

Dimensiones de la ciencia para la determinación de su enseñanza: productos, institución y prácticas compartidas

Ricardo Galguera

Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

En el presente trabajo se describen tres distintas dimensiones de la ciencia –como los productos que derivan de sus esfuerzos; como prescripciones institucionales supra ordenadas a la actividad de los científicos; como las prácticas que comparten los diversos grupos que conforman la comunidad científica de las disciplinas en cuestión– y se identifican algunos enfoques históricos de su enseñanza que coinciden con ellas, con el propósito de establecer correspondencias preliminares que diluciden la naturaleza de estas formas de enseñar ciencia y, por ende, de hacerla.

Palabras Clave: Ciencia; Enseñanza; Productos científicos; Institución científica; Prácticas compartidas.

Los productos de la ciencia están íntimamente vinculados con el desarrollo de la civilización moderna. Pero la ciencia no sólo constituye un producto, sino –esencialmente– un *modo de conocimiento* como institución y un *modo de conocer* como interacción entre el individuo y su realidad a partir de las prescripciones convencionales generadas dentro del lenguaje ordinario (Ribes, 2013). De esta manera, la ciencia puede analizarse en el mismo nivel lógico que la religión o la ética, en tanto modos de conocimientos que regulan el proceder de

los individuos a partir de normas convenidas sobre lo que puede o no hacerse en el proceder cotidiano.

Como ejemplo de la estructuración y homogenización de estas formas de proceder se puede citar el caso de Aristóteles, cuyos argumentos dominaron el quehacer intelectual de un prolongado periodo en la historia de la civilización (Russell, 1975), y posteriormente fueron cuestionados durante el Renacimiento.

Efectivamente, después de haber destruido la física, la metafísica y la ontología aristotélicas, el Renacimiento se encontró sin física y sin ontología, es decir, sin posibilidad de decidir con anticipación si algo es posible o no. [...] En el mundo de la ontología aristotélica hay una infinidad de cosas que no son posibles, una infinidad de cosas, pues, que se sabe de antemano que son falsas. [...] Una vez que esta ontología es destruida y antes de que una nueva, que no se elabora hasta el siglo XVII, haya sido establecida, no hay ningún criterio que permita decidir si la información que se recibe de tal o cual «hecho» es verdadera o no. De esto resulta una credulidad sin límites. (Koyré, 1977, p.42).

Esto constituye una revolución paradigmática en un amplio conjunto de áreas de conocimiento –todavía no propiamente disciplinas para el caso citado–, en tanto se abandonaron los procedimientos y el sistema teórico con base en los cuales se hacía contacto con la realidad (Kuhn, 1971). Pero este cambio de concepción no obedece a prescripciones supra ordenadas a las relaciones humanas en donde la ciencia tiene lugar, sino todo lo contrario.

Esta posición pone de relieve el carácter compartido de la práctica científica, la cual no está determinada *a priori*, sino que es modificada, enseñada y aprendida por la comunidad. En esa línea de pensamiento, Morales (2014) menciona que la enseñanza de la ciencia ha sido históricamente determinada por los criterios que delimitan a ésta exclusivamente como un producto, rezagando o incluso omitiendo las concepciones de la ciencia como institución y como práctica individual. Al respecto, Bybee (1977) describe el contexto en el que surgieron y se desarrollaron los que considera como los tres grandes objetivos que delinearon históricamente la organización del currículo y la instrucción en la llamada *science education* en los Estados Unidos.

Los propósitos en la enseñanza de la ciencia delineados por Bybee (1977) son los siguientes: 1) el conocimiento empírico de los sistemas en cuestión –v.gr. ¿qué es lo que los científicos saben acerca de los referentes específicos de una disciplina?; 2) los métodos científicos de investigación –v.gr. ¿cómo se genera el conocimiento científico? –; 3) el desarrollo personal de los estudiantes –v.gr. ¿qué puede saber y hacer un

estudiante con relación al grado escolar en el que se encuentre? —. Nótese cómo en los tres propósitos identificados por el autor se puede reconocer su carácter como productos.

Sin embargo, esta manera de entender la enseñanza de la ciencia no es aplicable a todos los casos. Al respecto, Pozo (1997) identifica algunos enfoques para la enseñanza de la ciencia, los cuales difieren entre sí en aspectos tales como el papel funcional de los actores didácticos, sus propósitos y sus formas de establecerse en la práctica. La adscripción a alguna de estas formas de enseñanza implica un posicionamiento más general respecto a cómo se concibe el quehacer científico, pues los supuestos que subyacen a cada enfoque evidencian qué es lo que se supone que debe ser enseñado. Por esta razón, es necesario delimitar, en primera instancia, las caracterizaciones de la ciencia en general, pues de ese modo será posible comprender las formas que han adquirido los enfoques avocados a la enseñanza de ésta. En ese contexto, el propósito del presente trabajo consiste en describir las dimensiones de la ciencia entendida como producto, como institución y como prácticas compartidas, vinculando cada

descripción con algunos enfoques históricos de su enseñanza. Cabe destacar que dicha vinculación no es absoluta, pero puede ser una aproximación inicial para establecer una correspondencia entre las nociones generales de la ciencia y las formas en las que se ha enseñado.

Caracterizaciones de la ciencia

Intentar definir a la ciencia en sí misma es una tarea difícil y, por demás, estéril, debido a que el uso del término ha cambiado a lo largo del tiempo. Incluso, sería imposible concebir una definición que abarcara, de manera genérica, a todas las disciplinas que ostentan el mote de científicas, pues éstas difieren tanto en sus objetos de estudio como en sus procedimientos. En ese marco, Kantor (1953) propone que se hable de *las ciencias*, en plural, y no de *la ciencia*, en singular, pues no existe tal cosa como una ciencia universal sino familias de disciplinas científicas, lo cual queda en evidencia al hablar de las ciencias empíricas, ciencias sociales, ciencias de la naturaleza, entre otras. A pesar de suscribir lo anterior, en el presente trabajo se hablará de *la ciencia* en singular, para no atentar contra la forma tradicional de referirnos a este modo de conocimiento.

Al distinguirlo de otros modos de conocimiento como el religioso o el ordinario, por citar algunos, se hace necesario identificar sus regularidades que, en sí mismas, lo diferencian de aquellos otros. Para esto, es necesario contar con un bosquejo más amplio de las formas en las que se ha entendido a la ciencia. Ribes (2013) describe al modo de conocimiento de la ciencia como aquel que permite la comprensión y explicación del mundo natural y social de manera impersonal, a partir de un lenguaje técnico. Por otra parte, De Gortari (1973) identifica dos características fundamentales de la ciencia: su independencia de la teología –lo cual adquiere relevancia en el marco del momento histórico en que la ciencia surge–, así como las aportaciones que provee para un progresivo y constante entendimiento del universo. Siguiendo a Ribes (2013), López-Valadez (2017) reconoce tres características fundamentales que comparten las ciencias consideradas empíricas: a) su proceder como abstracción analítica con relación a los fenómenos cotidianos, en el cual la realidad se determina conceptualmente a manera de convenciones, distanciándose de las singularidades de los objetos; b) su

carácter denotativo dados sus enunciados susceptibles de validación empírica, a manera de contrastación concepto-hecho, pero sin que prime o la experiencia o la razón; c) su propósito por comprender la realidad y sus funciones, a partir de la descripción y explicación de ésta por su naturaleza analítica.

Del mismo modo, Kantor (1953) identifica y describe seis componentes – que no características– de la ciencia: a) el trabajador científico como un organismo interactuando con objetos de la naturaleza, cuya historia de interacción, su contexto y motivaciones,, determinan su actividad científica; b) *el trabajo de la ciencia*, el cual consiste en el comportamiento desplegado como observación y manipulación de los productos de la ciencia a partir de los eventos circunscritos disciplinariamente para incrementar los conocimientos disponibles sobre estos; c) las cosas con las que se trabaja en la ciencia, que son indisociables del conocimiento científico a manera de constructos; d) las herramientas e instrumentos empleados durante la observación, los cuales no son independientes del comportamiento del científico y los productos de éste; e) el

auspicio de la ciencia, definido por el financiamiento y la influencia social que favorecen cierto tipo de investigaciones; f) *los productos de la ciencia*, a manera de métodos, técnicas, aparatos y, de manera general, formas de aproximarse a la realidad.

Desde una perspectiva histórica de carácter marxista –semejante a la postura de De Gortari (1973)–, Bernal (1985) reconoce al menos cinco acepciones del término *ciencia*, y su propuesta se distingue de las anteriores caracterizaciones en tanto que pretende identificar formas generales de concebir a la ciencia, muchas veces contrapuestas entre sí y vinculadas con otras dimensiones de la realidad –i.e. política, económica, histórica, social, entre otras–, y no ya características o componentes. Tales acepciones recogen la idea de la ciencia:: a) como una institución, regulada por los intereses económicos y productivos vigentes; b) como un método definido *a posteriori* a partir de los éxitos en el quehacer científico, y constituido por sus estrategias y lenguajes específicos –i.e. teorías, conceptos, aparatos, etcétera–; c) como una tradición acumulativa de conocimientos, la cual no es estática pero puede reconocerse

temporalmente en cuanto a lo que se sabe en determinado momento; d) como factor fundamental en la producción, entendida como el desarrollo social, político y económico a partir de la generación de ideas, técnicas y tecnologías; y e) como influencia en la conceptualización del universo a manera de ideología. Las últimas dos pueden ser entendidas como la ciencia en su dimensión social y cultural, las cuales son parcialmente recuperadas en otras conceptualizaciones sobre las dimensiones de la ciencia (i.e. Kantor, 1953).

Estas caracterizaciones, lejos de ser una prescripción de lo que debería ser considerado parte del modo de conocimiento llamado ciencia, constituyen una descripción sobre las formas de vida asociadas a los juegos de lenguaje de la práctica científica (López-Valadez, 2017; Morales, 2014). Al respecto, Morales, Chávez, Canales, León y Peña (2016) siguiendo a Kuhn (1971), reconocen que es la comunidad científica la que define los criterios para la identificación de los hechos relevantes disciplinariamente, los problemas legítimos y las estrategias metodológicas empleadas para solucionarlos, siempre en congruencia y coherencia con la teoría

científica de referencia. De esta manera, se amplía el espectro de los factores a considerar en la enseñanza de la ciencia.

Una de las caracterizaciones de la ciencia que abarca las preocupaciones de varios autores arriba citados y las condensa en una misma propuesta es aquella que Carpio, Pacheco, Canales y Flores (2005), siguiendo el análisis realizado por López-Valadez (1994) sobre la cultura, llevan a cabo, en la que mencionan que la ciencia es tanto una institución como una cultura *viva* —en tanto proviene del comportamiento de los miembros de ese ámbito de desempeño—, así como el producto de dicha actividad. Esta forma de concebir a la ciencia es compatible con las propuestas de Bernal (1985) y de Kantor (1953), debido a que se sintetizan algunas características esbozadas por estos autores en categorías más amplias que las incluyen de alguna manera. Cabe aclarar que esta distinción de la ciencia como producto, como institución y como prácticas compartidas se presenta con fines estrictamente analíticos, pues el quehacer científico está constituido por estas dimensiones, por lo que se revisarán las implicaciones de cada una de ellos, así como las consecuencias

derivadas del énfasis en alguna en el tratamiento de la ciencia.

La ciencia como un producto

López-Valadez (1994) menciona que la cultura se transmite a través de tres dimensiones: 1) como producto convencional; 2) como instituciones; y 3) como el conjunto de prácticas compartidas por los individuos que hacen parte de ellas. Este análisis extrapolado a la ciencia y, en particular, a la enseñanza de las disciplinas científicas, permite identificar las características que subyacen a dicha actividad de manera ordenada y sistemática. Al respecto, Carpio et al. (2005) mencionan que los logros científicos a manera de *objetos*, ya sea teóricos o instrumentales, le confieren un carácter de producto a la ciencia en tanto constituyen elementos susceptibles de ser acumulados y transmitidos generacionalmente.

Es común entender a la enseñanza de la ciencia como producto a partir de la mera reproducción verbal de los conceptos que constituyen las teorías científicas, la cual suele estar desvinculada de las actividades propias de la práctica científica y se representa a partir de la relatoria de los sucesos

históricos determinantes en una disciplina específica. Tal reproducción verbal se suma a la enseñanza del componente procedimental en la ciencia, definido por el mito de un método científico único (Morales, 2014), en el que se identifican los pasos necesarios a seguir para dotar a la investigación de su carácter científico, a manera de prescripciones determinadas por la comunidad e independientemente de la naturaleza de la disciplina. De esta manera, se homologan los pasos que disciplinas como la Física, la Química, la Biología o la Psicología deben seguir en su propósito de conferir validez científica a sus descripciones, a pesar de que el universo de hechos en cada una de ellas sea distinto. Los libros avocados a la metodología de la investigación (Fernández, Hernández & Baptista, 2014) suscriben este argumento.

Al respecto, Bernal (1985) menciona que el peligro de definir el método científico en términos de su forma platónica ideal –i.e. un método universal– radica en el posicionamiento ontológico y epistemológico que se tiene sobre los hechos, en tanto se supondría que la *verdad* existe al margen de las teorizaciones disciplinares y que es tarea del que hace ciencia el encontrarla, lo

cual es posible únicamente si se sigue el método preestablecido para dicho quehacer. Sin embargo, la labor científica conlleva una gran cantidad de actividades que, al concluirse ésta, no se reportan por no ser lo suficientemente relevantes según los criterios determinados por las revistas científicas especializadas (Pérez-Tamayo, 2005), por lo que, de manera general, se tiene la impresión de un proceder exclusivo y sistemático por la estructura que dichos reportes de investigación científica tienen, la cual normalmente no varía (Morales et al., 2016).

De lo anterior se desprende que el mayor inconveniente de asumir que la ciencia constituye un producto acumulable históricamente consiste en que se perpetúa el mito de la ciencia como un simple cúmulo de conceptos sustituibles en la medida en que dejen de ser útiles para describir la realidad, al margen de la comunidad científica y de los científicos como individuos concretos (Morales et al., 2016). Al respecto, Kuhn (1971) es enfático al decir que: un descubrimiento [...] no se limita a añadir un concepto nuevo a la población del mundo de los científicos. Tendrá ese efecto en última instancia, pero no antes de que la comunidad profesional del

haya reevaluado los procedimientos experimentales tradicionales, alterado sus conceptos de entidades con las que ha estado familiarizada durante largo tiempo y, en el curso del proceso, modificado el sistema teórico por medio del que se ocupa del mundo. (p. 29).

Con lo anterior, Kuhn (1971) pone de relieve el hecho de que la identificación y exploración de una anomalía en el marco de un paradigma – que determina a la *ciencia normal*–, así como la transformación subsecuente de éste a manera de que el nuevo paradigma pueda incorporar la anomalía como un caso susceptible de descripción científica, constituye la refutación de que la ciencia está determinada por simples acumulaciones de hechos y de adecuaciones *ad hoc* (Restrepo, 1979). No es la suma de hechos científicos al margen de su relevancia dentro del paradigma la que determina el progreso científico, sino la transformación constante de la actividad científica a partir de las crisis y las revoluciones paradigmáticas.

Esta descripción general de la ciencia entendida como un producto coincide con algunos enfoques descritos

por Pozo (1997), y más tarde por Morales (2009), respecto a la enseñanza de la ciencia. La llamada *enseñanza tradicional de la ciencia* se centra en los contenidos de ésta en tanto conocimientos susceptibles de ser *transmitidos*, con el propósito de preservar lo que se sabe hasta el momento sobre las distintas disciplinas científicas. La interacción tiene un carácter *magiocentrista*, pues es el docente quien *posee* los conocimientos acabados de la disciplina en cuestión y su función consiste en *transmitir*, mediante el lenguaje oral o los libros de texto, el conocimiento a los estudiantes, quienes deben *incorporarlo*, en una clara sustantivación de la noción de conocimiento (Ibáñez, 2007). Se predica el éxito de la enseñanza cuando el estudiante es capaz de repetir lo que el docente o el libro dicen. Es a esta enseñanza a la que algunos autores comúnmente confunden con la enseñanza desde un marco conductual (Monroy, 2009). Sin embargo, lo anterior es una afirmación errónea en tanto este enfoque o forma de proceder en la enseñanza de la ciencia coincide con la metáfora de la adquisición de los conocimientos que critica Skinner (1976), en la que es válido expresar que estos se inculcan o se

transmiten, y que sólo serían «plausible[s] si hablamos de estados o entidades interiores» (p. 18).

La ciencia como una institución

Cuando se habla de la ciencia como una institución, se hace referencia a lo que propiamente Ribes (2013) identifica como el *modo de conocimiento*, en tanto entidad que regula, sanciona, produce y practica el conocimiento científico. Lo anterior constituye la normatividad de la actividad científica, y se traduce en los criterios de validación del conocimiento científico, así como en los códigos de ética y las formas de comportamiento específicas esperadas en los miembros de la comunidad científica (Carpio et al., 2005). Según Hernández et al. (2016), la ciencia entendida como una institución está definida a partir de las reglas creadas desde y para la convivencia de los miembros de una determinada comunidad científica. Lo anterior normalmente trasciende a las demarcaciones propias de los paradigmas dentro de las disciplinas científicas en cuestión. En esta concepción de la ciencia, las normas y reglas definidas por la comunidad son prescriptivas de la actividad individual del científico, lo cual,

a su vez, tiene un impacto en la forma en que se hace –y en que se enseña– la ciencia durante determinados periodos.

Para ejemplificar lo anterior, se recupera de manera sucinta el análisis que realiza Bybee (1977) sobre la enseñanza de la ciencia en los Estados Unidos, la cual se definió a partir del énfasis en algún propósito general –i.e. fortalecer el conocimiento; la aplicación del método; el desarrollo humano de los estudiantes– determinado a partir de las necesidades sociales y las prescripciones de la comunidad científica. Según su análisis, que es de carácter sociológico y no psicológico o filosófico, el énfasis que en la enseñanza de la ciencia se puso, en principio, sobre la enseñanza de referentes conceptuales –i.e. el conocimiento– estuvo determinado por la relevancia que tuvo a finales del siglo XIX e inicios del XX el instruir a la población en general y a las comunidades rurales en particular en el estudio de la naturaleza. Esto debido a que se pretendía detener la migración de las zonas rurales a las urbanas por las implicaciones económicas y sociales que esto tendría. Al conocer el funcionamiento de la naturaleza, los individuos podrían hacer

uso de ella para modificar sus circunstancias.

Luego, entre los años 1940 a 1960 se transitó a la enseñanza de la ciencia determinada por los métodos empleados para la investigación, promovida por John Dewey y Jerome Bruner, en la que se afirmaba que la educación debía ser funcional para la resolución de problemáticas sociales específicas. A partir de esta nueva concepción no se abandonó al *conocimiento* como fin último de la educación, sino que sólo se le relegó a segundo plano, poniendo el énfasis ahora en las formas en las que se llegaba a solucionar problemas. Finalmente, y en el marco de las secuelas de la Carrera Espacial entre Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, así como a la migración masiva, se reconoció la necesidad social de una educación científica basada en una aproximación humanista, en donde ahora primaba el desarrollo de los individuos en el marco de la enseñanza de las formas de generar conocimiento (Bybee, 1977).

Lo anterior permite ampliar la noción de la ciencia como institución no sólo como prescriptiva de las relaciones

establecidas y de las normas generales que regulan la actividad de los científicos en cuanto a su proceder y a los productos de éste *desde adentro* (Carpio et al., 2005; Hernández et al., 2016), sino también como aquella institución que no es ajena a su contexto cultural y que está influida, *desde afuera*, por las necesidades y los intereses de la sociedad en la que está instituida. A pesar de que esta última influencia no necesariamente se vincula con la resolución de problemáticas sociales a partir de la generación de tecnología, pues la investigación básica se centra en otro tipo de problemas (Hilgard, 1973), la actividad científica no tiene una remuneración económica directa y depende del financiamiento de las instituciones educativas, productivas o gubernamentales que sostienen económicamente dicha labor (Bernal, 1985). A esto último, Kantor (1953) llamará auspicios científicos, y es en ese sentido que se habla de influencias desde afuera.

En ese marco, es posible identificar cuando menos dos enfoques de la enseñanza de la ciencia a partir de la caracterización de ésta como una institución. En primer lugar, la *enseñanza*

basada en problemas (Morales, 2009), que está determinada por un pragmatismo definido por la solución de problemas en contextos reales. Se sustenta en la relación entre la teoría y la práctica: las habilidades derivadas de una comprensión de la teoría se traducen en la aplicación de los principios a problemas específicos. La función del docente consiste en la identificación de problemáticas relevantes a partir de las cuales los estudiantes puedan operar sobre sus condiciones y generar soluciones. Por esta razón, puede ser considerado una forma que adquiere la enseñanza de la ciencia como institución, pues los problemas lo son en el marco de su dimensión disciplinaria. En otras palabras, el problema se circunscribe en «los criterios de reconocimiento de los eventos que conforman el espectro empírico de hechos de la disciplina» (Carpio et al., 2005, p. 11).

El segundo ejemplo está dado por el movimiento de la *enseñanza de la ciencia como cambio conceptual* –o *basada en un conflicto cognitivo* (Pozo, 1997)–. Ésta se basa en una extrapolación del proceso de transformación y desarrollo de las ciencias al proceso de conocimiento individual o, en otras

palabras, se supone que los cambios que suceden al interior de la ciencia en la confrontación constante de paradigmas suceden a su vez en el individuo, en *donde* se confrontan sus conocimientos previos con los conceptos y formas lógicas demarcadas disciplinariamente (Morales, 2009). Se sostiene la idea de que, así como las ciencias cambian a partir de la redefinición de los conceptos que las determinan mediante la identificación de las anomalías (Kuhn, 1971), los individuos progresivamente redefinen los conceptos sobre la naturaleza que, a lo largo de los años, han empleado para describir la realidad, cuando estos dejan de ser útiles según el marco de referencia del individuo. La naturaleza institucional del quehacer científico visto desde este enfoque queda evidenciada en tanto que el individuo debe ajustar la forma en la que se refiere a los fenómenos a las prescripciones dadas disciplinariamente.

La ciencia como prácticas colectivas compartidas

La ciencia entendida como prácticas colectivas compartidas hace referencia a los quehaceres específicos de una comunidad científica determinada

(Carpio et al., 2005). No debe entenderse estos quehaceres como una prescripción a manera de receta de lo que tiene que hacerse, sino como la articulación de prácticas diversas en la generación del conocimiento científico a partir de una comunidad de referencia, las cuales son modificadas, aprendidas y enseñadas por parte de los miembros de la comunidad científica. Kantor (1953) reconoce también esta dimensión como el trabajo científico, el cual define como «el comportamiento de individuos específicos que varía respecto a la situación científica» (p. 15) y que tiene como propósito la descripción y explicación de los fenómenos. Al respecto, Morales (2014) menciona lo siguiente:

[...] se aprende a actuar como científico no por hablar una teoría sino por compartir una serie de prácticas cotidianas que se corresponden con los criterios disciplinarios expresados en las teorías, modelos, procedimientos, etc., que se presentan en las formalizaciones lingüísticas de los textos y en las instrucciones, consejos, valoraciones con las que los científicos sancionan el actuar del novel científico. (p. 52).

Al entender la ciencia –y su enseñanza– como prácticas colectivas determinadas por la actividad cotidiana de los miembros de la comunidad científica, es equivocado considerar que dichas prácticas se realizan al margen de las consideraciones de aquellos que hacen ciencia y que, por ende, está determinada *a priori*. Por lo contrario, son los *científicos* –expresión acuñada por Whewell en 1840 para designar a aquellos trabajadores de la ciencia (Bernal, 1985)– quienes, en su proceder cotidiano, redefinen momento a momento los procedimientos de la ciencia. Por esta razón se debe sortear no sólo la determinación equívoca de la ciencia respecto a la noción de ésta como productos predefinidos, sino también aquella respecto al carácter pretendidamente misterioso del científico, quien es mitificado como una entidad que lleva a cabo su labor al margen de su contexto y de sus competencias en el ámbito científico, considerándolo como el único habilitado para llevar a cabo esa empresa inaccesible para la población en general que es la ciencia (Kantor, 1953). Para evitar caer en lo anterior, al asumir que la ciencia es «lo que los científicos hacen» (Bernal, 1985, p. 42) se pone de

manifiesto el carácter individual de la generación del conocimiento dentro de los márgenes prescritos por la comunidad científica, la cual obedece, a su vez, al contexto histórico, económico y político del desarrollo de la ciencia.

Es en este contexto que Feyerabend (1974) aboga por una posición anarquista del conocimiento, la cual se sustenta en la idea de que el desarrollo científico está determinado por la omisión y el desafío a las reglas que, hasta el momento histórico en cuestión, han sido supuestamente empleadas para arribar a las descripciones científicas. Sus argumentos descansan fundamentalmente en la crítica al método científico como formulación racionalista del desarrollo, pues tal sistematización es, en cualquier caso, improcedente e ingenua. De esta manera, la posición defendida por este autor consiste en la redefinición de la labor científica como «una especie de conocimiento tácito en el que no basta con aprender una serie de reglas heurísticas, [sino que] hace falta también conocer su *uso*» (Suárez, 2008, p. 108). A pesar de que el planteamiento general de Feyerabend (1974) parte de un análisis histórico de la ciencia a modo (Chalmers, 2000), no por ello deja de ser relevante su

denuncia en el marco del tema que nos ocupa: la suposición de que la ciencia consiste de procedimientos inmutables a partir de los cuales se genera el conocimiento científico, independientemente de las particularidades de la disciplina y, especialmente, de la comunidad que la determina.

Al respecto, Ribes (2013) identifica que la lógica de los contextos sociales de práctica lingüística –i.e. *formas de vida* en un sentido wittgensteiniano– se puede aplicar también a los *modos de conocer* como dimensión individual del conocimiento. Para Ribes (1993), los científicos comparten un *ejemplar común* relacionado con lo que él considera los supuestos que configuran las representaciones metafísicas de los científicos –i.e. qué es el mundo y la realidad; cuál es la naturaleza del conocimiento; cuál es la naturaleza del orden– y que está dado institucionalmente, pero la forma de proceder a partir de estos supuestos es idiosincrática. En otras palabras, no es posible hablar de pasos inamovibles en la investigación científica a la manera en que Bacon los describía (Pérez-Tamayo,

1989), sino de prácticas presentes en la actividad científica que son reguladas por la comunidad. Por esta razón, la noción *del Método Científico* como pasos genéricos en la investigación científica debe ser cuestionada (Hernández et al., 2016; Morales, 2014; Pérez-Tamayo, 1985; 1989; 2000; Ribes, 1993).

Esto constituye el vínculo necesario entre la ciencia como actividad colectiva y sus productos, los cuales están normados institucionalmente. Este tratamiento requiere de la noción de los juegos de lenguaje como la representación lingüística apropiada según los dominios específicos determinados por su uso en contexto (Wittgenstein, 1953/2009), sobre los cuales se puede hablar de dominios a partir de los que se determina la práctica científica en contexto, que no deben considerarse como la formalización de un método exclusivo y universal, sino como el ajuste a criterios definidos disciplinariamente. Ribes (1993) identifica los juegos de lenguaje de la práctica científica, los cuales delimitan a la ciencia en su dimensión como comportamiento:

- a) El juego de la identificación de hechos, que está determinado por las abstracciones a partir de las que se establecen los criterios para el reconocimiento de los hechos que constituyen el universo empírico de la disciplina científica;
- b) El juego de las preguntas pertinentes a los problemas, determinadas por los hechos identificados y sus relaciones, las cuales dan lugar a los *enigmas* –en términos de Kuhn (1971)– relevantes con relación a la disciplina en cuestión;
- c) El juego de la aparatología, como las condiciones sobre las cuales se producen y registran los hechos, para su posterior transformación en datos;
- d) El juego de la observación, determinado por el diseño de las condiciones empíricas y la fundamentación y

- selección de los hechos del universo empírico;
- e) El juego de la representación, determinado por las relaciones hecho-problema para constituir evidencias;
 - f) El juego de las inferencias y las conclusiones, en el cual se replantean los problemas a partir de la evidencia, dando lugar a nuevos hechos y problemas.

La delimitación de los juegos de lenguaje de la práctica científica es relevante no sólo como descripción de las prácticas comunes durante la aculturación de los individuos en ámbitos disciplinarios específicos, sino también debido a que, a partir de ellos, es posible determinar y organizar la enseñanza de las ciencias de manera ordenada. Esto debido a que los juegos de lenguaje constituyen una amplia variedad de relaciones, por lo que sería imposible pensar que un individuo desarrolle las habilidades que cada uno de ellos conlleva de manera simétrica (Silva, Ruiz, Aguilar, Canales & Guerrero, 2016). De esta manera, se enfatiza en el

desarrollo de habilidades en determinado juego de lenguaje con base en su pertinencia para la disciplina, así como a partir del tipo de investigación que se realice (Kantor, 1953).

Es en ese marco que Morales (2009) identifica otro tipo de enseñanza de la ciencia, entendida como *ajuste a criterios disciplinarios*, que descansa en la idea de que la ciencia está definida a partir de las prácticas colectivas compartidas como criterios disciplinarios o paradigmáticos que dan sentido a los juegos de lenguaje de la práctica científica (Ribes, 1993). Tales actividades de carácter compartido son enseñadas y aprendidas en el marco de su hacer/decir a partir de la relación mutua entre el estudiante y el docente, e implican, según Mares (2007), el desarrollo de habilidades observacionales –i.e. identificación de las relaciones de dependencia de los objetos y eventos de la naturaleza–, lingüísticas –i.e. nombramiento de objetos, elaboración de las relaciones de dependencia y realización de inferencias– y operativas –i.e. manipulación de los objetos de estudio– como condición necesaria en el aprendizaje de las ciencias. Para desarrollar tales habilidades es menester que el aprendiz participe de las

actividades que prescribe ya no la institución científica como abstracción, sino aquellas derivadas de su comunidad de práctica en concreto (Lave y Wenger, 2003).

Comentarios finales

No debe confundirse el presente ejercicio con una simple contrastación entre las diferentes dimensiones de la ciencia. Cada una de ellas representa un aspecto diferente en la actividad científica que implica diversas problemáticas y ventajas respecto a las otras, pero todas se incluyen en la definición más general del quehacer científico. El objetivo consistía en describir tres dimensiones de la ciencia –i.e. como producto, como institución y como prácticas compartidas– y vincularlas con algunos enfoques históricos de su enseñanza, por lo que se intentó establecer una correspondencia. Es importante destacar entonces que las formas de enseñar ciencia pueden considerarse como la concreción didáctica de las dimensiones de ésta. Implican un esfuerzo por preservar el conocimiento científico derivado exclusivamente de cada dimensión a partir del énfasis que se les ha dado a lo largo de la historia.

Sobra decir que cada una de las dimensiones, de manera individual, no son suficientes para dar cuenta de la complejidad de la actividad científica. No es suficiente asumir que la ciencia solamente implica la producción de conceptos y de sistemas teóricos que expliquen la realidad, pues la noción del desarrollo por mera acumulación nos plantea cuestionamientos de difícil respuesta tales como los que cuestiona Kuhn (1971): ¿cuándo se descubrió tal objeto de la ciencia? o ¿quién lo concibió primeramente? Estas preguntas tienen como trasfondo la idea de que el conocimiento es un producto, y como tal, puede ser analizado como objetos, de algún modo, *acabados*. En un sentido de la crítica distinta pero que viene al caso, Kropotkin (1895/2005) sostiene enérgicamente que cada «descubrimiento, cada progreso, cada aumento de la riqueza de la humanidad, tiene su origen en la conjunción del trabajo manual e intelectual del pasado y del presente» (p. 26). Sin embargo, asumir que el conocimiento es un producto requiere, a su vez, reconocer que hay un único productor, y es entonces cuando la máscara se confunde con el rostro.

Tampoco una descripción basada estrictamente en la estructura institucional de la ciencia da cuenta suficiente de su complejidad, pues da por sentada la adscripción del científico –casi independientemente del grupo cultural al que pertenezca– a los criterios que son necesariamente distintos y difícilmente serán compartidos por todos. Como ejemplo de lo anterior, De Waal (2016) reconoce la influencia de la primatología japonesa en los procedimientos y, en general, en las formas de concebir la etnología occidental, cuando identifica que a partir del trabajo de Kinji Imanishi se estableció la rutina de nombrar a los animales con los que se trabaja y el seguimiento de sus trayectorias sociales.

Esta influencia no es evidencia de una determinación institucional –de la biología y la etnología– *a priori*, sino del trabajo de un grupo de investigadores que tuvo efectos favorables en el estudio del comportamiento y los hábitos de los primates. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de reconocer la actividad individual del trabajador de la ciencia en el marco de sus relaciones con la comunidad de referencia, siempre idiosincrática pero culturalmente demarcada, aunque ello no implique que

dicha actividad se desarrolle al margen de criterios institucionalmente definidos o que no se base en las categorías y los sistemas teóricos que se han producido a lo largo de la historia de la disciplina en cuestión.

Este trabajo pretende ampliar la concepción de aquello que llamamos *ciencia* desde las dimensiones sugeridas en el trabajo de Carpio et al. (2005), entendiendo que ésta no puede ser representada mediante una definición exclusiva, sino que adquiere distintas formas, las cuales proveerán las bases tanto para la actividad del científico como para la manera de enseñarla a los aprendices. La claridad respecto a las dimensiones que implica el quehacer científico puede facilitar la incorporación de los nóveles científicos a las actividades de esta naturaleza. Se trata de desmitificar la labor del trabajador de la ciencia mediante la identificación de diversos modos de aprenderla y enseñarla, además de reconocer que se puede avanzar en una misma dirección mediante formas diferentes.

REFERENCIAS

- Bernal, J. (1985). *La ciencia en la historia*. México: Editorial Nueva Imagen.
- Bybee, R. (1977). The new transformation of science education. *Science Education*, 61(1), 85-97.
- Carpio, C., Pacheco, V., Canales, C. & Flores, C. (2005). Aprendizaje de la psicología: un análisis funcional. En C. Carpio & J. Irigoyen (coord.), *Psicología y educación. Aportaciones desde la teoría de la conducta* (pp. 1-32). México: UNAM-FESI.
- Chalmers, A. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* México: Siglo XXI Editores.
- De Gortari, E. (1973). *Ciencia y conciencia en México (1767-1883)*. México: SEP-Setentas.
- De Waal, F. (2016). *¿Tenemos suficiente inteligencia para entender la inteligencia de los animales?* México: Tusquets.
- Feyerabend, P. (1974). *Contra el método*. España: Ariel.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hilgard, E. (1973). El aprendizaje y la tecnología de la instrucción. En E. Hilgard & G. Bower, *Teoría del aprendizaje* (pp. 594-641). México: Trillas.
- Ibáñez, C. (2007). Un análisis crítico del modelo del triángulo pedagógico: una propuesta alternativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(32), 435-456.
- Kantor, J. R. (1953). *The logic of modern science*. Estados Unidos: Principia Press
- Koyré, A. (1977). *Estudios de historia del pensamiento científico*. México: Siglo XXI Editores.
- Kropotkin, P. (2005). *La conquista del pan*. Argentina: Libros de Anarres.
- Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lave, J. & Wenger, E. (2003). *Aprendizaje situado*.

- Participación periférica legítima.* México: FESI-UNAM.
- López-Valadez, F. (1994). Cultura y convenciones: un análisis interconductual. En L. Hayes et al., (coord.), *Psicología interconductual: Contribuciones en honor a J. R. Kantor.* (pp. 127-142). México: Universidad de Guadalajara.
- López-Valadez, F. (2017). *Cultura, individuo y juegos de lenguaje. Una aproximación naturalista al conocimiento.* México: Universidad Veracruzana.
- Mares, G. (2007). Líneas de investigación en enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales ubicadas en un marco interdisciplinario y en la Psicología Interconductual. En J. Irigoyen, M. Jiménez & K. Acuña, *Enseñanza, aprendizaje y evaluación* (pp. 79-104). México: Universidad de Sonora.
- Monroy, M. (2009). Propuestas psicológicas. En M. Monroy, O. Contreras & O. Desatnik, *Psicología educativa* (pp.85-152). México: FESI-UNAM.
- Morales, G. (2009). La influencia cartesiana en la enseñanza de la ciencia: el caso de la lectura. Tesis de Maestría. Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2009/mayo/0642775/Index.html>.
- Morales, G. (2014). Enseñanza de la ciencia y comportamiento inteligente: el caso de psicología Iztacala. Tesis de Doctorado. Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2014/marzo/0710052/Index.html>
- Morales, G., Chávez, E., Canales, C., León, D. & Peña, B. (2016). La enseñanza de la investigación científica experimental en psicología. En C. Carpio & G. Morales (coord.), *Enseñanza de la ciencia. Reflexiones y propuestas* (pp. 21-46). México: UNAM-FESI.
- Pérez-Tamayo, R. (1985). La verdad científica. En R. Pérez-Tamayo, *Artículos de divulgación* (pp. 479-483). México: El Colegio Nacional.

- Pérez-Tamayo, R. (1989). El método científico. En R. Pérez-Tamayo, *Artículos de divulgación* (pp. 503-506). México: El Colegio Nacional.
- Pérez-Tamayo, R. (2000). ¿La ciencia o las ciencias? En R. Pérez-Tamayo, *Artículos de divulgación* (pp. 545-547). México: El Colegio Nacional.
- Pérez-Tamayo, R. (2005). *Artículos de divulgación*. México: El Colegio Nacional.
- Pozo, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. España: Morata
- Restrepo, H. (1979). El condicionamiento operante a la luz de la filosofía de la ciencia. En Ardila, R., *El análisis del comportamiento: la contribución latinoamericana* (pp. 15-65). México: Trillas.
- Ribes, E. (1993). La práctica de la investigación científica y la noción de juego de lenguaje. *Acta Comportamentalia*, 1(1), 63-82.
- Ribes, E. (2013). Una reflexión sobre los modos generales de conocer y los objetos de conocimiento de las diversas ciencias empíricas, incluida la psicología. *Revista Mexicana de Psicología*, 30(2), 89-95.
- Russell, B. (1975). *La perspectiva científica*. España: Ariel.
- Silva, H., Ruiz, D., Aguilar, F., Canales, C. & Guerrero, J. (2016). Enseñanza de la ciencia, la tecnología y la técnica interconductual: hacia una distinción entre prácticas psicológicas. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 19(1), 220-247.
- Skinner, B. F. (1976). *Tecnología de la enseñanza*. España: Labor.
- Suárez, R. (2008). *Breve introducción al pensamiento de Feyerabend*. México: UAM.
- Wittgenstein, L. (2009). *Tractatus lógico-philosophicus. Investigaciones filosóficas. Sobre la certeza*. España: Editorial Gredos.