico, «la verdad»”.

2.4. Aspectos metodológicos

En décadas recientes se ha dado una amplia discusión acerca de la existencia *del* método científico, el cual varios autores han identificado como el aspecto distintivo de la ciencia convencional (Bunge 2006; Westfall 2007). Sin embargo, otros sostienen que no hay un paradigma único, entendido como manera de hacer las cosas, que se ajuste a todas las prácticas científicas ortodoxas (Putnam 1994). Por su parte, autores que defienden la existencia del método difieren en su identificación, algunos señalando al método hipotético-deductivo como el método de la ciencia, otros a la inducción, y otros simplemente hablan de un «método experimental» (Ruiz y Ayala 2000; Westfall 2007). Además, estos autores no hacen una descripción pormenorizada o sistemática de dicho método. Por ejemplo, Carl Hempel (1979) escribe que si bien la inducción puede ser el método de la ciencia ortodoxa, no existe una formulación de éste como procedimiento mecánico -así sea de forma general- y, por lo tanto, no hay unas «reglas de inducción» universalmente aplicables que conduzcan a la generación de teorías o hipótesis a partir de datos o hechos empíricos. Mario Bunge coincide con Hempel al aceptar la imposibilidad de plantear un procedimiento mecánico para toda la práctica científica, señalando que “lo que hoy

se llama «método científico» no es ya una lista de recetas para dar con las respuestas correctas a las preguntas científicas” (2006 64).

A pesar de estas diferencias, varios académicos señalan la ciencia experimental, como práctica general y no como método particular, como el paradigma propio de la ciencia moderna hegemónica (Haraway 1989; Bunge 2006). Así, ésta es presentada bajo un modelo planetario, en el que las prácticas experimentales están en el centro y alrededor se distribuyen aquellas ciencias que no contrastan sus hipótesis y teorías mediante el diseño experimental, estando más alejadas aquellas que tienen el menor control sobre su objeto de observación y su entorno. Omid Nodoushani (1999) distingue como los componentes principales del método experimental la toma de muestras, la cuantificación, el análisis matemático, la prueba de hipótesis derivadas de unas posibles leyes, el uso de herramientas estadísticas y el diseño de experimentos. De manera similar, Mario Bunge (2006 33) anota que la experimentación científica “requiere la manipulación, la observación y el registro de fenómenos; requiere también el control de las variables o factores relevantes; siempre que sea posible debiera incluir la producción artificial deliberada de los fenómenos en cuestión, y en todos los casos exige el análisis de los datos obtenidos en el curso de los procedimientos empíricos”.

El establecimiento de la experimentación como base epistemológica de la ciencia por parte de la imagen hegemónica ha sido de una fuerza tal que ha cambiado profundamente la idea de *hecho*. Como mencionamos en los aspectos metafísicos, el hecho es uno de esos elementos trascendentes que conforman el principio legitimador de la ciencia, pero los hechos que han venido a constituir la base de la ciencia no son aquellos presentes en el mundo objetivo para ser descubiertos mediante la observación, sino los que emergen producto de la experimentación, i.e. los resultados experimentales (Chalmers 2006).

No obstante, existe una serie de elementos anteriores que han determinado cómo se observa, cómo se registra y cómo se estudia dentro la ciencia experimental, los cuales generalmente son transparentes a los filósofos de la ciencia, pero que constituyen el componente procedimental de las bases epistemológicas de la ciencia convencional. Hablamos de componentes procedimentales y bases epistemológicas porque estos indican la forma en que debe manipularse el mundo y los sistemas teóricos para hacer inferencias y desempeñarse adecuadamente en la práctica científica. De esta manera, las bases epistemológicas son aquellos elementos del paradigma científico hegemónico -entendido como el conjunto de operaciones aceptadas y comunes entre los practicantes de la ciencia convencional- sobre los que reposa y se alimenta todo su ejercicio (Imershein 1977). Así, las bases epistemológicas no son específicas de ninguna disciplina,

sino que son aquellas pautas, protocolos y formas de justificar y legitimar las creencias científicas generales de las que se derivan las pautas, protocolos, y demás elementos praxiológicos y conceptuales de las disciplinas particulares.

El primer elemento praxiológico sobre el que reposa la ciencia moderna ortodoxa es la analítica. Esta se puede rastrear hasta René Descartes (1992), cuyo método está constituido únicamente de cuatro preceptos, de los cuales uno es el análisis. Este se puede entender como el ejercicio de dividir un fenómeno, proceso u objeto de estudio en sus partes o elementos constitutivos con el fin de estudiar cada uno por separado. Este método parte del supuesto de que el todo es la suma de las partes y por eso el estudio de cada una de ellas conduce a la comprensión total, vía síntesis. Esta herramienta es una base tan fundamental del edificio científico convencional que constituye el enfoque mismo de éste, como sugiere la descripción cotidiana de la actividad científica que frecuentemente recurre a ella en su forma sustantiva o verbal. Precisamente Karl Popper (1981 88) ve el análisis como un procedimiento consustancial a la actividad científica hasta el punto de afirmar que una unidad o fenómeno como totalidad “no puede ser objeto de investigación científica”, y Mario Bunge (2006 24) señala que la ciencia empírica entiende y explica “toda situación total en términos de sus componentes”.

El experimento es el procedimiento analítico por antonomasia de la ciencia moderna hegemónica. En él el objeto o fenómeno a estudiar es separado de su entorno regular. Esto se lleva a cabo mediante el diseño de equipos y espacios –el laboratorio– en el que el entorno es controlado y así se impide que se den otros fenómenos u objetos simultáneamente. Un ejemplo clásico es el estudio de los gases que condujo a la formulación de las leyes clásicas de estos. En el caso de la *ley de Boyle*, lo que se hizo fue estudiar la relación entre volumen y presión para un gas, para lo que se requería el control de las propiedades –difusión, expansión, densidad– de dicho gas, el entorno y otras magnitudes como la temperatura. Por esto, la ley de Boyle estipula explícitamente que ella se da a *temperatura constante* y que se refiere a gases secos. De esto, se deduce que la ciencia ortodoxa, por su carácter analítico, tiende a formular leyes que son *ceteris paribus* (Cartwright 2002).

El análisis fuera de ser herramienta praxiológica es tecnología teórica. La filosofía de la ciencia convencional –e incluso la planteada por Thomas Kuhn (2004)– ve la empresa científica como constituida por hipótesis que se pueden confirmar o refutar de manera aislada, desconociendo que hacen parte de una red de textos (Quine 1951). Esta concepción ha significado que la ciencia hegemónica conste de investigaciones empíricas que ponen a prueba una hipótesis a la vez que son presentables como autocontenidas, es decir, proyectos de investigación que no

requieren de un estudio amplio de la disciplina en que se enmarcan y mucho menos de la ciencia como un sistema discursivo más amplio.

Como ya se señaló, aquí estamos tratando del reduccionismo metodológico, el cual si bien no ha sido siempre exitoso, ha sido un procedimiento de simplificación inherente a la explicación y el entendimiento de la ciencia ortodoxa (Popper 1983). Éste ha involucrado una reducción metodológica en la que se pretende que todos los campos de la ciencia empleen los métodos propios de la física, los cuales constan de cuatro pasos fundamentales. El primero, es la búsqueda de una unidad básica, a partir de la cual se construye el edificio disciplinar. La física tiene el átomo; la química, los elementos; la biología tuvo la célula y ahora el gen, y las ciencias sociales han intentado hacer lo mismo.

El segundo paso es la cuantificación y subsiguiente matematización. Frisch (citado por De Greiff 2012 119) escribió que la física “no trata cosas sino medidas”, y esto lo han asumido a su vez las demás ciencias, a pesar de que sus éxitos hayan divergido a través de sus historias. Efectivamente, la cuantificación habitualmente ha pasado a verse como el aspecto más racional de la ciencia ortodoxa (Shumway y Messer-Davidow 1991). Como señala Craig Dilworth (2006 ubic. 1061), “la medición es lo que se encuentra en el corazón de la ciencia moderna empírica, no la experiencia de datos sensoriales o ni siquiera la observación como inspección mediante el ojo desnudo”. Esta medición debe conducir al establecimiento de relaciones entre diferentes medidas, las cuales deben ser expresadas a través de ecuaciones.

El tercer paso es la búsqueda de leyes. La ciencia ortodoxa recoge los eventos singulares y los organiza bajo patrones generales (Bunge 2006). A su vez, selecciona pautas relevantes, es decir, regularidades que concretan una característica fundamental del universo (DeWitt 2010). Este paso, vinculado al anterior, busca ser expresado matemáticamente.

Por último, la reducción a la física no solo es metodológica, sino a su vez ontológica. La ciencia ortodoxa prescribe que todo fenómeno debe buscar reducirse no a su nivel inmediatamente anterior sino hasta el nivel básico de la física. Así, la química se ocupa de elementos y compuestos que son reducibles a átomos, la biología ortodoxa se ha encaminado hacia la biología molecular, hasta el punto que su unidad, el material genético, ahora es vista como una sustancia química. De esta forma, se disuelve la diferencia entre fenómenos biológicos y no biológicos.

El tercer elemento praxiológico que distingue a la ciencia ortodoxa es su carácter procedimental. La práctica científica moderna busca diseñarse a partir de programas, es decir, a un conjunto de pasos más o menos prede-

terminados y ordenados, que bajo ciertas condiciones, alcancen siempre los mismos resultados y objetivos (Morin 2011). Efectivamente, la investigación científica se da mediante metodologías y preferiblemente, a través del diseño de experimentos, lo cual permite su replicabilidad y corroborabilidad.

El cuarto aspecto praxiológico es la sistematización. La ciencia en la modernidad es un ejercicio logocéntrico que ha buscado organizarse de manera sistemática, y esto le ha permitido generar pautas para guiar tanto la investigación futura como para llevar a cabo procedimientos como la reducción metodológica. Antes de ella, en la llamada ciencia aristotélica no se llevaba cuenta del conocimiento alcanzado en un momento dado acerca de un tema u objeto de estudio dado, hasta el punto de que se podría afirmar –bajo la visión del mundo hegemónica actual- que nada concreto se estableció a pesar de siglos de investigación (Westfall 2007). Por el contrario, la ciencia hegemónica “no es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí” (Bunge 2006 33). Esto conduce a una racionalidad que diseña la investigación con base en resultados anteriores y avanza a partir de estos (Cerdea 2008; Hernández, Fernández, y Baptista 2010), a su vez que organiza la ciencia en conjuntos de principios, leyes, hipótesis y teorías que respondan a lógicas que a su vez permiten deducir conclusiones a partir de estos (Bunge 2006).

El quinto elemento praxiológico en la ciencia moderna hegemónica consiste en restarle importancia a la explicación. Fruto de la confluencia de diferentes tramas de la red textual que constituye la ciencia convencional –e.g. la antimetafísica, la medición, la pretensión de neutralidad, etc.–, la ciencia hegemónica ha defendido insistentemente la idea de que ella se debe limitar a establecer el comportamiento de los fenómenos y las relaciones formales entre ellos, sin ahondar en por qué ocurren (Berman 1995). De esta forma, para la concepción heredada de la ciencia, una explicación es la deducción de un fenómeno a partir de unas leyes universales y unas condiciones iniciales (Hempel 1979; Popper 1985). Aquí es importante anotar que al haber diferentes tipos de leyes científicas, entre las cuales están las leyes causales, no toda explicación científica consiste en señalar la causa de un fenómeno, como habitualmente se piensa (Bunge 2006).

La desestimación de la explicación está ligada con una concepción instrumental de la causalidad, en la que esta no remite a razones, poderes o características de entidades, sino que expresa simplemente la existencia de una regularidad. En consecuencia, las leyes científicas no son concebidas como manifestaciones de la manera como opera el mundo, es decir, como representaciones cercanas o confiables de leyes naturales (Dilworth 2006).

Esto parece contradecir los aspectos metafísicos de la visión del mundo moderna hegemónica, la cual es profundamente realista u objetivista, hasta el punto de que éste es uno de los puntos que hace que exista una visión realista de la ciencia que se opone al positivismo o empirismo, dando la sensación de que el segundo no es realista. Sin embargo, la propuesta del positivismo no es relativista ni maneja una ética de corte pluralista, sino que es una posición que difiere con el realismo en que insiste enfáticamente en que la ciencia se debe limitar a la investigación de fenómenos observables y al establecimiento de relaciones formales entre ellos. Lo que propone el empirismo es que la ciencia no debe «alzar vuelo» e intentar *comprender* el mundo, planteando teorías acerca de cómo es este en verdad –un paso extra que da el realismo–, sino que se debe restringir al mundo observable, fenoménico, i.e. a lo que *efectivamente* pasa. En consecuencia, el empirismo es más una propuesta metodológica y no ontológica que señala que es el poder predictivo y la constante corroboración empírica de una teoría lo que le debe dar su validez y utilidad, en vez de atributos, como el poder explicativo, que fácilmente conducen a la ciencia dentro del terreno de la metafísica (Hacking 1996).

El sexto aspecto praxiológico es la intersubjetividad. La ciencia es una empresa colectiva cuyos hechos, teorías, metodologías e hipótesis deben ser sometidas al escrutinio público (Palma 1998). La reproducibilidad es un atributo necesario en la experimentación científica, mientras la revisión de investigación por pares, el empleo, la comparación y corroboración de resultados, la estandarización de procedimientos, conceptos y medidas, son exigencias y prácticas rutinarias del quehacer científico. La ciencia opera únicamente de manera colectiva. La autoridad es un rol reflexivo, aunque se sostenga también por diversas estrategias entre las que cuentan las políticas.

El séptimo aspecto metodológico o praxiológico, que se desprende del monismo, es la empresa de unificación de la ciencia, central en la propuesta del positivismo. Esta se planteó como uno de sus objetivos centrales la restauración de la unidad en torno a una misma concepción de lo real, que estaba dada por el conocimiento científico (Moya 1997). Un ejemplo de esto fue el proyecto del positivismo lógico de elaborar una *Enciclopedia internacional de las ciencias unificadas*, el cual veía como una necesidad reducir la pluralidad de lenguajes entre las ciencias y tender puentes entre ellas que posibilitaran la homogeneización de conceptos, teorías e hipótesis, con el fin de eliminar las contradicciones existentes entre distintas disciplinas (Neurath 1973). La unión de la ciencia es metodológicamente una empresa lógica, y no es equivalente al reduccionismo, aunque este es una forma de metodología unificadora.

El método de organización moderno hegemónico de la ciencia involucra a su vez la disciplinabilidad y la especialización. La ciencia ortodoxa se compartimenta en disciplinas, que son sistemas discursivos-praxiológicos que están constituidos alrededor de un conjunto de tecnologías literarias y teóricas que guían y estructuran la experiencia de campo, que a nivel metodológico regulan los métodos y procedimientos que son considerados válidos dentro de ellas, y que a nivel teleológico establecen ideas determinadas sobre los propósitos que se persiguen en la investigación dentro de ellas. Todo esto define, a su vez, los medios para establecer los criterios de verdad y justificación de validez de afirmaciones dentro de ellas (Petrie 1992). Así, y a pesar del reduccionismo tanto metodológico como ontológico y la pretensión de unidad de la ciencia, los diferentes campos científicos desarrollan sus propios bienes internos, fines, patrones de excelencia, etc., de manera relativamente independiente de los demás, generando sistemas parcialmente cerrados.

Asimismo las disciplinas se fragmentan a su interior y exhiben prácticas internas que son altamente diferenciables entre sí, conduciendo a quienes las practican a dedicarse a un campo mucho más reducido dentro de su disciplina, el cual tiene sus propias características (Becher 1990). Esta especialización no es un fenómeno reciente sino un rasgo distintivo producto de la alta productividad y complejización de la ciencia moderna desde su consolidación en el siglo XIX (“Specialization in scientific study” 1884).

2.5. Aspectos tradicionales

Uno de los aspectos más novedosos de la descripción de Thomas Kuhn (2004) del desarrollo de la ciencia moderna convencional tiene que ver con el reconocimiento de elementos tradicionales en esta. Por tradición se entiende aquí un sistema conductual propio de un grupo social que ofrece un marco para la acción y que tiene como relevantes el ritual y la repetición, y no la persistencia en el tiempo como se suele creer (Giddens 2001). Efectivamente, Kuhn (2004) señala que los aprendices son introducidos en la práctica no a través de conceptos, teorías y leyes en abstracto, sino mediante la ejecución de tareas ejemplares altamente mecánicas –e.g., solución de problemas, realización de experimentos– que muchas veces se encuentran en textos canónicos. Éstos, que generalmente corresponden en la educación formal a los libros de texto, no tienen como única función la estandarización de ejemplos, ya que a su vez regulan los temas, conceptos, teorías y autores que los miembros del colectivo de pensamiento deben manejar y conocer. Por ejemplo, dentro de la formación en ecología convencional, los libros de texto organizan esta práctica alrededor de temas como ciclos biogeoquímicos, niveles de organización y componentes

ambientales (Margalef 1992; Odum 1994; González y Medina 1995). De igual manera, el posicionamiento de autores como Kuhn y Popper dentro de la filosofía de la ciencia, ha hecho que conceptos como falsación, paradigma y ciencia normal sean canónicos, y que ahora se empleen ampliamente tanto como tecnologías teóricas como literarias.

Habitualmente la imagen hegemónica de la ciencia se ha opuesto a la idea contemporánea de que los sistemas discursivos tienen un gran peso e incluso determinan la empresa científica. Como se mencionó anteriormente, esta imagen sostiene que la autoría y la literalidad de un texto científico carecen de importancia pues la contrastación de este con el mundo es el paso que, en definitiva, establece su validez (Bunge 1992; Sokal y Bricmont 1999). Sin embargo, algunos ejemplos de la historia de la ciencia muestran la importancia que las tecnologías teóricas y literarias tienen en la empresa científica, y estas responden a tradiciones, es decir a trayectorias textuales que las configuran y determinan. Un primer caso está dado por el *demonio de Maxwell*, un ejercicio mental planteado a finales del siglo XIX y del cual se ocuparon importantes figuras de la física como el mismo Maxwell, lord Kelvin y Planck, y cuya primera solución ampliamente aceptada fue presentada por Charles H. Bennett (1982) en los años 1980. El fracaso de los primeros investigadores en proporcionar una solución no se debía a falta de datos o confrontación empírica, sino a la carencia de una tecnología teórica apropiada para formular una explicación de por qué dicho demonio no violaba la segunda ley de la termodinámica. Dicha tecnología teórica apareció después de 1945 bajo el concepto de información y por eso no se dio una explicación satisfactoria sino hasta 1982. Por otro lado, la explicación de Bennett es satisfactoria porque responde a la tradición de la ciencia hegemónica en la que la idea de la información es reconocida como metáfora válida, a diferencia de otras visiones del mundo en que esta es vista como metáfora inapropiada (Maturana y Varela 2006). Así, la validez de la propuesta de Bennett no se explica recurriendo a la experiencia, sino a una tradición, una red de textos, en la que el concepto de información existe y es posible.

3. CONSIDERACIONES FINALES

La ciencia moderna hegemónica o convencional ha recibido fuertes críticas desde diferentes corrientes de pensamiento –ambientalista, ecologista, posmoderna, decolonial, feminista, entre otras-. No obstante, los esfuerzos por generar una caracterización o descripción exhaustiva de esta siguen siendo escasas. Es más, los intentos de definir la ciencia moderna convencional aún no son ampliamente discutidos, siendo probablemente el concepto de “concep-

ción heredada de la ciencia” de Putnam uno de los pocos con una amplia difusión. Las diversas críticas serán más robustas si hacen una distinción clara y profunda de la ciencia moderna hegemónica.

Por otro lado, una caracterización amplia de la ciencia moderna probablemente permitirá ahondar en discusiones que a veces se quedan en ciertos sectores especializados dentro de los estudios de la ciencia como la pertinencia de concebir las ciencias sociales y las ciencias naturales como dos clases de un mismo tipo de ciencia, con unos rasgos básicos, o si, efectivamente, estas dos clases responden a características diferentes. La filosofía de la ciencia, por ejemplo, se construyó básicamente sobre el estudio de las ciencias naturales –particularmente la física- y una revisión rápida de los textos que siguen guiando la reflexión dentro de este campo permiten enunciar la hipótesis de que la discusión alrededor de las ciencias sociales y naturales aún no es un aspecto estructural de este campo académico.

Asimismo, la presente reflexión evidencia la necesidad de considerar que el conocimiento y lo epistemológico involucran aspectos históricos, sociológicos, ideológicos, entre otros. Si bien esto es muy conocido dentro de la literatura especializada, sigue existiendo una compartimentalización y aislamiento, particularmente entre la filosofía y la sociología de la ciencia. Lo planteado en este texto valida la idea de que la ciencia no es comprensible sin un enfoque complejo e híbrido que involucre tanto la filosofía como la historia y la sociología de la ciencia. Avanzar en este camino, implicaría abogar más por los estudios de la ciencia, un campo complejo e interdisciplinar, en vez de continuar con las disciplinas de filosofía, historia y sociología de la ciencia.

Por último, la presente caracterización de la ciencia moderna convencional responde a la necesidad de un conocimiento más profundo de sus bases epistemológicas con el fin abordar la actual crítica que a estas se le hace desde diferentes posiciones académicas. Dichas críticas deben ser de un mayor interés por parte de la filosofía de la ciencia, dentro de la cual la sistémica, la posibilidad de la ciencia convencional de explicar los problemas ambientales, la transdisciplinariedad y el conocimiento tradicional, entre otros, siguen siendo aspectos que no están en el centro de su desarrollo actual. Si bien la trans e intredisciplinariedad, al igual que la sistémica y la complejidad son temáticas algo visibles en el panorama mundial, siguen siendo aspectos marginales en las publicaciones y programas de educación e investigación de este campo de la filosofía, particularmente en Colombia. Aunque gran parte de la filosofía se ha construido alrededor de la constante reflexión de los clásicos, estos temas actuales no pueden tener menos importancia, particularmente dentro de un campo que no se mueve alrededor de dichos clásicos.

TRABAJOS CITADOS

- Becher, Tony. "The counter-culture of specialization." *European Journal of Education* 25.3 (1990): 333-346.
- Bennett, Charles H. "The thermodynamics of computation -a review." *International Journal of Theoretical Physics* 21 (1982): 905-940.
- Berman, Morris. *El reencantamiento del mundo*. Chile: Cuatro Vientos, 1995. Impreso.
- Boff, Leonardo. *Grito de la tierra, grito de los pobres*. Hacia una conciencia planetaria. México, D.F.: Dabar, 2002. Impreso.
- Broncano, Fernando. "Verdad y sucedáneos de la verdad, en la explicación científica y tecnología." *Perspectivas actuales de lógica y filosofía de la ciencia*. Ed. E. Bustos et al. Madrid: Siglo XXI, 1994. 277-303. Impreso.
- Bunge, Mario. *La ciencia, su método y su filosofía*. Bogotá D.C.: Panamericana, 2006. Impreso.
- . "Los pecados filosóficos de la nueva sociología de la ciencia." *Visiones de la ciencia. Homenaje a Marcel Roche*. Ed. C.A. Di Prisco y E. Wagner. Caracas: Monte Ávila, 1992. 33-42. Impreso.
- Cartwright, Nancy. "In favor of laws that are not *ceteris paribus* after all." *Erkenntnis* 57 (2002): 425-439. Virtual.
- Cerda, Hugo. *Los elementos de la investigación*. Bogotá, D.C.: El Búho, 2008. Impreso.
- Chalmers, Alan F. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI, 2006. Impreso.
- Descartes, René. *Discurso del método*. Santafé de Bogotá: Norma, 1992. Impreso.
- DeWitt, Richard. *Worldviews. An introduction to the history and philosophy of science*. West Sussex: Wiley-Blackwell, 2010. Impreso.
- Dilworth, Craig. *The metaphysics of science*. Dordrecht: Springer, 2006. Versión Kindle.
- Echeverría, Javier. "Pluralidad del pluralismo." *III Congreso Iberoamericano de Filosofía. Memorias. Pluralismo*. Medellín: Universidad de Antioquia, 2008. 189-201. Impreso.
- Fragio, Alberto. "La concepción no heredada en historia y filosofía de la ciencia." *Cuaderno de Materiales* 23 (2011): 337-356.

- Giddens, Anthony. *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*. Madrid: Taurus, 2001. Impreso.
- Gliessman, Stephen R. *Agroecology. The ecology of sustainable food systems*. Boca Raton: CRS Press, 2007. Impreso.
- González, y Medina. *Ecología*. Naucalpan de Juaréz: McGraww-Hill, 1995. Impreso.
- Greiff, Alexis De. *A las puertas del universo derrotado*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia, 2012. Impreso.
- Hacking, Ian. *Representar e intervenir*. México, D.F.: Paidós, 1996. Impreso.
- Haraway, Donna J. *Primate visions. Gender, race, and nature in the world of modern science*. Nueva York: Routledge, 1989. Impreso.
- Hayek, F.A.v. "Scientism and the study of society." *Economica* 9.35 (1942): 267-291. Impreso.
- Hempel, Carl G. *Filosofía de la ciencia natural*. Madrid: Alianza, 1979. Impreso.
- Hernández, Fernández, y Baptista. *Metodología de la investigación*. Perú: McGraw-Hill, 2010. Impreso.
- Imershein, Allen W. "The epistemological bases of social order: toward ethno-paradigm analysis." *Social Methodology* 8 (1977): 1-51. Virtual.
- Kuhn, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 2004. Impreso.
- Levinas, Emmanuel. *De otro modo que ser, o más allá de la esencia*. Salamanca: Sígueme, 1999. Impreso.
- Margalef, Ramón. *Ecología*. Barcelona: Planeta, 1992. Impreso.
- Maturana, Humberto. *La objetividad: un argumento para obligar*. Santiago de Chile: Dolmen, 2002. Impreso.
- Maturana, y Varela. *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Universitaria, 2006. Impreso.
- Mignolo, Walter D. *Historias locales/diseños globales. Colonialidad, conocimientos subalternos y pensamiento fronterizo*. Madrid: Akal, 2003. Impreso.
- Morin, Edgar. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 2011. Impreso.
- Mosterín, Jesús. "Ciencia y racionalidad." *El valor de la ciencia*. Ed. Salvador López et al. España: El Viejo Topo, 2001. 39-58. Impreso.

- Moya, Eugenio. *La disputa del positivismo en la filosofía contemporánea*. Murcia: Universidad de Murcia, 1997. Impreso.
- Naredo, José Manuel. *Raíces económicas del deterioro ecológico y social*. Madrid: Siglo XXI, 2010. Impreso.
- Neurath, Otto. "The scientific conception of the world: The Vienna Circle." *Otto Neurath. Empiricism and sociology*. Ed. Mary Rahman y Robert S. Cohen. Dordrecht: D. Reidel, 1973. 299-318. Impreso.
- Niiniluoto, Ilkka. "¿Qué hay de incorrecto en el relativismo?" *Perspectivas actuales de lógica y filosofía de la ciencia*. Ed. E. de Bustos et al. Madrid: Siglo XXI, 1994. 261-275. Impreso.
- Nodoushani, Omid. "Systems thinking and management epistemology." *Systemic Practice and Action Research* 12 (1999): 557-571. Virtual.
- Noguera, Ana Patricia. *El reencantamiento del mundo*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2004. Impreso.
- Odum, Eugene P. *Ecología*. México, D.F.: Continental, 1994. Impreso.
- Ortiz, Renato. *La supremacía del inglés en las ciencias sociales*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2009. Impreso.
- Palma, Hector A. "De la concepción heredada a la epistemología evolucionista. Un largo camino en busca de un sujeto no histórico." *Redes* 5 (1998): 53-79. Impreso.
- Papineau, David. "La racionalidad, esclava de la verdad." *Perspectivas actuales de lógica y filosofía de la ciencia*. Ed. E. Bustos et al. Madrid: Siglo XXI, 1994. 305-316.
- Petrie, Hugh G. "Interdisciplinary education: Are we faced with insurmountable opportunities?" *Review of Research in Education* 18 (1992): 299-333. Virtual.
- Popper, Karl R. *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos, 1985. Impreso.
- . *La miseria del historicismo*. Madrid: Alianza Taurus, 1981. Impreso.
- . "La reducción científica y la incompletud esencial de toda ciencia." *Estudios sobre la filosofía de la biología*. Ed. F.J. Ayala y T. Dobzhansky. Barcelona: Ariel, 1983. 333-364. Impreso.
- Putnam, Hilary. *Las mil caras del realismo*. Barcelona: Paidós, 1994. Impreso.

- . “What theories are not.” *Studies in logic and the foundations of mathematics*. Ed. Patrick Suppes, Alfred Tarski y Ernest Nagel. Volumen 44. Elsevier, 1966. 240-251. Virtual.
- Quine, W V. *Two Dogmas of Empiricism*. New York: Longmans, Green & Co, 1951. Impreso.
- Ruiz, y Ayala. *El método en las ciencias. Epistemología y darwinismo*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 2000. Impreso.
- Shumway, y Messer-Davidow. “Disciplinary: An introduction.” *Poetics Today* 12.2 (1991): 201-225. Virtual.
- Simons, Kai. “The misused impact factor.” *Science* 322 (2008): 165. Impreso.
- Sokal, y Bricmont. *Imposturas intelectuales*. Barcelona: Paidós, 1999. Impreso.
- “Specialization in scientific study.” *Science* 4.75 (1884): 35-36. Virtual.
- Thorpe, W.H. “El reduccionismo en la biología.” *Estudios sobre la filosofía de la biología*. Ed. F.J. Ayala y T. Dobzhansky. Barcelona: Ariel, 1983. 152-187. Impreso.
- Westfall, Richard S. *The construction of modern science. Mechanisms and mechanics*. Nueva York: Cambridge University Press, 2007. Impreso.
- Wright, G.H.v. *Explanation and understanding*. Ithaca: Cornell University Press, 1971. Impreso.

