

PENSAMIENTO GRIEGO Y KANTIANO COMO PRECURSORES DEL MODELO CIENTÍFICO EN TANTO CATEGORÍA EPISTEMOLÓGICA

Marlene Castro Romero*

Mario Alejandro Rico Montilla**

Resumen:

El objetivo principal de este trabajo es una exposición en torno al pensamiento de los antiguos filósofos griegos y el pensamiento kantiano como antecedentes del *modelo científico* en tanto categoría epistemológica. En este sentido, se presentan algunas interrogantes que orientan esta reflexión, por una parte, ¿qué es el conocimiento y cómo se conoce? y, por la otra parte, ¿por qué el humano está determinado a elaborar modelos o representaciones de los entes y fenómenos? Al principio, se revisa el problema del conocimiento en algunos pensadores de la sofística griega; se enuncian ideas de Platón y Aristóteles, concernientes a las posibilidades de conocer y se considera la postura epistemológica de Kant a propósito de la conciliación necesaria entre sensaciones y conceptos; es decir, entre racionalismo y empirismo. Luego, se efectúa un acercamiento al modelo científico como categoría epistemológica. Al final, se concluye que hay un devenir gnoseológico desde las posturas antiguas (griegas) y modernas (kantianas) hasta las nociones contemporáneas de modelo científico.

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

Palabras clave: Modelos Científicos. Epistemología. Racionalismo. Empirismo. Criticismo.

GREEK AND KANTIAN THOUGHT AS PRECURSORS OF THE SCIENTIFIC MODEL AS AN EPISTEMOLOGICAL CATEGORY

Abstract:

The main purpose of this academic work is to lecture on Greek and Kantian thoughts as background of the Scientific Model as an epistemological category. In this sense, there are some questions that guide this reflection. On the one hand, what is knowledge and how is it known? and, on the other hand, why is the human being determined to elaborate models or representations of entities and phenomena? At first, the problem of knowledge is reviewed in some thinkers of Greek sophistry; likewise, ideas of Plato and Aristotle are analyzed, concerning the possibilities of knowing; Furthermore, Kant's epistemological position is considered, regarding the necessary reconciliation between sensations and concepts. Then, an approach to the Scientific Model is made as an epistemological category. At the end, it is concluded that there is an epistemological evolution from the ancient-Greek and modern Kantian positions to the contemporary notions of the scientific model.

Key words: Scientific Models, Epistemology, Rationalism, Empiricism, Criticism.

1. Introducción

Para comenzar, se debe exponer que la palabra *modelo* posee una gran variedad de significados, tanto en el habla corriente o lenguaje natural como en los ámbitos académicos y científicos el término *modelo* tiene diversas significaciones, por lo cual, y con razón, se le considera como un concepto polisémico y multívoco. En este texto se aborda al *modelo científico* en el ámbito epistemológico. Al respecto, Gallego Torres (2006), afirma que un modelo científico es una: “estructura conceptual y metodológica mediante la cual una comunidad de especialistas da cuenta descriptiva y explicativamente de las características e interacciones que le ha atribuido a un sistema, sistema que ha construido como objeto de saber y de investigación” (p.121). De ahí que, un modelo científico es una categoría epistemológica — al igual que lo son las hipótesis, las teorías, las leyes, los postulados y los paradigmas— pues, son representaciones parciales y provisionales sobre el universo, elaboradas por los científicos, impulsados por el deseo de conocer, para describir, interpretar y explicar su probable estructura y funcionamiento.

Es razonable pensar que los intentos por comprender y explicar a los entes y fenómenos, a través de representaciones, sean tan antiguos como el pensamiento humano mismo. No obstante, en los últimos tiempos, diversos autores han dedicado sus esfuerzos epistemológicos y didácticos en torno a la tematización explícita del concepto de modelos, en tanto naturaleza de la ciencia, entre ellos se hallan a Morrison y Morgan (1999); Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001); Justi y Gilbert (2002); Izquierdo-Aymerich et al. (2003) entre otros. Desde los más diversos puntos de vista, estos autores han tomado en consideración a los principales epistemólogos y filósofos de la ciencia, como son Thomas Kuhn (1962), Karl Popper (1974), Imre Lakatos (1983), Ronald Giere (1988), entre otros, quienes a su vez, han trabajado sobre las bases aportadas por científicos, historiadores y sociólogos de la ciencia; lo mismo que, han sido influenciados por brillantes filósofos de la humanidad, como por ejemplo: Platón (427a.C.–347a.C.), Aristóteles (384a.C.–322a.C.) y Kant (1724d.C.–1804d.C.), además de los antiguos sofistas griegos. Es por ello que se consideran a éstos últimos pensadores, como precursores del estu-

dio del conocimiento, a propósito de reconstruir una línea gnoseológica que permita comprender por qué los humanos estamos limitados a conocer sólo aproximaciones del ente, al modo del idealismo trascendental Kantiano.

2. En torno al conocimiento

Modelizar es idear, elaborar y emplear un modelo de un determinado ente o fenómeno objeto de estudio. Ello implica un acto o proceso de *abstracción* mediante el cual se *formaliza* una descripción o explicación aproximada sobre el universo. Éste es un acto propio del ser racional, que es el único que tiene la capacidad de *pensar y conocer*; de pensarse a sí mismo y pensar sobre los objetos del mundo y conocerlos. Es necesario entonces comenzar por precisar la diferencia entre *pensamiento* y *conocimiento*, pues se puede decir que todo conocimiento es un pensamiento, pero no podemos afirmar en cambio que todo pensamiento es un conocimiento, ya que, como afirma Kant en la *Crítica de la razón pura*, el pensamiento puede versar sobre cualquier cosa, de cualquier objeto de la imaginación, incluso de cosas imposibles y no requiere ser demostrado; mientras que, el conocimiento es algo que versa sobre alguna cosa cuya posibilidad tiene que poder ser demostrada de alguna manera, ya sea racional o empíricamente (Kant, B146-B147). Tenemos entonces que el conocimiento es solamente un tipo de pensamiento.

Como ya lo dijera Husserl, uno de los pioneros de la filosofía de la ciencia, y como es universalmente aceptado, el conocimiento, por esencia, es conocimiento de un objeto, entendiendo el término *objeto* en su más amplia significación, como todo aquello de lo cual se puede predicar algo, es decir, toda clase de entes, reales e ideales, que puedan ser aprehendidos por el sujeto cognoscente ubicado en, al menos, dos condiciones necesarias, tiempo y espacio.

La disciplina que se aplica al estudio del conocimiento recibe el nombre de *teoría del conocimiento*, y para decirlo de entrada y brevemente, consiste en una interpretación o hermenéutica del conocimiento humano. La teoría del conocimiento también ha recibido el nombre de *gnoseología* y *epistemología*; asimismo, más restringidamente, se le ha asignado el nombre de noética. La epistemología, como la conocemos hoy, tiene sus orígenes en la Edad Moderna, no obstante, como rama

de la filosofía que es, se origina en la antigüedad griega, pues ya Platón y Aristóteles, como veremos más adelante, se habían ocupado ampliamente del problema del conocimiento, en cuyas doctrinas el tema del conocimiento y de la ciencia será de importancia capital. Empero, ha sido ampliamente reconocido por los autores que es propiamente con el inglés John Locke (1690) que se inicia explícitamente la teoría del conocimiento, con su obra *Ensayo sobre el entendimiento humano*, obra en la que de un modo sistemático se enfoca el origen, la esencia y la certeza del conocimiento.

Desde el punto de vista etimológico, la palabra *conocimiento* deriva del griego *gnosis* (γνώσις), cuyo significado es: conocimiento, facultad de conocer, ciencia y fama (Pabón, 1967, p.121). El término *epistemología* deriva de dos vocablos griegos: *episteme* (ἐπιστήμη) y *logos* (λόγος). La palabra *episteme* también tiene en griego el mismo significado de “conocimiento” y “ciencia” -como el término *gnosis-*, pero también significa: inteligencia, noción, saber, destreza y pericia (Pabón, 1967, p. 243). Por su parte el término *logos* -del griego λόγος-, posee una amplísima gama de significados, pero fundamentalmente significa: tratado, doctrina, dar razón o explicación (Pabón, ibíd.), y es por ello que entra en la composición del nombre de distintas disciplinas científicas, como biología, psicología, geología, etc. El término *gnoseología* se refería inicialmente a toda la teoría del conocimiento en general, sin hacer distinción acerca de qué tipo de conocimiento se trataba. Posteriormente se hizo más común la palabra *epistemología* para designar exclusivamente a la teoría de la ciencia o teoría del conocimiento científico, no obstante, por influencia anglosajona, existe una tendencia generalizada a usar la palabra *epistemología* en todo lo que concierne al conocimiento científico.

Ahora bien, es preciso intentar dar respuesta a la pregunta que interroga por el conocimiento en cuanto tal: ¿qué es el conocimiento?, y podemos empezar por decir que el conocimiento es un fenómeno de la conciencia que se produce por la relación entre el sujeto y el objeto. Desde el punto de vista fenomenológico, esto ha sido ampliamente admitido por los autores y es un criterio dominante. El *sujeto* es el ente que tiene la capacidad de percibir al objeto, pensar sobre él y conocerlo.

Correlativamente, el *objeto* es el ente que tiene la capacidad de ser percibido o captado por el sujeto. Pero en esta aprehensión no se produce una transferencia material del objeto hacia el sujeto, sino sólo sus propiedades, es decir, la forma o *imagen* del objeto. Esto es algo que ya se venía avizorando desde los primeros pensadores griegos, y al respecto Aristóteles en su libro *De Anima* afirma que: «Lo que está en el alma [la mente] no es la piedra, sino la forma de la piedra» (431b25), y más adelante se hizo famosa la expresión de sus intérpretes al afirmar, parafraseándolo, que *nada hay en el intelecto que no haya entrado por los sentidos*; a lo que Leibniz (1646-1716) agregaría: *excepto el propio intelecto*; pues, para los racionalistas -como Descartes, Spinoza y Leibniz- la intuición intelectual es el nivel superior de conocimiento al que el hombre puede aspirar, para tener las ideas claras y distintas, es decir, las ideas adecuadas o perfectas.

Conviene destacar aquí dos aspectos fundamentales de la teoría del conocimiento:

1º) que en torno al conocimiento, aparte del problema de su origen, se han presentado otras consideraciones epistemológicas, principalmente en cuanto a la posibilidad, la esencia y las formas del conocimiento humano y su verdad;

2º) que si bien la teoría del conocimiento, en cuanto disciplina autónoma, es una creación de la ciencia moderna, no obstante, la reflexión-investigación acerca de los problemas epistemológicos no es original de la ciencia moderna, sino que, como ya se dijo, la misma es de muy larga data, y se inicia con los primeros pensadores de la antigua Grecia, principalmente con los sofistas, además de Sócrates, Platón y Aristóteles, quienes, entre otras interrogantes gnoseológicas, se preguntaron por la naturaleza y origen del conocimiento. Esta interrogación y sus respectivas respuestas continúan teniendo en la actualidad una vigencia incuestionable, lo cual no sólo justifica sino que exige asumir esta temática desde sus primeros inicios y autores en la cultura clásica de Occidente. Hay que advertir, sin embargo, que en estos pensadores el problema gnoseológico se presentaba en un contexto de consideraciones lógicas, ontológicas o metafísicas.

En función de lo anteriormente expuesto, en las siguientes páginas se realiza una exposición sumaria del criterio de estos representantes para posteriormente abordar dicha temática en la Modernidad, especialmente en la doctrina epistemológica de Kant, conocida generalmente como criticismo kantiano. Ciertamente, en casi todos los autores griegos y las distintas escuelas de la época estuvo presente de manera explícita o implícita el problema del conocimiento, pero aquí, como se ha indicado, se consideran a sus principales exponentes.

3. Algunas ideas gnoseológicas en la antigua Grecia y Kant

El nombre de *sofística griega* remite a un importante movimiento intelectual y cultural, de carácter principalmente pedagógico, que surgió en la antigua Grecia a partir del siglo V a.C., como consecuencia, entre otras complejas causas, del florecimiento de la democracia ateniense en lo que se conoce como el “Siglo de Pericles”. Guthrie, en su *Historia de la filosofía griega* (1988), se refiere a este período como “Ilustración”, “una revolución intelectual” y “humanismo”. De este modo, Atenas se convirtió en un lugar que atrajo, de la periferia del mundo helénico, a maestros y educadores en distintas materias, especialmente, muy hábiles en el arte de persuadir, es decir, en la retórica y la dialéctica. Estos pedagogos fueron conocidos como *sofistas*, siendo los principales de ellos, y considerados como “sofistas de primera generación”: Protágoras, Gorgias, Hipias y Pródico, por quienes Sócrates y Platón manifestaron un mayor interés, e incluso Platón llegó a escribir diálogos con el nombre de los tres primeros, aunque por el que mostró en realidad un cierto aprecio, aparte de Pródico, fue por Protágoras, quien además ha sido tradicionalmente reconocido como el más eminente entre todos los sofistas, tal como lo afirma Werner Jaeger en su obra *Paideia* (1987, p. 282).

La denominación *sofística* deriva la palabra sofista, del griego *sofós* (σοφός), que significa “sabio”, siendo “sofista” [*sofistés* (σοφιστής)] en este sentido el que practica la sabiduría. El nombre de sofista ya le había sido aplicado a los Siete Sabios de Grecia, cuya sabiduría se expresaba principalmente en máximas de contenido moral como el famoso *conócete a ti mismo*, que sería inscrito en el templo de

Delfos. Estos Siete Sabios son nombrados por Platón en sus diálogos: Tales de Mileto, Pítaco de Mitilene, Bías de Priene, Solón, Cleóbulo de Lindos, Misón de Quenea y Quilón. Así pues, genéricamente se le decía “sofista” [*sofistés* (σοφιστής)] al sabio, cuya principal característica era la culta humildad; pues eran reconocidos como sabios por los demás, no por jactancia de sí mismos como ocurriría luego con los miembros de la sofística. Sócrates mismo, que a través de los siglos ha sido considerado como uno de los sabios más insignes de la humanidad, nunca hizo alarde de sus saberes, sino que, contrariamente, confesaba no saber nada —*yo sólo sé que no sé nada*—, como puede apreciarse en gran parte de los diálogos de Platón.

El término “sofista” tuvo un proceso de desvalorización, principalmente por tres razones: primero, el hecho de que dichas enseñanzas se caracterizaban más por ser opiniones (*doxa*) que conocimientos comprobables (episteme); segundo, el hecho de que ellos mismos se vanagloriaban de ser sabios en toda clase de sabiduría; y, tercero, el hecho de que los sofistas cobraban grandes sumas de dinero por sus enseñanzas. Así, en el devenir histórico, la palabra sofista terminó por adquirir una significación peyorativa hasta nuestros tiempos.

El movimiento sofístico era muy amplio e integrado por numerosos representantes. De modo que no puede decirse de ellos que constituían una escuela o secta con principios compartidos. Al contrario, es ampliamente sabido que sobre un mismo problema sostenían puntos de vista diferentes e incluso polémicos entre unos y otros. En lo que sigue, se dedica un espacio a Protágoras y Gorgias, quienes contribuyeron con decisivos aportes a encaminar la reflexión en torno al conocimiento, que, aunque refutados por Platón, sus criterios continúan siendo objeto de interés, pues, como afirma Guthrie: «Un escepticismo tan radical como el de Protágoras y Gorgias sirvió de gran ayuda para el progreso del pensamiento científico» (Guthrie, 1988, p.20).

En principio, lo que refiere a la relatividad del conocimiento fue propuesto por Protágoras (485a.C. – 411a.C.), en su tesis del hombre-medida (*homo mensura*), la cual sostiene que “el hombre es la medida de todas las cosas, de las que son en

cuanto que son y de las que no son en cuanto que no son” (Cappelletti, 1987. p.99). Mientras que, la negación radical del conocimiento fue concebido por Gorgias (485a.C. – 380a.C.), al plantear una controversial y nihilista teoría en torno al conocimiento, resumidas en estas tres proposiciones: 1. Nada existe. 2. Si algo existiera sería incognoscible. 3. Si algo existiera y fuera cognoscible, entonces sería incommunicable (Frag. 1 y 3. Copleston, 1969, vol. 1, p. 106).

Por otra parte, la tesis del conocimiento como reminiscencia es sustentada por Platón (427a.C. – 347a.C.), así, conocer es recordar; entonces habría ideas innatas, asunto que aborda en su diálogo *Menón*; pues, además, sostenía el criterio de la transmigración de las almas (*Fedro*, 248c -249); pero Platón reconoce el dato de los sentidos o las percepciones sensibles como fuente del conocimiento (*Fedón*, 75a-76a). Además, Platón rebate la relatividad del conocimiento al modo propuesto por Protágoras, bien en el *Cratilo* (358e), bien en el *Teeteto* (151e-152a), dejando en claro que el conocimiento verdadero es posible al demostrar las ideas universales, más allá de las meras percepciones individuales de cada hombre en particular, sombras de las que habla en su alegoría de la Caverna en el libro VII de la *República*, dando paso a la deducción como método para la generación del conocimiento (Cappelletti, 1987).

Antagónicamente, las explicaciones sensorio-perceptivas del conocimiento son tratadas por Aristóteles (384a.C. – 322a.C.), principalmente, en el libro *De Anima* y en la *Metafísica*. Así, coloca en la sensación el punto de partida del conocimiento, pero termina necesariamente en la razón. Todas las cosas que se perciben a partir de la sensación, afirma él, tienen formas, una figura, una textura, un color, etc. Estas propiedades son captadas únicamente como *imagen*, sin la materia. Pero la sensación no es solamente el contacto físico entre un determinado objeto y el órgano sensorial del sentido correspondiente —vista, oído, olfato, gusto y tacto— sino que ahí se produce un movimiento que él llama *movimiento cualitativo*, y es un movimiento porque en ese acto de *conocer* ha habido una *transferencia* de las propiedades o *imagen* del objeto hacia el alma intelectual de quien percibe, es decir, del sujeto percipiente o cognoscente. Entonces, se sigue que el conocimiento

también se generaría a través de la inducción o inferencia, al recabar pruebas observacionales y objetivas que conduzcan al intelecto a descubrir la estructura y el funcionamiento del universo, desde las primeras causas hasta las últimas consecuencias.

Luego, en la Edad Moderna, en torno al conocimiento, la pugna entre las visiones racionalistas y empiristas tiene un punto de inflexión; pues Immanuel Kant (1724 - 1804), en su obra cumbre, *Crítica de la razón pura* (1781), concilia estas dos posiciones al postular que todo nuestro conocimiento procede de dos únicas fuentes: la sensibilidad (intuiciones sensibles) y la razón o entendimiento, pues “sin sensibilidad no nos serían dados los objetos, y sin entendimiento ninguno sería pensado” (CRP.A51). Para Kant, la mente humana no es una tabula rasa o un papel en blanco, como sostenían los empiristas Locke (1632 - 1704), Hume (1711 - 1776) y otros, sino que, por naturaleza, ya está equipada, con ciertas disposiciones o estructuras llamadas categorías (B106) que aporta el entendimiento. Entonces, dice Kant: “Conceptos sin intuiciones son vacíos, intuiciones sin conceptos son ciegas” (CRP. A51). De donde se infiere que ni la razón por sí sola puede crear el conocimiento ni la sensibilidad por sí sola tampoco, sino que es preciso que concurren ambas facultades para que éste pueda ocurrir. Como consecuencia de la separación entre sensaciones y pensamientos, Rosales (1993) sostiene que el sujeto humano sólo puede conocer fenómenos y no las cosas en sí mismas, y su capacidad de conocer no es directa sino mediada a través de un proceso lógico de concepto, juicio y raciocinio. De manera que, esto explicaría el motivo fundamental de por qué el ser humano se ve obligado a hacerse representaciones de las cosas, es decir, *modelizar*, al realizar *modelos científicos* de las distintas abstracciones y formalizaciones de los fenómenos de la realidad, tanto para comprenderlos por sí mismo como para comunicarlos en la divulgación y la enseñanza de las ciencias.

4. Acercamiento al modelo científico como categoría epistemológica

Los modelos científicos, y similares representaciones —principios, teorías y leyes— constituyen el corpus del conocimiento científico, son explicaciones par-

ciales, provisorias, refutables, falsables y verificables; que cambian, evolucionan o se sustituyen; y que pertenecen a paradigmas, programas o tradiciones de investigación, tal como lo proponen Kuhn (1962), Popper (1974), Lakatos (1983), Giere (1988) y otros filósofos, historiadores y sociólogos de la ciencia.

Son numerosos los tipos de modelos, bien como entes concretos, bien como entidades ideales, teniendo en cada contexto significado y referente propio o concierne. En este apartado se aborda el concepto de modelo en el ámbito de las ciencias naturales; por ello, a continuación se diserta en torno a los modelos científicos o los modelos de la ciencia. En este sentido, Rosária Justi (2006, p.175), reseña que en el contexto académico “actualmente el punto de vista más aceptado es que un modelo es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico (Gilber, Boulter y Elmer, 2000)”. Estos modelos son representaciones en tanto abstracciones mentales o constructos intelectuales, que elabora el humano al concebir, interpretar, comprender y explicar ideas fundamentadas sobre el universo. Estas ideas deben ser analizadas sistemáticamente, con el rigor de la ciencia, para entonces convertirse en modelos científicos, en tanto conocimiento validado, comunicable y falsable dentro de la comunidad de expertos. Ejemplo de ellos son los diversos modelos del átomo, como los de Dalton (1808), Thomson (1904), Rutherford (1911), Bohr (1913), Schrödinger (1924), el modelo de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) de Watson y Crick (1953), y cualquier otro concepto científico -en abstracto.

Los especialistas coinciden en afirmar que un modelo científico es un término teórico, que no es la realidad en sí misma, ni una copia fiel y exacta de ella, “tampoco es la verdad sobre el mundo, calcada a partir de él; a esta visión de ciencia se puede calificar de realismo ingenuo o icónico” (Galagovsky, 2008; Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich; 2009, p.43); pues, los modelos son explicaciones parciales y provisorias, creadas por las personas dedicadas al quehacer científico y, por lo tanto, son falibles y modificables. En torno al realismo ingenuo o empirismo ingenuo, Justi (2006) dice que es una “perspectiva en la cual se defiende que el conocimiento se origina a partir de observaciones neutras, de las que se extraen patrones que a

su vez darán lugar a explicaciones” (p.179), sin embargo, el proceso de construcción del conocimiento científico trasciende los hechos y procura formalizaciones lógicas, admitiendo también al racionalismo como fuente de conocimiento, al modo del criticismo kantiano de conciliación necesaria entre razón y sensación.

Otra interesante definición de modelo científico es la propuesta por Schwarz *et al.* (2009, p. 633), reseñada en López-Mota de la siguiente manera: “representación abstracta y simplificada de un sistema que hace visibles sus rasgos clave y puede usarse para explicar y predecir fenómenos estudiados por la ciencia, que consiste de elementos, relaciones, operaciones y normas que rigen las interacciones” (2013, p.2009). Así, un modelo científico abstrae y representa algunos elementos que componen el ente o fenómeno; de ahí que simplifica el objeto teórico de estudio, al modo analítico, para conocer por partes algunas de sus variables, y luego lo inserta en el cúmulo de la teoría científica. Por ejemplo, una síntesis de proteína puede describirse como un proceso fisiológico de la célula; además, puede comprenderse como una reacción química entre productos y reactantes, lo cual prueba que para la misma porción del universo existen diversos modelos científicos que lo estudian, fijando la atención en un nivel de análisis correspondiente a sus objetivos.

En efecto, en cada uno de estos modelos hay relaciones formales entre los elementos, lógicamente organizados por el científico al abstraer, razonar, interpretar y describir dicho fenómeno de la naturaleza. De ahí que, Raviolo, Ramírez y López (2010), sostienen que “los modelos científicos constituyen uno de los principales productos de la ciencia. Gilber (1991) concibe a la ciencia como “un proceso de construcción de modelos conceptuales predictivos”. Nótese que la capacidad predictiva de los modelos incluye eventos del pasado, presente y futuro; por ejemplo: la teoría del Big Bang tiene un modelo cosmológico que explica el origen del universo; la selección natural presenta un modelo de cómo evolucionan las especies; las leyes de Mendel describen la transmisión de las características genéticamente hereditarias. Todo ello, con apoyo probabilístico de ocurrencia del evento estudiado.

Los modelos científicos son entidades formales, ideadas por el intelecto humano al representar una porción del cosmos. Ya desde antes de la época de Demócrito (472a.C. – 370a.C.) pensadores como: Tales, Anaximandro y Anaxímenes, de Mileto; Pitágoras, de Samos; Parménides, de Elea; Heráclito, de Éfeso; Anaxágoras, de Clazomene y otros pensadores griegos, habían querido conocer la estructura más íntima de la materia, su *arjé*, traducido como *origen o principio*, entre otros infinitos asuntos, sin recurrir a tramas míticas sino a explicaciones lógicas. Para satisfacer la curiosidad, con ingenio y creatividad, se ha pensado en las formas y los procesos propios de la naturaleza, a los cuales no se tiene acceso directo, ni con los órganos sensoriales, ni con artefactos tecnológicos creados para aprehenderlos; entonces, se generan ideas e interpretaciones de algunos datos recabados en las investigaciones científicas, conducentes y devenidas en modelos de la ciencia; todos ellos vinculados a otros sistemas complejos de leyes y teorías científicas, que dan cuenta de las abstracciones del hombre que desea conocer. Luego, estos modelos científicos son expresados a través de diferentes formas del lenguaje, como dice Justi (2006, p. 175) “lo que podemos conocer del modelo mental es lo que denominamos modelo expresado” (Gilbert y Boulter, 1995).

En otro orden de ideas, es necesario reflexionar en torno a las relaciones de sinergia que permiten el sistema epistemológico integrado por los modelos científicos, las teorías y las leyes de la ciencia. En este sentido, Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009, p.42), afirman lo siguiente:

“Las teorías son representaciones específicas de la ciencia, lo más propio e importante de la actividad científica. Ellas están formadas por modelos teóricos y por dominios de fenómenos; entre modelos y fenómenos se establecen relaciones sustantivas que se desarrollan gracias a la formulación de hipótesis, que son contrastadas con la realidad para poder ser aceptadas. Los científicos elaboran modelos teóricos de manera creativa e imaginativa, para conseguir que muestren o sugieran las ca-

racterísticas “transversales” de determinadas agrupaciones de fenómenos” (Lombardi, 1998; Izquierdo-Aymerich et al., 1999).

Todo ello permite inferir que los modelos científicos son una categoría epistemológica en sí misma, que impulsa a la formulación de teorías y leyes en la ciencia. De tal modo, dicen Adúriz-Bravo *et al.*: “una teoría es, por tanto, una familia de modelos, pero más que una simple suma de estos modelos” (p.44). La razón es que las teorías están constituidas por múltiples proposiciones lógicamente válidas y empíricamente ciertas. Mientras que, y parafraseando a Justi (2006), los modelos son instrumentos autónomos, que operan como mediadores entre la realidad y la teoría, y que no están supeditados a ninguno de ellos; en consecuencia, los modelos científicos “junto con los instrumentos de medición, los experimentos, la teoría y los datos, son un ingrediente esencial en la práctica de la ciencia (Morrison y Morgan, 1999, en Justi, pp. 175-176).

5. Conclusión

Hemos expuesto cómo las ideas de los antiguos filósofos griegos dieron origen, en relación con el conocimiento, al racionalismo y el empirismo, que luego serían conciliados, al modo sintético, por Kant, constituyéndose así en precursores del *modelo científico* en tanto categoría epistemológica contemporánea. Pues, ya desde las gnoseologías de la antigua Grecia se observa el interés del pensamiento occidental por el conocimiento, en general, y por el conocimiento científico, en particular. Lo que dará paso al método hipotético-deductivo contemporáneo, donde se ubica al proceso de elaboración y uso de *modelos*, bien como estrategia de investigación científica, bien como estrategia cognoscitiva y didáctica.

Su investigación rigurosa, probablemente, promovería mejoras en la ciencia, la tecnología y la sociedad, de modo especial, en la educación como objeto de estudio. Esto es así porque para el intelecto comporta no pocos problemas la comprensión de la ciencia como producto de las interacciones racionales y fácticas del hombre con el universo. Es decir, para el entendimiento humano no es tan fácil la

comprensión de los procesos fenoménicos, hermenéuticos, heurísticos y de alternancia entre los modelos científicos que, parcial y provisoriamente, abstraen, interpretan, representan, explican y predicen la naturaleza de los entes.

Bibliografía

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>

Aristóteles. *De Anima*. Traducción de Calvo-Martínez, T. (2000). Gredos: Madrid.

Copleston, Frederick. Historia de la filosofía. 4ta ed. (tomos I al IV). Ariel S.A. Barcelona, España, 2004.

Cappelletti, A. (1987). *Protágoras: naturaleza y cultura*. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia: Caracas.

Gallego, A. (2006). Consideraciones sobre la categoría epistemológica de modelo. *Tecné, Episteme y Didaxis*, No. 19, 114 – 127.

Guthrie, W. (1988). *Historia de la filosofía griega*. Vol. III Gredos: Madrid.

Jaeger, W. (1978). *Paideia*. Traducción de Xirau J. y Rocés, W. (1987) Fondo de Cultura Económica: México.

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

Kant, Immanuel. *Crítica de la razón pura*. Traducción de Rivas, P. (1997) Alfaguara: Madrid.

López-Mota, A. y Rodríguez-Pineda, D. (2013). Anclaje de los modelos y la modelización científica en estrategias didácticas. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/264347628 ANCLAJE DE LOS MODELOS Y LA MODELIZACION CIENTIFICA EN ESTRATEGIAS DIDACTICAS](https://www.researchgate.net/publication/264347628_ANCLAJE_DE_LOS_MODELOS_Y_LA_MODELIZACION_CIENTIFICA_EN ESTRATEGIAS DIDACTICAS)

Pabón, J. (1967). *Diccionario bilingüe manual griego clásico español*. VOX: Madrid.

Platón: *Obras completas*. Biblioteca Básica Gredos. Madrid, 2000.

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(1) 591-612.

Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92017191002>

Rosales, A. (1993). *Siete ensayos sobre Kant*. Consejo de Publicaciones ULA. Mérida-Venezuela.

Bibliografía complementaria

Morrison, M. y Morgan, M. (1999) *Models has mediating instruments*, en Morgan M. S. y Morrison, M. (eds.). *Models has mediators*, pp. 10-37. Cambridge: Cambridge University Press.

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.

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

Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.

Kant, Immanuel. *Crítica de la facultad de juzgar*. Traducción de Oyarzún, P. (1992) Monte Ávila Editores: Caracas.

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.

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