

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE LA LÓGICA TRADICIONAL

HISTORICAL EVOLUTION OF THE TRADITIONAL LOGIC CONCEPT

Recibido: 2 de mayo del 2010

Aprobado: 25 de junio del 2010

ÁLVARO MARRIAGA CARVAJAL *
GABRIEL MÁRQUEZ ANAYA **

Resumen

El autor narra a lo largo del artículo las diferentes acepciones que ha tenido la lógica en la historia del conocimiento, para lo cual realiza un panorama histórico de la evolución de la denominada “ciencia del pensamiento”. Inicia explicando su nacimiento en la Edad Antigua cuando los filósofos griegos estudiaron la relación entre lógica y pensamiento; al respecto menciona los aportes de Pitágoras, Parménides, Platón y Aristóteles. A continuación comenta cómo en la llamada Era Cristiana (Edad Media) el estudio de la lógica se estancó y se relegó a ser un apéndice de la filosofía. Luego ilustra los logros conceptuales conseguidos por esta ciencia en la Edad Moderna; menciona los aportes realizados por Francis Bacon, Emmanuel Kant y George Boole. También comenta la diferencia entre lógica simbólica y lógica formal, lo mismo que la importancia del Álgebra de Boole para el desarrollo de nuevas ramas del conocimiento como la computación. Termina el recorrido en el siglo XX relacionando los aportes de los teóricos más sobresalientes.

Palabras clave: lógica, pensamiento, filosofía, historia.

Abstract

The author explains throughout the article the various meanings the word logic has had in the history of knowledge; to achieve this goal, he carries out an historical overview on the evolution of the so-called “science of thought”. He starts explaining its birth in the Ancient Era when the Greek philosophers studied the relationship between logic and thought; concerning that he refers to the contributions of Pythagoras, Parmenides, Plato and Aristotle. Then he comments about the so-called Christian era (middle Ages) the study of logic had stagnated and was relegated to be an appendix of philosophy. Then he illustrates the conceptual achievements made by this science in the modern ages; he mentions the contributions made by Francis Bacon, Immanuel Kant and George Boole. He also discusses the difference between symbolic logic and formal logic, as well as the importance of Boolean algebra for the development of new branches of knowledge such as computing. He ends the tour in the XX century by referring to the theoretical contributions of the most outstanding theorists.

Keywords: logic, thought, philosophy, history.

• Cómo citar este artículo: Marquéz Anaya, G. y Marriaga Carvajal, Á. (2010), “Evolución histórica del concepto de la lógica tradicional”, en *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 6, núm. 10, pp. 107-112.

* Licenciado en Física y Matemática, Universidad del Atlántico. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Cooperativa de Colombia. Especialización en Pedagogía para el desarrollo del Aprendizaje Autónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Docente de tiempo completo Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Santa Marta. Correo electrónico: alvaromariaga@gmail.com

** Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad del Magdalena, Santa Marta. Especialista en Multimedia para la Docencia, Universidad Cooperativa de Colombia. Coordinador área Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Santa Marta. Correo electrónico: gabrielmarquezanaya@yahoo.es

Introducción

El concepto de lógica es un derivado del griego “logos”. Tiene una gran cantidad de acepciones, lo que implica la connotación que ha tenido la lógica en el desarrollo del conocimiento, pero ante tanta diversidad de este vocablo es importante direccionarlo hacia “una ciencia del pensamiento” que en griego se denomina “λογικε επιστεμε”. En este primer concepto se interpreta la lógica como una reflexión filosófica que se preocupa por la formación del pensamiento, a través de leyes que facilitan que éste sea coherente, armonioso y profundo, alejado de incoherencias conceptuales y de interpretaciones diversas que originan confusiones dialécticas.

La lógica es una rama de la matemática que ha mostrado desde finales del siglo XIX una dinámica procedimental abierta en especial a las ingenierías, procesos que llevan consigo bienestar y satisfacción a la sociedad.

Son distintos los nombres que ha tomado la lógica a través de la historia, denominaciones que en sí reafirman el desarrollo y los cambios que ha tenido en últimos siglos; esto ha logrado separar, en parte, la lógica formal de la filosofía hoy considerada como una rama de la matemática. Actualmente, se le conoce con los términos de: lógica formal, simbólica, matemática, proposicional y cálculo proposicional. Algunos pensadores, entre los que se destacan filósofos y matemáticos, consideran que existe solamente una lógica: la tradicional que parte desde Aristóteles hasta Kant. A la formal que ha sido enriquecida utilizando operadores aritméticos por lógicos y matemáticos se le llama lógica simbólica; se les considera como simples ajustes conceptuales de la tradicional. Sin embargo, otros piensan que esta última ya no tiene cabida en un mundo dominado por las tecnologías.

A partir de las múltiples denominaciones que se le han asignado a la lógica, se han derivado otros nombres como: lógica combinatoria, lógica de primer orden, lógica secuencial, lógica paraconsistente, lógica de programación, lógica cuántica y lógica difusa o borrosa; analizando las diferencias conceptuales que se han llevado en los últimos cuarenta años, este concepto ha dado un gran salto tecnológico que se ha reflejado en los avances científicos en todos los campos del conocimiento. En este sentido, el propósito

del artículo es presentar una revisión bibliográfica que permita observar los cambios conceptuales dados en el transcurrir histórico de la lógica.

Es sorprendente el desarrollo de las ciencias y las innovaciones tecnológicas que se ha alcanzado en los últimos lustros, por lo que es necesario adentrarse en dilucidar en qué avances teóricos se han fundamentado para conseguir sus logros. Se intenta responder a las pregunta de qué cambios paradigmáticos y conceptuales se realizaron para facilitar la comprensión de la transición de la lógica clásica a la lógica difusa, y qué alcances científicos motivaron profundizar en esta temática.

Edad antigua

El pensamiento lógico es una cualidad de los seres humanos, ya que todo el ejercicio comunicacional y las actuaciones están basados en la lógica, de manera consciente o no. La relación de la lógica con el pensamiento da origen a su problematización y se desarrolla como una rama de la filosofía, como ocurrió en la antigua Grecia. De ahí surgieron eminentes pensadores que fundaron escuelas, como Pitágoras de Samos cuya academia se fundamentaba en la misticidad y el pensamiento racional; su estudio de la música lo llevó a experimentar y pensar que el sonido está relacionado con los números de igual manera que el mundo físico, de ahí que solía expresar que estos son el lenguaje de la naturaleza (Verneaux, 1989, pp. 7-10).

Parménides de Elea afirma que “el ser es y el no ser no es” lo cual estableció una ley lógica denominada “el principio de identidad”, “el principio de no contradicción” y “el principio del tercero exclusivo” (Verneaux, 1989, p. 11).

Platón fue un gran sucesor de la escuela pitagórica. El fundamento de su escuela radica en que el verdadero placer del hombre es el mundo de las ideas, a partir de ellas se fomentan las relaciones dialógicas y dialécticas que nos conducen a observar la naturaleza en toda su dimensión. A través de las ideas, establece una derivación lógica dando la supremacía de unos conceptos sobre otros, partiendo del más general hasta llegar al más específico, planteando de esta manera el método de la división dialítica (Verneaux, 1989, p. 12).

Aristóteles, uno de los más excelsos filósofos de todos los tiempos, establece que el único ser vivo que tiene “logo” es el ser humano, es el que tiene la capacidad de pensar. Se le considera el padre de la lógica, aunque en sus obras no usa dicho término; emplea estrategias que permiten direccionar correctamente las estructuras del pensamiento en sus distintas formas de cavilar. Entre las obras de Aristóteles (384-322 a.C.) es en el Tratado de Lógica, *El Organón*, en el que se fundamenta todo el acervo de la lógica, además de en los siguientes escritos: *Sobre la Interpretación*, *Los analíticos primero* y *Los analíticos posteriores*; en éstos estudia el sujeto, el verbo, las proposiciones afirmativas y negativas, como también se dedica al estudio de los silogismos y de las demostraciones, respectivamente (Aristóteles, 2008).

Edad Media

A comienzos de la era cristiana la lógica sufre un gran estancamiento en su desarrollo conceptual y se ve relegada como una teoría formal del conocimiento y un apéndice de la filosofía. Su utilización está supeditada a las leyes formales ya establecidas en la antigua Grecia y como ejercicios académicos normatizados, sin derecho a ser modificados o relacionados; quien, o quienes lo hicieran, serían estigmatizados y sometidos a toda clase de castigos, ya que era una época dominada por los estamentos religiosos. En esta etapa sólo los musulmanes lograron desarrollar un pensamiento lógico matemático. La lógica formal se dedica al estudio de la validez o invalidez de los razonamientos o argumentos deductivos. Se entiende por argumento a un conjunto de proposiciones de los cuales una, la conclusión, se afirma como verdadera sobre la base de las otras proposiciones, que son las razones o fundamentos para aceptar las conclusiones.

En la Edad Media la lógica aristotélica era una signatura de transcendental importancia en las Escuelas de Artes, Medicina y Derecho.

La lógica aristotélica era rígida y estrecha de conceptos pero pese a esto perduró casi intacta hasta el siglo XVI. Sus concepciones teóricas fueron suplantadas e ignoradas por el nuevo boom del conocimiento: la física de Galileo y Newton; algunos filósofos y matemáticos con inclinaciones filosóficas

se mantenían fieles a la tradición lógica, aunque sin trascender en el desarrollo de las ciencias.

Edad Moderna

En la Edad Moderna con el advenimiento de nuevas teorías conceptuales y nuevos métodos de investigación científica, se llevan a cabo fuertes críticas a la tradición filosófica. Es así como Francis Bacon (1561-1626) comulga por un saber que propenda por el hacer, un saber para la práctica y para lograrlo escribe un libro denominado *Novum Organum*, en contravía con el *Organum* escrito por Aristóteles. Luego Emmanuel Kant en su *Crítica de la razón pura* afirma que la lógica aristotélica es un conocimiento bien elaborado que sólo se perfecciona con la exactitud y precisión a través de las actividades del pensamiento. Kant concibe la lógica como propedéutica, algo así como el inicio de las ciencias. Martin Gardner le atribuye a Gottfried Leibniz (1646-1716) el sueño de crear un algebra universal mediante la cual todo conocimiento, incluyendo las verdades morales y metafísicas, pueda ser algún día representado en un único sistema deductivo. Leibniz llamó a su sistema “cálculo filosófico o racionador”. Hubo que esperar hasta la llegada de George Boole quien desarrolló los principios del cálculo proposicional, un intento espectacular de la matematización de la lógica formal.

Es importante aclarar que la lógica simbólica no es opuesta a la lógica formal tradicional sino que es un complemento, ya que explica satisfactoriamente algunos problemas para los que durante mucho tiempo trataban en vano de encontrar justificaciones. Aristóteles fundamenta los cimientos de la lógica tradicional en seis tratados que según J. A. Arnaz (1998, p. 166) la clasifica de la siguiente manera: clasificación de las nociones, juicios y proposiciones, el silogismo, la demostración, el silogismo problemático y las falacias.

A mediados del siglo XIX un gran matemático autodidacta, George Boole (1815-1864) hizo una extraordinaria contribución a la lógica formal relacionando las estructuras lógicas con los operadores de la matemática, transformándola en un álgebra tradicional que hoy se conoce como álgebra de Boole o álgebra de la conmutación. Su otra importancia ra-

dica en relacionar la teoría de conjuntos con el cálculo proposicional; este proceso logró revitalizar la lógica.

Esta nueva estructura lógica conocida hoy como álgebra de Boole ha tenido un gran desarrollo que ha servido de apoyo para el avance de otras ramas del conocimiento, como la computación y la formalización y fundamentación de la matemática. A través de la sistematización del lenguaje formal se ha logrado establecer uno técnico que ayuda a formular enunciados acerca del mundo. Se analizan tres características del lenguaje: la sintaxis, la semántica y la pragmática. Estas tres características son utilizadas por los programadores de sistemas generando sofisticados lenguaje de programación para la construcción de software; estas aplicaciones dan origen a la lógica de programación.

Siglo XX

Con esta nueva estructuración del pensamiento, matemáticos posteriores a Boole como Gottlieb Frege trataron de que la demostración de todos los fundamentos de la matemática y de los axiomas de la aritmética se denotaran a través de conceptos estrictamente lógicos. Frege dedicó toda su vida al estudio de los números naturales, dado que su finalidad era comprender los procesos de la aritmética a través de la lógica; a él se le debe el símbolo de la equivalencia, mientras que el de la implicación y el usado para la operación NAND lo introdujo C. S. Peirce (1887). También hay que resaltar los aportes que hicieron en su momento De Morgan (1847) con el complemento de la suma y producto lógico. Boole propuso en su trabajo *The Mathematical Analysis of the Logic* (1847) la suma exclusiva, pero Jevons (1890) agregó la inclusiva con su respectivo símbolo, suma que se conoce como disyunción. En 1928 H. M. Sheffer introdujo un nuevo símbolo para la operación lógica “ninguno de los dos”.

La Escuela Polaca planteó que en las funciones proposicionales todos los predicados se notarían delante de sus argumentos, con esto se anularían los paréntesis y se evitarían ambigüedades. Esta notación prefija se denomina notación polaca, la cual sirvió de fundamento para el lenguaje de modelos de estados finitos, como la máquina de Turing.

En el siglo xx se dan los verdaderos cambios a partir de las orientaciones de Leibnitz; Russell, Ludwig, Wittgenstein, Whitehead, Frege, entre otros, hicieron aportes valiosos que transformaron la lógica matemática en un alto nivel de abstracción dándole mayor grado de rigor al conocimiento científico.

A partir de esta rigurosidad se plantea la necesidad de separar la lógica tanto de la metafísica como de la matemática, utilizando símbolos que convierten de manera precisa a los enunciados de las ciencias matemáticas.

La lógica matemática como la conocemos hoy no es una nueva lógica diferente de la de Aristóteles, sino que es un desarrollo de la formal propuesta con altos grados de abstracción. Primero, debemos saber que la idea de formalizar matemáticamente la realidad es antigua, ya que en el siglo v Pitágoras y su escuela fundamentaron que los fenómenos naturales no eran un principio natural, como lo habían concebido los milesios, sino el número. En la búsqueda de esta fundamentación se hicieron grandes descubrimientos en el campo de las matemáticas. A partir de este momento, la lógica matemática empieza un gran vuelo con pensadores como Cantor (1845-1918) con el desarrollo de la teoría de conjuntos, Frege (1848-1925) con el cálculo de conceptos y Russell y Whitehead con su principal obra *Principios matemáticos*, entre otros. Además, todo pensamiento es un proceso que se origina en la mente de los humanos, por lo que no es objeto de análisis por los lógicos. Irvin Copi (2000, p. 36) afirma que “todo razonamiento es pensamiento pero no todo pensamiento es razonamiento”.

Respecto a la matematización del lenguaje, Aristóteles era consciente de la dificultad de la vaguedad del lenguaje, por lo cual hizo uso de variables para plantear formulas generales de inferencias lógicas. Esta metodología fue seguida por los filósofos estoicos que investigaron y reinventaron diversas formas de inferencias lógicas que en la actualidad se conoce como lógica de las proposiciones.

Transcurrieron cien años para que la propuesta de Boole fuera reconocida y tuviera aplicación en las tecnologías. Es así como Claude Shannon (1938) utiliza de manera práctica, en procesos de automatización lógicos, las herramientas del álgebra

bra de Boole para desarrollar análisis simbólicos de circuitos de conmutación; la combinación de varios circuitos lógicos representa operaciones más complejas. La funcionalidad del algebra de Boole se basa en que los circuitos lógicos programados carecen de memoria, ya que las salidas de estos están reguladas por la entrada de información en ese instante. Estos adelantos conceptuales y tecnológicos que asombraron al mundo dieron origen a la creación de sistemas inteligentes y a la comprensión de su desempeño, que actualmente se conoce como Inteligencia Artificial.

Esta nueva interpretación de la lógica booleana contribuyó a los diseños de los circuitos digitales, los cuales son las bases de las computadoras digitales y de los sistemas controlados por microprocesadores. La unidad mínima de manejo de cualquier circuito integrado se denomina compuerta lógica, la cual tiene sólo dos niveles de señales posibles: activar o desactivar. De este desarrollo, nace la “lógica combinatoria”, la cual hace referencia a la mezcla de más de dos compuertas lógicas básicas para la realización de eventos programables.

Sin embargo, la lógica combinatoria no daba respuesta satisfactoria a problemas que surgieron a partir del diseño de circuitos combinatorios; para solucionar este impase se creó la lógica secuencial. Como a los sistemas combinatorios por naturaleza se les dificulta tomar decisiones a posteriori por carecer de memoria, los científicos le pusieron un retroalimentador cuya función es memorizar las acciones que ha ejecutado; es decir, la salida de información no depende de las entradas en un momento dado sino del estado interno del sistema y del valor anterior de la información. Este rediseño de los circuitos combinatorios se denominó sistema de lógica secuencial cuyo propósito es la construcción de los flip-flop, que son elementos de memoria básica que constan de un conjunto de combinaciones lógicas.

Desarrollo de la lógica difusa

El avance de la lógica formal a finales del siglo XIX facilitó contar con una notación para representar aseveraciones relacionadas con todo lo que existe en el mundo. Ya en 1965 existían programas que

podían describir un problema en notación lógica y encontrarle la solución, que es en lo que se fundamenta la Inteligencia Artificial.

Otra lógica que hay que destacar es la modal, cuyo origen no se precisa en un espacio temporal, pero se tiene la certeza que alcanzó un inusitado auge en la Edad Media. La lógica modal moderna fue reinterpretada a comienzos del siglo XX como una contraposición a la clásica. Los más ilustres representantes de esta corriente son Gottlob Frege, Russell y Withehead. En un comienzo en la lógica modal se establecieron dos operadores lingüísticos: la idea de necesidad y de probabilidad, acompañada de una estructura semántica.

Esta fundamentación teórica de la lógica modal sirvió de apoyo conceptual para la elaboración de una teoría de conjuntos difusos que diera explicación satisfactoria a problemas cuyos enunciados estuvieran sujetos a procesos de incertidumbre. Un sistema es considerado difuso en la medida en que el grado de pertenencia de determinada clase esté definido en un rango explícito que va de cero a uno, como en el caso “x es inteligente”, “x es alto”, “x está caliente”. Estas proposiciones en lenguaje natural nos permiten establecer la existencia de un infinito grado de verdad; las propiedades “alto”, “inteligente” y “caliente” tienen un valor de verdad difuso.

Debido a la similitud con que el valor de verdad de una proposición difusa varía entre el intervalo 0 y 1, es dado a confundir los términos difusos con probable. Por eso algunos matemáticos consideran que sobra la teoría de conjuntos difusos o lógica difusa, ya que está inmersa en la teoría de la probabilidad.

En 1965 Lofti Asker Zadeh propuso a la comunidad científica un trabajo matemático describiendo los conjuntos difusos y ocho años más tarde presenta una teoría completa y extraordinaria para una nueva lógica que se denominó “lógica difusa”.

La lógica difusa se puede considerar como un complemento de la simbólica de Boole, ya que se fundamenta en la variabilidad de cero a uno del valor de verdad de un enunciado. Dicha lógica es una herramienta conceptual que tiene diversas aplicaciones en varios campos del conocimiento, específicamente comerciales y en el desarrollo de la electrónica, cuyas actividades están relacionadas con

estimadores difusos cuantificables y cualificables, como: muy cercano, rara vez, poco probable, muy alto, medio alto y otros.

Conclusión

Hoy las interrelaciones de la lógica clásica con las nuevas tecnologías no dejan de causar asombro y admiración por el gran número de personas que de manera concatenada, desde la antigüedad, fueron aportando su granito de arena hasta llegar a lo que se conoce hoy como lógica difusa. La gente vive el presente y le brinda reconocimiento a los logros alcanzados hoy, olvidando la génesis de estos resultados.

Filósofos, lógicos y matemáticos se trenzaron, a través de diferentes épocas, en batallas conceptuales con el propósito de dilucidar si la lógica debía considerarse como una rama de la matemática o como una de la filosofía; gracias a estas divergencias ideológicas ambas ramas del conocimiento salieron fortalecidas. Así, la lógica tradicional se ha visto fragmentada pero conserva su unidad teórica y conceptual aunque ha recibido distintas denominaciones que han contribuido en el avance de las ciencias y el desarrollo de nuevas tecnologías. Existen muchas expectativas por el próximo paso que se pueda dar dentro del perfeccionamiento de la lógica.

Referencias

- Aristóteles (2008), *Tratados de lógica: El Orgánon*, México, Editorial Porrúa.
- Arnaz, J. A. (1998), *Iniciación a la lógica simbólica*, México, Ed. Trillas.
- Arrieche Alvarado, M. J. (2006), "Papel de la teoría de conjuntos en la construcción de los números naturales", en *Paradigma* vol. 27, núm. 1, p. 349-363.
- Delgado, A. (1998), *Inteligencia artificial y minirobots*, 2.ª ed., Bogotá, Ecoe Ediciones.
- Grahama, I. (1996), *Métodos orientados a objetos*, 2.ª ed., México, Addison-Wesley/Díaz de Santos.
- Hortala, M. T., Leach, J. y Rodríguez Artalejo, M. (2001), *Matemática discreta y lógica matemática*, 2.ª ed., Madrid, Editorial Complutense.
- Irvin M., Copi, Cohen, C. (2000), *Introducción a la lógica*, 4.ª ed., México D.F., Limusa Noriega Editores.
- Nilsson, N. J. (2000), *Inteligencia artificial. Una nueva síntesis*, 1.ª ed., Madrid, McGraw-Hill.
- Russell, S. y Norvig, P. (1996), *Inteligencia artificial. Un enfoque moderno*, 1.ª ed., Madrid, Prentice Hall.
- Vernaux, R (1989), *Textos de los grandes filósofos: Edad Antigua*, Barcelona, Herder.
- Thesaurus. Tomo IV. Número 3 (1999), Bernardo Morales Ascencio. *Las lógicas no clásicas: estudio de la modalidad*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.