



MODELOS MATEMÁTICOS DESDE LA TRANSDISCIPLINARIEDAD: COMPLEJIDAD Y REALIDAD

Lugo Jiménez Abdul Abner¹ y Martínez, Rafael Pastor²

¹Recinto Félix Evaristo Mejía abdul.lugo@isfodosu.edu.do.

²Recinto Félix Evaristo Mejía rafael.martinez@isfodosu.edu.do.

Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña. República Dominicana

ASA/EN 2019-01

Recibido: 02-10-2019

Aceptado: 05-11-2019

RESUMEN

Los modelos matemáticos, tal como se conocen desde tiempos remotos, muestran un dominio formal, donde la lógica y la objetividad delimitan su columna vertebral cognitiva. Sin embargo, la posmodernidad ha generado una revolución paradigmática fundamentada en la transdisciplinariedad y la complejidad, las cuales orientadas hacia una visión sistémica, demuestran la incapacidad de la matemática actual de explicar los procesos o fenómenos desde una realidad interconectada, relacionada, cambiante, más práctica y menos idealista. El presente ensayo pretende analizar los modelos matemáticos en función a la transdisciplinariedad, la complejidad y la realidad sistémica, desde la Ontología, Epistemología y la Gnoseología, destacando la necesidad de una transformación conceptual en los modelos establecidos, que permitan la aplicabilidad a situaciones y fenómenos reales. El análisis crítico de diversos metateóricos, permite hoy apoyar la reevaluación de los modelos matemáticos, a las nuevas exigencias paradigmáticas; lo que requiere más que cuantificar, determinar las interrelaciones, complementariedades y las conexiones semánticas que revisten a la realidad, desde los sistemas más complejos.

Palabras Clave: modelos matemáticos, transdisciplinariedad, complejidad, teoría de sistemas, educación.



MATHEMATICAL MODELS FROM TRANSDISCIPLINARITY: COMPLEXITY AND REALITY

ABSTRACT

Mathematical models, as they have been known since ancient times, show a formal domain, where logic and objectivity define their cognitive spine. However, postmodernity has generated a paradigmatic revolution based on transdisciplinarity and complexity, which oriented towards a systemic vision, demonstrate the inability of current mathematics, to explain processes or phenomena from an interconnected, related, changing reality more practice and less idealistic. This essay aims to analyze mathematical models based on transdisciplinarity, complexity and systemic reality, Ontology, Epistemology and Gnoseology highlighting the need for a conceptual transformation in established models that allow applicability to real situations and phenomena. The critical analysis of several metatheors allows us to support the reevaluation of mathematical models, to the new paradigmatic demands; which requires more than quantifying, determining the interrelations, complementarities and semantic connections that face reality, from the most complex systems.

Keywords: Mathematical models, transdisciplinarity, complexity, systems theory, education.



INTRODUCCIÓN

La ciencia, y aún más la matemática, se caracterizan desde su aparición formal, por ser un cuerpo de saberes exactos y objetivos. A lo largo de su historia, diversos metateóricos, han dejado en sus aportes reflexiones profundas, que desde el punto de vista axiomático, la establecen como una ciencia pura, capaz de acobijar al resto de las disciplinas del saber científico; sin embargo, la revolución del conocimiento, la complejidad y la transdisciplinariedad, hoy invitan a visualizar, su postura teórica absoluta, para enfocarla más bien desde la practicidad, debido a que las situaciones hipotéticas o modelos ideales pueden no encajar con los fenómenos reales que ocurren en la naturaleza.

La Ciencia en este siglo XXI, ha entrado, según pensadores como Morín (2005) y Martínez (2013) en una nueva dimensión, que incluso ve sus raíces en la revolución generada por la microfísica, donde el sujeto, es involucrado como

parte esencial en la dualidad que ha marcado historia en el origen del conocimiento. La relación sujeto-objeto, desde la ciencia clásica generaba una disyunción entre ambos términos, donde el objeto era el fin, y el sujeto era suprimido para guardar la objetividad del conocimiento. Ahora se sabe, de acuerdo a la relatividad que, el sujeto es parte esencial, ya que de acuerdo a sus principios, estructuras mentales e interpretaciones ha generado el conocimiento científico.

Ante todas estas transformaciones, se puede decir entonces que, "Las estructuras formales de la matemática, son creaciones ideales de la mente humana, pero bien aplicadas pueden ser un modelo real del mundo" (Martínez, 2013, pp. 185). De acuerdo con estas ideas, se puede asegurar que, no se trata de negar el acervo disciplinar que acompaña los modelos numéricos, sino de utilizarlos para explicar la realidad, la cotidianidad de los fenómenos, que cuantiosas veces no cumplen con modelos hipotéticos y teóricos. Debido a este contexto, el propósito del presente



artículo consiste en analizar los modelos matemáticos desde la nueva visión de la teoría sistémica, la complejidad y la transdisciplinariedad, como propuestas que emergen desde la posmodernidad.

Esta situación implica, revisar desde la Gnoseología y la postura Ontológica, cuál es la nueva perspectiva en la que se enfocarán los modelos matemáticos, ante los aportes de la teoría sistémica, donde la abstracción racional, deja de ser aplicable en la mayoría de los casos. De esta manera, mediante la Gnoseología se esbozan los cimientos y principios de la matemática, y a través de la ontología, se percibe su comportamiento, en el universo, en su contexto. Ir a las raíces y realizar un estado del arte disciplinar permite evaluar, el papel de este saber en el pasado, presente y posiblemente su futuro, de no ajustarse a las exigencias de una ciencia cambiante, que se estanque sin considerar la reconceptualización paradigmática que exige la posmodernidad.

Cimientos Matemáticos: La Gnoseología de Una Ciencia Vista desde Diferentes Pensadores

El surgimiento de la matemática como disciplina, se denota mucho más allá de la exactitud de una ciencia pura, pues ha sido la aplicabilidad su génesis doctrinal. Esto demuestra que, para el hombre siempre ha sido una inquietud, tratar de explicar la realidad que rodea su contexto y es por ello, que desde las antiguas culturas se fueron desarrollando los primeros indicios para explicar el mundo a través del lenguaje de palabras y posteriormente números y símbolos, en lo que se ha transformado ya, en un idioma universal.

Diversos científicos, encontraron en esta disciplina, el acompañamiento ideal para explicar sus experiencias disciplinares, tal es el caso de Galileo (1968), quien expresaba que, el libro de la naturaleza ha sido escrito en lenguaje matemático, o Descartes (1974) cuando se inclinaba por matematizar el conocimiento de una manera universal. Se debe entonces analizar, desde diversas acepciones, la conveniencia o no que



presupone aumentar o disminuir matematización del conocimiento. Al respecto, Martínez (2013) nos dice “se trata de conocer si el modelo matemático capta mejor y expresa más adecuadamente y complejidad de una determinada realidad, porque en fin de cuentas, para eso es la matemática”.

Podemos apreciar entonces que, los grandes teóricos antiguos percibían a esta ciencia exacta, como aquella, cuyo lenguaje es capaz de explicar todos los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, razón por la que defendían la idea de que toda área del saber, para ser confiable, debía ser explicada desde esta disciplina. No es entonces un hecho aislado que, las teorías más conocidas sean demostradas con modelos matemáticos: las leyes de Mendel, basadas en probabilidades que siempre se repiten; la selección natural fundamentada en el modelo de Malthus, las leyes físicas, los estudios poblacionales, económicos, químicos, y todos aquellos que demuestran su objetividad y confiabilidad de sus resultados, cimentados en ella.

Tratando de defender el conocimiento matemático y su aplicabilidad en todos los fenómenos, establecido como la matematización del saber, se postularon tres posiciones elementales, desde diferentes escuelas, que nos hablan al respecto. La tesis lógica, aprecia el surgimiento de una matemática como producto de relaciones conceptuales, más no de la practicidad que genera la realidad de un fenómeno. Esta postura, difiere de la tesis formalista planteada por Hilbert (1965) quien la desfragmenta de la lógica, dando el protagonismo a los símbolos, pues la solidez del pensamiento matemático y su estructura formal proviene de estos, de la intuición de los mismos.

La tesis intuicionista “Es la que más subraya, como fundamentos de la matemática, la intuición, la evidencia y la aprehensión o intelección inmediatas de la cantidad pura” (Martínez, 2013, pp. 187). Podemos apreciar entonces que, se atribuye a la intuición de la cantidad pura el saber, ya que la confiabilidad de un postulado, debe ser probado. Esta situación deja entrever que, el objeto del



conocimiento obedece a construcciones mentales humanas y hace un llamado a esta disciplina de revisar ciertas teorías matemáticas.

Ahora bien, tal como lo plantea Martínez (2013) todas estas orientaciones que fundamentan la disciplina, mantienen en común que, el objeto matemático, surge de modelos ideales, lo que hasta ahora se aprecia como un elemento controversial en la ciencia posmoderna, debido a que adoptar la matematización del saber, pudiese convertirse en idealizar la realidad empírica que a diario enfrentamos. Sobre el tema, Wittgenstein (1967) hace referencia a esta situación, invitando a analizar el hecho que, la verdad matemática ha sido construida por el hombre de la misma manera en la que ha generado otros saberes, con reglas establecidas incluso; situación que llama a ver la realidad sujeto-objeto, desde la relatividad, y no seguir manteniendo verdades absolutas, tal como lo establece la ciencia clásica.

La razón por la que la matemática es aplicable al mundo real, o que el mundo real se puede describir a

partir del lenguaje de la matemática, no tiene una respuesta general... ¿Todo lo que matemáticamente puede describir la teoría existe en el mundo real?, o ¿todo lo que existe en el mundo real puede ser descrito por la teoría? Esto confirma que toda teoría científica necesita permanecer vinculada con el mundo real (Aboites, y Aboites, 2008, pp. 44)

Construir una ciencia, alejada de la realidad pudiese verse entonces como una idealización del saber, y es esta una de las razones que ha fragmentado o mutilado el conocimiento. El hombre ha observado los fenómenos que ocurren a su alrededor, los ha tratado de explicar de una manera consciente, y no todos ellos incluso, pueden ser demostrados a través de la matemática cuantificable. ¿Le resta esta situación objetividad al conocimiento? Al respecto Bertalanffy (1976) asegura que, el mundo es sistémico, sin embargo, no todos estos, pueden ser revelados a partir del formalismo matemático; tal es el caso de diversos sistemas biológicos (no lineales) que ameritan un análisis dirigido hacia la relación, forma y orden, que solo puede ser explicado desde lo cualitativo.



Esta situación puede ser viable, tras la aparición de una matemática gestáltica o de la complejidad, la cual establece relaciones cualitativas y se han hecho hoy posibles, gracias a la implementación de programas computarizados; esto, a pesar de que el *Homo sapiens* tiene una estructura cerebral capacitada para ello. Visualizar el mundo desde sus interconexiones, se nos muestra entonces, como una gran necesidad en este siglo, y ello amerita una reevaluación de disciplinas tan establecidas y formales, como es el caso de la matemática.

Los Modelos Matemáticos desde la Complejidad y Transdisciplinariedad

En tiempos pasados, la orientación científica exigía que se cuantificara el objeto del estudio, que se matematizara aunque no fuera mensurable; hoy es la matemática la que ha tenido que respetar y adecuarse a la verdadera naturaleza del objeto, para captarlo como es, en su genuina y compleja naturaleza. (Martínez, 2013, pp. 52)

La posmodernidad ha hecho profundo énfasis en un pensamiento sistémico que, va de la ciencia exacta, objetiva y medible, a una que reconsidera

la participación del sujeto investigador. Se puede discurrir este escenario dialectico como revolución emergente, que lejos se encuentra de fundamentarse en premisas anteriores, debido a que, su realidad se muestra en un conjunto de conexiones y relaciones, donde incluso, la matemática cualitativa planteada por Capra (1996) en su Trama de la vida se hace realmente posible.

Estas exigencias de una ciencia nueva, tal como lo plantea Morín (2005) en sus conocidas obras, requiere de un análisis profundo, que lejos de desestimar la matemática lógica clásica, trata de contextualizarla y evaluarla en sí misma. La apertura epistemológica-cognitiva, presupone entonces uno de los retos mayores, pues amerita una desconstrucción paradigmática, que se encuentra bastante establecida y que, sin duda alguna tendrá detractores; ahora bien, ante esto, cabría preguntarse, si una civilización que ha dado sentido a la vida - explicando cada fenómeno desde su realidad- puede dar por finalizado el conocimiento, en una era cambiante, donde las necesidades conceptuales,



sociales, psicológicas, biológicas y sistémicas se muestran de una manera transformadora, a consecuencia incluso, de la aparición de nuevas tecnologías.

Los modelos matemáticos establecidos hasta ahora, requieren entonces una revisión a profundidad, que les permita evaluar desde la transdisciplinariedad, la aplicación de procesos lógicos, que realmente expliquen la realidad, y no sean solo generados por situaciones o patrones ideales. El egocentrismo disciplinar también se revierte de autoreflexión, ya que no se trata de correcciones inquisitivas, sino una más orientada hacia una reflexión profunda en sí misma, con el único propósito de responder a las necesidades propias de los cambios de época y de concepciones paradigmáticas.

Este problema epistemológico necesariamente hace un llamado a la educación, sobre todo a nivel universitario, debido a que involucra una nueva visión de un futuro conceptual, fundamentados en investigaciones pertinentes y reales, que respondan a las

necesidades de la sociedad. Estas ideas, concuerdan con Andonegui (2005) cuando nos dice que:

Los planteamientos del llamado pensamiento complejo proponen que cada disciplina sea percibida como "compleja" desde su propio interior. En este sentido, la educación matemática crítica está intrínsecamente abierta a la complejidad ya que, por un lado, postula la posibilidad de abordar cada uno de los objetos matemáticos desde diversas perspectivas: epistémica, histórico-constructiva, formal, de modelaje y aplicaciones, y estética. Y además, porque persigue formar ciudadanos críticos. (Andonegui, 2005, pp. 245).

La matemática vista entonces desde la complejidad, deja a un lado la lógica de Descartes, pues fundamentado en la heterogeneidad de los saberes, las relaciones o interconexiones y el azar. Cabría destacar que, Descartes (1974) uno de los mayores referenciales o metateóricos de esta área disciplinar, visualizaba a la Filosofía como discordante, incierta y controversial; mientras que la matemática para él se mostraba armónica, cierta, unánime y



absoluta. Tal aseveración era producto, de la aplicación del método deductivo que la caracteriza, por lo que éste, invitaba al resto de las disciplinas, incluso a la Filosofía, a seguir el mismo patrón, para lograr la exactitud y equilibrio de sus preceptos teóricos. Esta situación fue criticada por Heidegger (1974), quien afirmaba que, Descartes mantenía una visión desacertada del mundo, donde no se plantean los problemas del ser.

La posmodernidad entonces, se deja entrever como una oportunidad reflexiva, de todos esos postulados teóricos que nacieron desde la modernidad, y que han permanecido sin cambios, por considerarse universales; sin embargo:

Cuando se alude a una teoría de la complejidad o, a veces de forma intercambiable o equivalente, a una ciencia o teoría del caos, generalmente se está agrupando bajo esta denominación un conjunto de hallazgos realizados principalmente dentro de la física, la química, la biología, la matemática, la geometría, la meteorología y la cibernética, que develan un conjunto de rasgos de la existencia no contemplados en las teorías anteriores (Espina, 2003, pp. 10).

Incorporar entonces, esos elementos que no han sido determinados, por el paradigma anterior, se muestra como una de las fortalezas de la complejidad y la transdisciplinariedad, las cuales, fundamentados en la dialéctica, la no linealidad de los sistemas abiertos, la auto-organización, la revolución de la microfísica, la cibernética y el principio hologramático, entre otros elementos, nos hablan de la necesidad de la adopción de modelos matemáticos, que se sustenten en la practicidad y la realidad, en sus formas cuantificables o no, en lo que se ha llamado la matemática compleja o gestáltica, que como se mencionó anteriormente establece relaciones, estudia la forma y las cualidades de un fenómeno, sin dejar de creer en su objetividad.

Los Modelos Matemáticos y la Realidad de la Época Actual: Consideraciones finales

Desde la Ontología, se hace sumamente necesario explicar las realidades que definen hoy el universo cognitivo matemático, pues la



historicidad clásica nos traslada hacia patrones convencionales lógicos e inflexibles, que no sustentan hoy los niveles de conocimiento complejos, generados en otras disciplinas. En vista de ello, tal como lo plantea Martínez (2013), es preciso reconsiderar los modelos matemáticos, lo que constituye básicamente un problema epistemológico, pues muchos de los conceptos o leyes establecidas, no dan sustento a situaciones reales; acotando que, este conocimiento clásico, ideal e hipotético, reduce los elementos e interconexiones de los sistemas abiertos y los fenómenos cotidianos que, sencillamente no se someten a la norma universal.

En vista de esta situación, el estudio de las realidades sistémicas debe realizarse con un buen criterio de adecuación. Por ello, Bertalanffy (1976) nos aproxima a la matemática gestáltica, que con criterios diferentes, estudia las relaciones, la representación y el orden, de una realidad que no responde a fórmulas o patrones ideales.

El papel de las universidades entonces, se hace imprescindible, pues sobre esta recae la responsabilidad de adecuar o reflexionar sobre los modelos matemáticos hoy vigentes, que a pesar de su aparente cimentación epistemológica no dan respuesta a las realidades complejas, que hoy se sienten en otras disciplinas, y que se encuentran revolucionando al mundo científico actual.

Visualizar el "todo polisistémico" propio de un ambiente global y holístico amerita la adopción de metodologías transdisciplinarias, que capte las relaciones o interconexiones entre los elementos y subsistemas que conforman la realidad. El contexto se nos muestra entonces como, un conjunto de procesos, que no se pueden explicar desde una sola postura, debido a que se continuaría mutilando o fragmentado el conocimiento. El principio de la complementariedad, que define la transdisciplinariedad, hace entonces un llamado a romper las limitaciones mentales, creadas por lo que Morín (2005) llamó principios supralógicos, y



utilizar el hemisferio derecho para interconectar una realidad que hoy necesita estar interconectada, en un todo, donde cada elemento, se presenta como algo más que la suma de sus partes .

REFERENCIAS

- Aboites, V., Aboites, G. (2008). *Filosofía de la Matemática en el Nivel Medio Superior*. [En línea]. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/335/33511102.pdf> [Consulta: 2019, Septiembre 25].
- Andonegui, M. (2005). *Pensamiento Complejo y Educación Matemática Crítica*. [En línea]. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Vol.18*. Disponible <http://funes.uniandes.edu.co/5944/1/AndoneguiPensamientoAlme2005.pdf> [Consulta: 2019, Septiembre 25].
- Espina, M. (2003). *Complejidad y pensamiento social. Transdisciplinariedad y Complejidad en el Análisis Social*. [En línea]. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Disponible http://parquedelavida.co/images/contenidos/el_parque/banco_de_conocimiento/transdisciplinariedad_y_complejidad_en_el_analisis_social.pdf. [Consulta: 2019, Septiembre 25].
- Galilei, G. (1968). *I due massimi sistema del mondo*. Florencia: Barbera
- Heidegger, M. (1974). *El Ser y el Tiempo*. México: FCE.
- Hilbert, D. (1965) *Axiomatishes Denken*. Alemania: Darmstadt.
- Martínez, M. (2013). *Epistemología y Metodología Cualitativa*. México: Editorial Trillas.
- Morín, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo*. España: Editorial Gedisa.
- Wittgenstein, L. (1967). *Remarkson the foundations of mathematics*. Londres: Basic Blackwell