

NATURALEZA MODELIZADORA DE LA CIENCIA

Marlene Castro Romero*

Mario Alejandro Rico Montilla**

Resumen

El propósito de este trabajo académico es presentar una comprensión sobre la Naturaleza Modelizadora de la Ciencia. Para emprender esta disertación se tienen dos preguntas orientadoras, recursivas entre sí, primero, ¿qué es la ciencia? y, segundo, ¿cómo es la ciencia? En este sentido, al principio, se reflexiona en torno a la ciencia en sí misma. Luego, se efectúa una aproximación a la naturaleza de la ciencia. Posteriormente, se argumenta que la Ciencia posee una Naturaleza Modelizadora, porque, el modo de *ser* de la ciencia es modelizador, es decir, la esencia/cualidad/propiedad/identidad –intrínseca– de la ciencia es concebir, emplear y validar modelos descriptivos y explicativos sobre el universo. Al final, se concluye que para elaborar, comunicar y comprender la ciencia es necesario reconocer su naturaleza modelizadora.

Palabras clave: Naturaleza Modelizadora de la Ciencia. Naturaleza de la Ciencia. Modelos y Modelización de la Ciencia. Epistemología. Didáctica de la Ciencia.

* Doctora en Educación. Profesora de la Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela.

** Doctorando en Educación. Magister en Filosofía. Licenciado en Educación Mención Ciencias Físico-Naturales. Profesor en la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes. Mérida - Venezuela.

MODELING NATURE OF SCIENCE

Marlene Castro Romero*

Mario Alejandro Rico Montilla**

Abstract:

The purpose of this academic work is to present an understanding of the Modeling Nature of Science. To undertake this dissertation, there are two guiding questions, recursive to each other, first, what is science? and second, how is science? In this respect, at the beginning, one thinks about science itself. Then, an approach is made to the nature of science. Subsequently, it is argued that Science has a Modeling Nature, because the way of being of science is a modeler, that is, the essence / quality / property / identity –intrinsic– of science is to conceive, use and validate descriptive models and explain about the universe. At the end, it is wrapped up that to elaborate, communicate and understand science it is necessary to recognize its modeling nature.

Keywords: Modeling Nature of Science. Nature of Science. Models and Modeling of Science. Epistemology. Teaching of natural sciences.

* Doctora en Educación. Profesora de la Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela.

** Doctorando en Educación. Magister en Filosofía. Licenciado en Educación Mención Ciencias Físico-Naturales. Profesor en la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes. Mérida - Venezuela.

1. Introducción

En el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, se aprecia la existencia de una visión desacertada sobre la ciencia. Pues, en distintos ámbitos educativos y sociales venezolanos existe la concepción de que el conocimiento científico es una verdad estática. Ello se deja ver, en estudiantes, docentes y público en general, a través de la persistente afirmación: “se ha demostrado científicamente que...” Asunto que también ha sido reseñado en el contexto europeo por Chalmers (1982). Así, hay la creencia colectiva de que si algo se demostrase científicamente, entonces, sería la verdad absoluta, única y definitiva, lo cual nos lleva a pensar que en las clases de ciencias naturales no son visibilizados elementos del saber metacientífico, como por ejemplo: no se reflexiona ontológicamente en torno a la verdad, ni los criterios de verdad; y, tampoco se delibera epistemológicamente sobre el conocimiento científico, que conduciría a los estudiantes a tener una visión crítica acerca de qué es la ciencia y cómo se elabora, entre otras discusiones similares.

Esta situación expone la presencia de, al menos, una cadena de absolutismos, dogmatismos y fundamentalismos, que se alejan de la naturaleza del conocimiento científico y se acercan a otros tipos de conocimientos. Así, lógicamente, es previsible la formación de falacias en el pensamiento de las personas, porque no están pensando la ciencia; en consecuencia, no están aprendiendo a razonar correctamente sobre ella. Luego, es posible presumir que los estudiantes estarían en una situación de vulnerabilidad frente a distorsiones e imprecisiones en los modelos presentados a través de la didáctica con los que se encuentran en las aulas de clases. Al respecto, es usual observar a los estudiantes enunciar definiciones desatinadas y, además, defender tales desaciertos argumentando que así está en la Internet o que lo han recibido de parte de sus profesores.

En este sentido, al revisar los programas de estudio de educación media en Venezuela, se halla que se pasa por alto el problema de la teoría del conocimiento y apenas se menciona el tema del método científico. Entonces, es sensato pensar que

esto sucede por desconocimiento y desvalorización del asunto epistemológico. Lo cual implica que se obvian estos temas en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. Al respecto, Agustín Adúriz Bravo (2005) se ha referido al hecho de que, a menudo, los contenidos metacientíficos son relegados a las clases de Filosofía (p.9). Pero, en cuanto a la Filosofía, por lo que hemos observado, y no sólo en nuestro país, esta asignatura, por lo general, es tratada de modo deficiente en la secundaria, puesto que se le enfoca hacia temas de psicología, ética y valores, y se dejan de lado o no se profundizan de manera suficiente los fundamentos filosóficos de la ciencia. Consecuentemente, es posible que la omisión de los temas gnoseológicos o epistemológicos sea una causa de que se presenten dogmatismos y sacralidad sobre el conocimiento científico como muestras de la incompreensión de la *naturaleza modelizadora de la ciencia*.

Como una contribución a la alfabetización epistemológica y científica, a continuación se presenta una reflexión teórica en torno a la ciencia, su naturaleza, en general, y su naturaleza modelizadora, en particular; además, se inaugura la línea de investigación que se ocupa de estos asuntos interdisciplinarios.

2. En torno a la ciencia

Para comprender y explicar qué es y cómo es la ciencia, en principio, se puede considerar la complejizada postura de Juan David García Bacca (1977), en su libro *Teoría y metateoría de la ciencia*, al apuntar lo siguiente:

“resulta factible definir la Ciencia, de la siguiente manera:

1° Ciencia en “general”: Ciencia es conocimiento teórico (de teoremas) y/o técnico (de tecnemas); estructurado según principios y/o causas y/o elementos y/o abstractos y/o constructos; con modalidad de universal y/o necesario; verdadero con verdad óptica y lógica y/o ontológica y/o trascendental y/o técnica; basado sobre las posibilidades humanas de actitud e instalación y hábito y método; unificado por una supernaturaleza humana de tipo social.

2° Ciencia actual es (tiende a ser) conocimiento técnico, estructurado según constructos, en modo universal y necesario, verdadero con verdad trascendental-técnica, metódica y social” (pp. 303-304).

La posición epistemológica de García Bacca resulta, por demás, densa; sin embargo, se deja ver que la “ciencia es (tiende a ser) conocimiento teórico, ontológico, verdadero, objetivo y sistemático” (p.22), es decir, que el conocimiento científico, en principio, es una tendencia, una aproximación en construcción, no es definitivo, es una elaboración teórica, que busca dar cuenta óptica y tecno-fáctica de aquello que es y que puede llegar a ser; pero, también, tiene al conocimiento científico con cierta pretensión de ser verdadero y objetivo; asunto que discutiremos más adelante, pues al respecto presentamos una posición divergente, influenciada por el enfoque cognitivista de la ciencia propuesto por Ronald Giere (1988), también denominado realismo constructivo, o realismo moderado.

Por su parte, el famoso epistemólogo Mario Bunge (1969; pp. 10-23), presenta el inventario de las principales características de la ciencia fáctica, a saber: 1.- El conocimiento científico es fáctico, es decir, procura ir a los hechos para describirlos o para corroborar teorías. 2.- El conocimiento científico trasciende los hechos, porque a menudo los científicos trabajan con entidades conceptuales o ideales. 3.- La ciencia es analítica, estudia al todo en porciones o segmentos. 4.- La investigación científica es especializada, al analizar elementos del universo constituye especialidades que luego pueden trabajar interdisciplinariamente. 5.- El conocimiento científico es claro y preciso, pretende hacer escrupulosa distinción entre los elementos que investiga y comunica, para ello recurre a sofisticados instrumentos y a un lenguaje particular; sin embargo, también está impregnado de metáforas y analogías. 6.- El conocimiento científico es comunicable, a través de los modelos como representaciones y por medio del lenguaje de la ciencia. 7.- El conocimiento científico es verificable, necesariamente es puesto a prueba ante la experiencia. 8.- La investigación científica es metódica, sigue un plan de acción, aunque puede ser alterado por el azar. 9.- El conocimiento científico es sistemático, o sea, se esfuerza por mantener el orden

y la coherencia de las ideas lógicamente conectadas entre sí. 10.- El conocimiento científico es general, busca regularidades entre las particularidades. 11.- El conocimiento científico es legal, pretende develar posibles leyes del universo. 12.- La ciencia es explicativa, interpreta y reinterpreta, dando origen a los modelos de la ciencia que son parciales, provisorios y perfectibles. 13.- El conocimiento científico es predictivo, explica fenómenos pasados, presentes y futuros, a través de la constatación de hipótesis que, a su vez, forman parte de las teorías. 14.- La ciencia es abierta, dado que el conocimiento científico es refutable y falible, entonces, la ciencia rechaza los dogmas y promueve la innovación veraz. 15.- La ciencia es útil, insoslayablemente, la ciencia es imbricada a la tecnología, al solucionar problemas de la humanidad y las sociedades, la ciencia y la tecnología son eficaces, aunque hay mucha polémica con relación al acceso libre o patentado al saber científico y las tecnologías.

En síntesis, Mario Bunge (1969), dice que: “la ciencia puede caracterizarse como un conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable, y por consiguiente falible. Por medio de la investigación científica, el hombre ha alcanzado una reconstrucción conceptual del mundo que es cada vez más amplia, profunda y exacta” (p.6). Si bien es cierto que la ciencia ha logrado geniales aportes a la humanidad, también es cierto que tal conocimiento exacto es provisional, pues incesantemente los científicos están generando nuevos conocimientos que conducen hacia otras formas de comprender y explicar al universo; quizá, desde otros puntos de referencia y parámetros, más o menos exactos, precisos y concisos, correspondientes y coherentes con otros supuestos teóricos y metodológicos.

Al respecto, coincidimos con la visión que tiene Martínez Miguélez (2000), al señalar que “nuestras verdades de hoy serán los errores del mañana” (p.58), haciendo referencia a las ideas del epistemólogo Thomas Kuhn, autor del libro *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), que reflexiona sobre los cambios que sufren las teorías científicas, que a su vez conforman los paradigmas; las crisis paradigmáticas dan paso a nuevas posturas teóricas, nuevas maneras de investigar, innovadoras formas de configurar y responder a los problemas planteados, tanto por los científicos

cos como por los retos de la experiencia sensible; y comprender estos asuntos epistemológicos ayudaría significativamente a los estudiantes y docentes de ciencias naturales para que dejen de percibir a las teorías científicas como verdades absolutas y definitivas.

Porque, al desafiar, o empleando los términos de Karl Popper, al falsar o al someter a pruebas de contrastación a las teorías existentes, a las que Kuhn llama ciencia normal, entonces los estudiantes y profesores pasarían de consumir conocimiento científico a pensar, valorar y hacer la ciencia. Lo cual implicaría una superación al paradigma positivista de la ciencia, que tiene al conocimiento científico como verdad incuestionable; y en cambio, nos situaría en una visión postpositivista, la cual asume al conocimiento como una interpretación y representación de la realidad, pero sabe que no es la realidad en sí misma, tal y como lo explica el realismo constructivista de Giere (1992) y otros investigadores de la naturaleza de la ciencia como: Justi (2006), y Galagovsky, Adúriz Bravo (2001).

Por otra parte, Juan David García Bacca (1977), define a los modelos científicos como: “estructuras capases de reformar un material naturalmente dado: físico, aritmético, social (...) de manera que resulte cognoscible teórica, ontológica, verdadera, objetiva y sistemáticamente” (p.23). El autor aclara que estructura “es un entramado de relaciones sobre términos dados, tal que de ellas y de ellos resulte un contexto” (p.30). A tal entramado de relaciones Imre Lakatos le llama programas de investigación competitivos, a través de los cuales se organizan las metodologías y el corpus teórico que ulteriormente se tendrá como conocimiento científico, en tanto conjunto de modelos explicativos del universo; que tendrán un “centro firme, convencionalmente aceptado (y por tanto, “irrefutable” por decisión provisional) y con una heurística positiva que define los problemas, esboza la construcción de un cinturón de hipótesis auxiliares, prevé anomalías...” (Lakatos, 1983, pp. 144-145, en Martínez-Miguélez, 2000, p.62).

A pesar de sus diferencias, desde las posturas epistemológicas de Kuhn (1962), Popper (1974) y Lakatos (1983), se puede inferir el carácter provisional del conoci-

miento científico (leyes, teorías, modelos, hipótesis, enunciados, etc.), pues, los paradigmas y/o los programas de investigación pueden entrar en crisis y cambiar, son refutables, su heurística puede evolucionar, positiva o negativamente; todo ello, producto de los procesos creadores de la mente del científico que los pone a prueba ante la experiencia, bien sensible, bien racional; en este sentido, el epistemólogo Ronald Giere (1988), abandona la idea de verdad, y prefiere pensar en *similitud* entre las representaciones y los hechos. Tal y como reseña Diéguez Lucena (1998) al afirmar que: “Giere (...) considera que lo que se da es más bien una relación gradual de similitud o de ajuste entre dos entidades no lingüísticas: un modelo –que es una entidad abstracta– y un sistema real. Uno puede preguntarse con sentido por la mayor o menor similitud estructural entre el modelo teórico y la situación empírica que pretende modelar...” (p.201). Así, Giere (1988) influye epistemológicamente en el movimiento intelectual denominado naturaleza de la ciencia.

3. Acerca de la naturaleza de la ciencia

Con relación al término teórico *naturaleza de la ciencia*, es necesario hacer una revisión etimológica para aproximarse a su significado. Una de las acepciones del diccionario de la lengua española define a la *naturaleza* como: “virtud, calidad o propiedad de las cosas” (2019), de ahí que, la *naturaleza de la ciencia* refiere a las características esenciales de la ciencia, para así responder a preguntas tales como: ¿qué es la ciencia?, ¿cómo es?, ¿cómo se elabora?, y similares cuestiones objeto de la reflexión en un amplio espectro del quehacer filosófico, científico, académico, tecnológico y social en general, y epistemológico en particular. Al respecto, José Antonio Acevedo Díaz (2008), afirma que: “NdC es un término poliédrico que se refiere a una gran variedad de asuntos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia” (p.134). En síntesis, naturaleza de la ciencia es un conocimiento sobre el conocimiento científico, es decir, un metaconocimiento.

En este orden de ideas, en la naturaleza de la ciencia existe la tendencia a comprender al conocimiento científico como no absolutamente cierto, interpretativo, imaginario y creativo, cultural, subjetivo e inferencial; al mismo tiempo que posible

y moderadamente realista, tal y como lo sostiene Acevedo (2008, p.136) citando a Lederman *et al.* (2002), al reseñar algunas características básicas de la naturaleza de la ciencia de la siguiente manera:

-“El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto”, a partir de la epistemología contemporánea se sabe que el conocimiento científico cambiará a medida que surjan nuevas experiencias, datos, observaciones, informaciones y sus diferentes interpretaciones; todo lo cual conduce a prever la provisionalidad del conocimiento científico. – “El conocimiento científico es empírico”, en su significación más amplia, procura ir o referirse al mundo material. – “La ciencia se basa en la observación y la inferencia o deducción”, para tales efectos el científico recurre a instrumentos tecnofácticos que *expandan* extraordinariamente sus sentidos y/o elabora modelos para representar tales entes o fenómenos; como por ejemplo, en los simuladores virtuales se hace interactuar energías, fuerzas y materiales para estudiar y visualizar posibles comportamientos de los mismos. – “El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas”, la heurística de la ciencia es uno de los productos más elevados del entendimiento humano y como tal es inferencial, ingenioso y divergente. – “La ciencia es una empresa humana que se practica en un amplio contexto cultural”, es decir, los científicos son hombres y mujeres que pertenecen a una cultura que influencia sus posturas intelectuales, éticas, económicas, ideológicas entre otras. – “El conocimiento científico es subjetivo en parte y nunca puede ser totalmente objetivo”; por una parte, el científico está influenciado por sus valores y experiencias personales; y, por la otra parte, los propios paradigmas y/o programas y tradiciones de investigación están inmersos en un cúmulo de teorías que impregnan el criterio, el raciocinio y el juicio del investigador que tomará decisiones metodológicas que influirán en sus conclusiones.- “Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico”, las primeras son “explicaciones inferidas” y las segundas “describen las relaciones, observadas o percibidas, de los fenómenos de la naturaleza”; por lo que, funcionalmente, hay diferentes tipos de conocimientos científicos que pueden elaborarse a partir de hipótesis.

Todo ello nos permite disentir de las posturas asépticas sobre la ciencia. Como hemos visto, el conocimiento científico no es la verdad plena y definitiva, sino que, con heurística el hombre y la mujer de ciencia interpreta, imagina, inventa y crea, intersubjetivamente, las descripciones y explicaciones de los fenómenos que observa, infiere o predice; todo lo cual es ampliamente identificado y reflexionado por las tendencias actuales en torno a la epistemología, historia y sociología de la ciencia, tal y como lo hace Alan F. Chalmers (1982), en su icónico libro de texto, titulado *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*

4. Naturaleza modelizadora de la ciencia

La palabra *modelo* posee múltiples acepciones, tanto, en el lenguaje coloquial, como, en el lenguaje especializado. En el ámbito de la epistemología, *modelo* es una categoría –independiente– que coexiste con: paradigmas, leyes, teorías, hipótesis, postulados, principios, entre otras categorías epistémicas; al respecto, *modelo científico* es una representación –parcial y provisional– que pretende describir y/o explicar al universo (Gallego Badillo, 2004); por ejemplo, los modelos atómicos, las teorías sobre la evolución de las especies, los modelos cosmológicos: geocéntrico y heliocéntrico, la teoría de la relatividad, el principio de Le Châtelier, y cualquier otro conocimiento científico en sí mismo, son representaciones sobre la estructura y el funcionamiento del universo.

Por otra parte, en el contexto de la psicología cognitiva existe *la teoría de los modelos mentales* de Johnson-Laird (1983), definidos como: “una representación interna de un estado de cosas del mundo exterior” (Moreno y cols. 1998, p35). Mientras que, en la didáctica de las ciencias naturales el término *modelo* se halla inscrito dentro una tendencia de enseñanza y aprendizaje por *modelización*, abocada a hacer y usar instrumentos y estrategias pedagógicas para promover –metafóricamente– la *reconstrucción del mundo* a través de *Modelos didácticos analógicos* (Galagovsky y Adúriz Bravo. 2001) y *Modelos de construcción de modelos* (Justi, 2006). En síntesis, modelo es un término teórico polisémico y multívoco, pues, posee diversos referentes que les son propios o concernientes.

En este sentido, a continuación se presenta un conjunto de proposiciones que se ocupan de definir a los modelos, en general, y a los modelos académicos, en particular. Así, se entiende por *modelo*, en el sentido teórico, a la categoría epistemológica que se ocupa de representar, comunicar y validar al conocimiento científico. Modelo científico es toda representación y proposición sobre el universo, validada por una comunidad de expertos en el área de las ciencias. Modelo formal es toda representación o proposición –en abstracto– sobre el universo, en los ámbitos científicos y académicos. Modelo material es toda representación o proposición –en concreto– referente al universo, en los ámbitos científicos y académicos. Modelo didáctico es toda estrategia o dispositivo inherente al quehacer científico en el ámbito educativo. Modelo estudiantil es toda entidad o creencia no validada por una comunidad de expertos.

Sobre la base de lo antes dicho, se sostiene que el modo de ser de la ciencia es modelizador, es decir, la esencia/cualidad/propiedad/identidad –intrínseca– de la *ciencia* es concebir, emplear y validar modelos descriptivos y explicativos sobre el universo. Adicionalmente, se propone la línea de investigación titulada: *Naturaleza modelizadora de la ciencia*, entendida como un posicionamiento epistemológico –novedoso– que estudia el *modo de ser* representacional y proposicional de la ciencia, en general, y en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, en particular; con sentido filosófico, científico, educativo, histórico y sociológico. La *Naturaleza modelizadora de la ciencia* surge de la confluencia de dos líneas de investigación, por una parte, la *Modelización* (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001), y, por otra parte, la *Naturaleza de la ciencia* (Gallego-Badillo, 2004).

La *Naturaleza modelizadora de la ciencia*, en tanto línea de investigación, se sitúa en el ámbito de estudios de las humanidades y las ciencias naturales; procede mediante la investigación cualitativa, en especial, a través de los métodos etnográficos y fenomenológicos, empleando estrategias hermenéuticas como la inducción analítica, las comparaciones constantes, la triangulación y la categorización.

En este sentido, se entiende a la ciencia como un sistema simbólico y teórico –autorregulado– que exige consistencia interna en su propio corpus de conocimientos, al tiempo que requiere congruencia con la estructura y el funcionamiento del universo. La ciencia es representacional, en tanto, abstracción parcial y provisional sobre el universo, para crear, emplear y validar toda categoría epistemológica. Son funciones de los modelos: abstraer, simbolizar, formalizar, revelar, determinar, predecir, precisar, describir, explicar, contextualizar, delimitar, perfeccionar, optimizar y trascender las experiencias sensibles y racionales del ser humano sobre el universo. Estas interpretaciones sobre las cualidades de los modelos coinciden con los trabajos de Raviolo, Ramírez y López (2010).

La ciencia es proposicional, en tanto, crea su propio lenguaje. El lenguaje de la ciencia está cargado de signos, símbolos, unidades de medida y similares graffias especiales, que codifican y comunican todas las categorías epistemológicas. En cuanto al lenguaje particular de las ciencias naturales, esta línea investigación confirma el posicionamiento epistémico de Lemke (1997). Asimismo, en el lenguaje científico son insoslayables las características de, por una parte, biunivocidad terminológica y, por otra parte, modelización en forma de términos teóricos, analogías y metáforas. Al respecto, se corroboran las propuestas lingüísticas –sobre la ciencia– de Caamaño (2013).

Son pretensiones –empiristas– descubrir y transmitir: verdad; objetividad; precisión; exactitud; impersonalidad. Son pretensiones –racionalistas– significar y comunicar al Ser del Ente. Es una aspiración de la modelización desarrollar una dialéctica entre los fenómenos y todo argumento científico. Son vías del conocimiento precientífico: el asombro, la revelación y el mito del método único. En cambio, son vías del conocimiento científico: el empirismo; el racionalismo, y la modelización. El conocimiento, en general, y el conocimiento científico, en particular, es una creación humana, producto de metodologías de investigación que permiten idear, emplear y validar categorías epistemológicas. Sobre las bases de estos criterios –parciales y provisionarios– queda inaugurada la línea de investigación Naturaleza modelizadora de la ciencia.

5. Conclusión

Para elaborar, comunicar y comprender la ciencia es necesario reconocer su naturaleza modelizadora. Pues, la creación, el empleo y la validación de todo modelo científico exigen de la producción de una representación sobre algún aspecto –formal o material– sobre el universo, a propósito de describirlo, explicarlo y/o predecirlo. Además, la *similitud* del modelo científico con la estructura y el funcionamiento del objeto modelado debe ser validada ante una comunidad de expertos en el área científica, bien mediante formas racionales, como las matemáticas y la lógica formal, bien mediante medios empíricos, como los hechos, los fenómenos y/o los experimentos.

En cuanto a la comunicación, la adquisición del lenguaje especial de la ciencia, aunque insuficiente, es un paso importante en el proceso para la comprensión y el aprendizaje de las ciencias naturales. En ese sentido, es menester subrayar que el lenguaje particular de la ciencia se distingue del lenguaje común de las comunidades lingüísticas, pues, el lenguaje disciplinar pretende ser unívoco, preciso y conciso (Lemke, 1998); para ello, la ciencia desarrolla unidades terminológicas, a su vez caracterizadas por ser biunívocas, en tanto que, “a cada término le corresponde a un concepto” y viceversa, “a cada concepto le corresponde un término” (Caamaño, 2013, p. 10); en cambio, la sinonimia y la polisemia, propias del lenguaje literario y de otras áreas del saber, pueden conducir a confusiones entre los científicos, quienes desean reportar información del modo más exacto posible. Si los divulgadores, docentes y/o estudiantes de las ciencias incurrir en fallas ontológicas en, por ejemplo, el empleo biunívoco de las unidades terminológicas científicamente válidas, pueden acarrear errores conceptuales, que podrían terminar siendo obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1997) en la construcción de conocimientos científicos (Castro, 2008).

Con respecto a las representaciones, desde el plano epistemológico se sabe de la tendencia del ser humano a vivir en, lo que varios autores denominan, un “realismo ingenuo” (Palma, 2008; Adúriz Bravo e Izquierdo Aymerich, 2009), entendido como

la creencia de que el conocimiento científico es una copia fiel y exacta de la realidad. Los orígenes de este realismo ingenuo son los propios sentidos corporales y lo que otros autores, como Aristóteles, llaman el sentido común, porque, parafraseándolos, nuestros pies se mantienen fijos en el suelo mientras con los ojos vemos al Sol moverse alrededor de la Tierra. Ese tipo de argumentos fueron rebatidos por Copérnico y Galileo al proponer y validar, respectivamente, el modelo heliocéntrico para explicar los movimientos astronómicos de este sistema solar (Gellon et. al., 2005. pp.207-219). Este famoso pasaje de la historia de las ciencias es pertinente para sostener que, en distintos aspectos, los modelos científicos son contrarios a las intuiciones sensoriales humanas. De ahí que, la comprensión del conocimiento científico exige elevadas capacidades intelectuales de razonamiento, abstracción y simbolización, pues, los modelos de la ciencia presentan características sumamente formalizadas, alejadas del sentido común e, incluso, algunas veces, en contra de las intuiciones sensibles.

Finalmente, queda demostrado que, para hacer, divulgar y significar a la ciencia es necesario reconocer y valorar su naturaleza modelizadora, en tanto representaciones y proposiciones científicamente validadas sobre el universo.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), undefined-undefined [fecha de Consulta 21 de Septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=920/92050202>

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4, número especial 1, 40-49. [Fecha de consulta 20 de Septiembre de 2015] Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/view/7551>

Bachelard, G. (1997). *La formación del espíritu científico*. 21ª Edición. Buenos Aires. Siglo XXI Editores.

Bunge, M. (1969). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Siglo Veinte: Buenos Aires.

Caamaño, A. (2013b). *El carácter interpretativo del lenguaje científico*. Textos de Didáctica de la Lengua y la Literatura, 64, 9-22.

Castro, M. (2008). Dificultades en la construcción de conocimientos en las ciencias naturales. Un estudio de la Biología de 4to año de Educación Media. Tesis Doctoral. Universidad de Los Andes: Mérida-Venezuela.

Chalmers, A. (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI Editores.

Diéguez Lucena, A. (1988). *Realismo científico: una introducción al debate actual en la filosofía de la ciencia*. Málaga - España: Universidad de Málaga.

García, J. (1977). *Teoría y metateoría de la ciencia*. Universidad Central de Venezuela: Caracas.

Gellon *et al.* (2005). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires. Paidós.

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.

Gallego Badillo, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3). Recuperado el 1 de noviembre de 2013, desde:

http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Nu-mero3/ART4_VOL3_N3.pdf

Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Original en inglés de 1988.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 173-184.

Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Lakatos, I. (1978). The methodology of scientific research programmes: philosophical papers. (Ed. por J. Worall y G. Currie). Cambridge: Cambridge University Press. Traduc. Cast. De J.C. Zapatero: *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza, 1983.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona - España: Paidós.

Martínez, M. (2000). *El paradigma emergente*. México: Editorial Trillas.

Martínez, M. (2006). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Editorial Trillas.

Martínez, M. (2012). *Nuevos fundamentos de la investigación científica*. México: Trillas.

Moreno, M. y Cols. (1998) *Conocimiento y cambio*. Barcelona – España: Paidós.

Palma, H. (2008), *Filosofía de las Ciencias. Temas y problemas*, San Martín, UNSA Medita (Universidad Nacional de San Martín: Argentina).

Popper, K. (1998) *Realismo y el objetivo de la ciencia. Post Scriptum a la lógica de la investigación científica*. Vol. I, España: Tecnos.

Raviolo, A; Ramírez, P; López, E A; (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, (7) 591-612. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92017191002>