

Complejidad de las matemáticas

Complexity of mathematics

RESUMEN

Autor:

iD Alexander Martínez Suárez¹

Cómo citar este artículo:

Cómo citar este artículo:
Martínez A. Complejidad
de las Matemáticas,
BUCARAMANGA, COLOMBIA.
Innovaciencia facultad cienc.
exactas fis. naturales. 2017;
5(1): 24 -28

Fecha de recepción:

Artículo recibido el 25 de agosto
de 2017 y aceptado para
publicación el 04 de diciembre
de 2017

DOI:

[http://dx.doi.
org/10.15649/2346075X.448](http://dx.doi.org/10.15649/2346075X.448)

Keywords:

Complejidad. Transdisciplinariedad,
evolución, matemáticas.

Introducción: El presente artículo realiza un estudio sobre el proceso de las matemáticas a través de los años: sus transformaciones y las nuevas propuestas relacionadas con la transdisciplinariedad y la forma de resolver problemas; aspectos que consolidados se convierten en ejes fundamentales a partir de los cuales se permite avanzar científicamente y en distintas dimensiones. Materiales y métodos: Es un artículo reflexivo que permite pensar en los distintos cambios sobresalientes de las matemáticas, se hace importante resaltar el considerable y significativo avance en el desarrollo de una matemática distinta a la tradicional, compleja desde relación con el todo. Resultados y discusión: Una recolección de información por distintos autores y épocas que muestran el centro de estudio para el momento, se permite dar a conocer el desarrollo de las matemáticas de la complejidad “comúnmente llamada”, y como ha ido tomando más reconocimiento por su implicación y aplicación. Conclusiones: En ese sentido, crea una nueva forma de ciencia más abierta, más participativa de los distintos fenómenos y situaciones de modelamiento, logrando salir de la encrucijada tradicional en la que siempre se ha considerado.

ABSTRACT

Introduction: This article studies the process of mathematics over the years: its transformations and new proposals related to transdisciplinarity and how to solve problems; aspects that become consolidated fundamental axes from which it is possible to advance scientifically and in different dimensions. Materials and methods: It is a reflective article that allows us to think about the different outstanding changes in mathematics, it is important to highlight the considerable and significant progress in the development of a mathematics different from the traditional one, complex from relation to the whole. Results and Discussion: A collection of information by different authors and periods that show the center of study for the moment, is allowed to publicize the development of the mathematics of the complexity “commonly called”, and

¹Profesor Titular, Magíster en Estadística – Universidad de Puerto Rico
Mayagüez. Vinculado a Colegio Integrado Llano Grande.
alexander.martinez@cimat.mx

how it has been taking more recognition for its involvement and application. Conclusions: In this sense, it creates a new form of science that is more open, more participatory than the different phenomena and situations of modeling, managing to get out of the traditional crossroads in which it has always been considered.

Keywords:

Complexity, transdisciplinary, evolution and Mathematics.

Complejidad de la matemáticas

“En las relaciones interdisciplinarias se puede esperar la llegada de una etapa superior que sería “transdisciplinaria”, la cual no se limitaría a alcanzar interacciones o reciprocidades entre investigaciones especializadas, sino que ubicaría estas relaciones en un sistema total sin fronteras estables entre las disciplinas”.

J. PIAGET

Como punto de partida para la reflexión sugerida en el presente artículo, se toma como referente un autor muy conocido dentro de la educación y su pensamiento frente a crisis de percepción y visión de la vida y la ciencia. Morin (1999) afirma “La falsa racionalización abstracta y unidimensional triunfa sobre las tierras. Por todas partes y durante decenas de años, situaciones presuntamente racionales, sugeridas por expertos convencidos de estar obrando en bien de la razón y el progreso, y de no encontrar más que supersticiones en las costumbres y miedos de las poblaciones, han empobrecido enriqueciendo, han destruido creando”.¹

Najmanovich (2008), en su texto Mirar con Nuevos Ojos, refuerza el planteamiento de una mirada abierta y transformadora de los procesos, “La ciencia moderna ha dado grandes cosas a la humanidad, desde los automóviles a las naves espaciales, los antibióticos y los plásticos, pero nos ha separado, escindido en dos culturas que no se yuxtaponen ni intercambian entre sí. No sólo Dios ha sido expulsado del universo newtoniano, sino también la ética y la estética, la metafísica y el alma han quedado fuera de este universo geométrico, regido por leyes matemáticas ajenas a nuestro dolor y nuestro deseo”.²

En las generaciones actuales la brecha de separación ha ido creciendo e imposibilitando al ser humano de sentir y concebir su amplia y muy correlacionada relación con el mundo. Najmanovich (2008) expresa frente al cambio conceptual, una mirada compleja de nuestro mundo “de la concepción de un Universo poético y espiritual, armónico y plétórico de sentido; bello de contemplar y posible de comprender, se pasó a pensar que habitamos en un mundo mecánico, inodoro, incoloro e insípido, pero manipulable eficazmente gracias al poder que nos da la nueva ciencia”³. Esto, dicho en otros términos más concretos, se ha conocido como “el mundo del Reloj”.

El pensar desde la complejidad permite y da la oportunidad de pensar de forma holista, enmarañada, relacionada y dependiente. Es un modo de existencia, una ética, una forma de concebir el conocimiento como una actividad creativa humana.

Figura 1. La Complejidad del Ser Humano. Obtenido De <http://spiritual-balance.com/2016/05/1a-complejidad-del-humano/>



Por lo tanto, los cambios cruciales se deben fomentar en todos nuestros comportamientos y conocimientos. En lo que respecta a educación, el docente no se puede aferrar a enseñanzas tradicionales sesgadas y cerradas, de lo contrario, los propósitos educativos no se lograrían. Es importante destacar, que para los jóvenes de hoy es difícil concebir el conocimiento sin

medios informáticos, sin computadores; por lo tanto, los mediadores deben ser conscientes de los cambios coyunturales de sus estudiantes, si pretenden crear un sistema de aprendizaje fluido y engranado.

Dentro de esta dinámica de transformaciones profundas, de cambios significativos, las Matemáticas han dado pasos alentadores y propuestas con nuevas líneas de estudio novedosas, creativas, abiertas y emergentes al comportamiento no lineal de la naturaleza. Propuestas que reúnen una interdisciplinariedad frente la naturaleza, las demás ciencias y la tecnología.

Dentro del contexto educativo, la fragmentación de las asignaturas y de las ciencias, no ha permitido una comprensión clara de la formación cognitiva. Las matemáticas, las ciencias naturales, las sociales, entre otras, se estudian de forma cerrada, son cíclicas dentro de su área, no son abiertas, relacionadas, no forma una educación en red puesto que parece que se vive en los años setenta donde el reduccionismo aún tenía argumentos para explicar los pocos alcances del pensamiento sistémico. En la actualidad se cuenta con argumentos bastante sólidos para desmitificar pasadas apreciaciones, tales como son los modelos cibernéticos de los procesos neurales, los sistemas vivos o el reconocimiento de la retroalimentación como el mecanismo esencial de la homeostasis.

Capra (1996) expone *“Si bien los planteamientos sistémicos desarrollados durante la primera mitad de siglo no cuajaron en una teoría matemática formal, sí crearon un cierto modo de pensar, un nuevo lenguaje, nuevos conceptos y todo un clima intelectual que ha conducido a importantes avances científicos en los años recientes. En lugar de una teoría de sistemas formal, la década de los ochenta vio el desarrollo de una serie de modelos sistémicos exitosos que describen varios aspectos del fenómeno de la vida. Desde dichos modelos, ha aparecido unida al lenguaje matemático adecuado una teoría coherente de los sistemas vivos”*.³

Además, Capra (1996) afirma *“El principal motivo de este «fracaso» era la ausencia de técnicas matemáticas para tratar con la complejidad*

de los sistemas vivos. Tanto Bogdanov como Bertalanffy reconocían que en los sistemas abiertos las interacciones simultáneas de diversas variables generaban los patrones de organización característicos de la vida, pero carecían de los medios para describir matemáticamente la emergencia de dichos patrones. Técnicamente hablando, las matemáticas de su tiempo se

limitaban a las ecuaciones lineales, totalmente inadecuadas para describir la naturaleza altamente no-lineal de los sistemas vivos”.³

Los procesos matemáticos en especial, rama de particular interés, teniendo en cuenta la importancia en el modelamiento de sistemas dinámicos o comportamiento de patrones no lineales, han avanzado de forma significativa y considerable en el desarrollo de una matemática distinta a la tradicional. El desarrollo de las matemáticas de la complejidad “comúnmente llamada”, ha ido tomando más reconocimiento por su implicación y aplicación.

Para apreciar los avances de las matemática de la complejidad, resulta de vital importancia comprender el proceso de las matemáticas desde la ciencia clásica. En tal medida, se inicia con Galileo siglo XVI, filósofo de la antigua Grecia; él y los griegos tendían a geometrizar todos los problemas matemáticos, en tanto que hablar de matemáticas significaba hablar de geometría. Siglos más tarde, surge una forma concreta de resolver problemas: el Algebra (al-yahr: reunión de partes). El Algebra, producto de un desarrollo de matemáticos Indios, consiste en reducir, mediante ecuaciones, cantidades desconocidas y relacionadas.

Dando cuenta de la evolución, siglos posteriores, Descartes, reconocido matemático, formula la geometría analítica, rama importante dentro del cálculo. En esta disciplina del conocimiento las representaciones o comportamientos estaban relacionados mediante fórmulas, ecuaciones o funciones. Los adelantos continuaron con Isaac Newton y Gottfried Wilhelm Leibniz, ambos, en un mismo momento, lograron describir el movimiento de un cuerpo a velocidad variable, acelerando o decelerando; a partir de esta época se identifica el impulso de la mecánica newtoniana.

En este orden de ideas, retomamos a Capra (1996)

en su afirmación: *“En la práctica, por supuesto, las limitaciones de la aplicación de las ecuaciones newtonianas del movimiento como modelo para la naturaleza pronto se hicieron evidentes. Como señala el matemático británico Ian Stewart, «plantear las ecuaciones es una cosa, resolverlas, otra muy distinta».*

*Las soluciones exactas se limitaban a unos pocos, simples y regulares fenómenos, mientras que la complejidad de vastas áreas de la naturaleza parecía eludir todo modelaje mecanicista”.*³

Posteriormente, la inquietud de algunos matemáticos por querer modelar comportamientos no tan mecánicos ni lineales, de proveer una aproximación de la conducta de la naturaleza que no es lineal, o que no va a lo estable, ha permitido cerrar cada vez más la brecha de las matemáticas con los comportamientos naturales. Es así, como nos encontramos con una nueva geometría llamada: “la geometría fractal” que se caracteriza por proveer un poderoso lenguaje matemático, con su creador, el matemático francés Benoit Mandelbrot. La propuesta de Maldelbrot plantea una matemática distinta, con una enorme complejidad, no obstante, muy sencilla, la cual genera a través de un patrón, un procedimiento iterativo muy simple y complejo.

*“Mandelbrot explicaba que la geometría fractal se ocupa de un aspecto de la naturaleza del que casi todo el mundo era consciente, pero que nadie era capaz de describir en términos matemáticos formales. Algunas características de la naturaleza son geométricas en el sentido convencional del término. El tronco de un árbol es más o menos un cilindro, la luna llena aparece más o menos como un disco circular y los planetas circulan alrededor del sol en órbitas más o menos elípticas”.*³

Algunos ejemplos de los fractales de la naturaleza



Figura 2. Ejemplo de Fractales en la naturaleza. Se observan patrones. Obtenido de <https://fractales-cristales.wikispaces.com/Fractales>

Una apreciación de Capra (1996) esperanzador, es aquella en la que él plantea:

“La gran fascinación ejercida por la teoría del caos y la geometría fractal en personas de todas las disciplinas -desde científicos a empresarios y artistas-, puede constituir efectivamente una señal esperanzadora de que el aislamiento de las matemáticas está tocando a su fin.

*Las nuevas matemáticas de la complejidad están haciendo que hoy cada vez más personas se den cuenta de que las matemáticas son mucho más que frías fórmulas, que la comprensión del patrón es crucial para el entendimiento del mundo vivo que nos rodea y que todas las cuestiones de patrón, orden y complejidad son esencialmente matemáticas”.*³

La matemática de la complejidad no cumple un papel de análisis, Maldonado (2015) *“Pero las cosas verdaderamente importantes no se piensan con la cabeza. Por el contrario, implican al cuerpo mismo, y nos arrastran como una totalidad indivisa. Son tan solo las pequeñas decisiones, esas que en lógica y matemáticas se denominan triviales, las que demandan el trabajo del cerebro”.*⁴

De ahí la creación de innovadoras propuestas más relacionadas con el contexto, la necesidad de fomentar una mirada creativa y abierta a una crisis dada por la crítica que le ha llevado hacia la transformación en sus experiencias. Basado en este ejercicio, Maldonado (2015) expone que *“La complejidad trabaja con fenómenos, sistemas, tiempos y comportamientos de crisis, según si: a) la crisis ya está presente y es inminente, b) la crisis aún no ha llegado pero podría llegar a suceder y c) trabajamos con crisis incluso aunque jamás lleguen a tener lugar”*⁸. Por lo tanto, las experiencias novedosas muestran la interrelación entre sus actores, las situaciones y el contexto.

Algunos de estos planteamientos abarcan el propósito de la misma las ciencias de la complejidad no son ciencia de lo real; sino, mucho mejor aún, ciencia de lo posible.

Al igual que las nuevas investigaciones realizadas no tradicionales, que no se plantean bajo una pregunta o una hipótesis con propósitos, cuyas soluciones son exactas y precisas, las matemáticas de la complejidad se fundamentan en la partida de la identificación del problema.

Es un trabajo de imaginación, de transformación, de no usar los marcos convencionales para resolver situaciones de la práctica educativa el marco de referencia social, cultural, económico, lógico, epistemológico, en fin, político, es distinto, es decir, no está dentro del plano cartesiano y las estrategias usualmente diseñadas.

Por esto, las matemáticas de la complejidad dan soluciones y simulaciones a nociones más amplias de la matemáticas tradicional o cartesiana. Como sostuvo Einstein: “la solución a un problema no se puede dar al interior del marco en el que surge el problema”. La complejidad de la situación, a través de diversos encuentros, no es un trabajo de plantear hipótesis y buscar soluciones, es un trabajo que emerge de campos, temas, áreas. En la misma idea, Maldonado (2015) expresa que *“En cada uno de los casos, se trata de un problema en el que confluyen distintas metodologías, enfoques, disciplinas, ciencias y tradiciones; y al mismo tiempo, un problema que no puede ser resuelto, en absoluto, como fue quizás efectivamente el caso en el pasado en otros contextos, por una sola ciencia o disciplina”*.⁴

Al realizar este tipo de investigaciones dentro de las matemáticas se evidencia mayor significado y más envergadura al sentido de la complejidad, en la medida que ya no sea vista solo como una alternativa, sino que tome fuerza dentro de la ciencia, que no sea marginada, sino fundamental. Finalmente, se hace recurrente citar a Maldonado (2015) con la siguiente premisa: *“Pero mientras el mundo no exhiba complejidad o los sistemas de control muy diversos—rígido, piramidal, distribuido, paralelo o difuso— aún sean posibles, aún no será el tiempo o el momento de la complejidad”*.⁴

El cierre del presente ejercicio de reflexión no puede ser otro que tomar las palabras de David Bohm: “el reto al que hoy se enfrenta la humanidad es único. Para afrontarlo hace falta una nueva oleada creativa, que incluya una nueva visión de la humanidad, la cultura y la sociedad. Algo semejante debió ocurrir en el Renacimiento, pero el estallido de energías humanas que hoy necesitamos habrá de ser aún más profundo y extenso”.

CONCLUSIONES

La necesidad de una convergencia e interacción profunda entre las matemáticas, las nuevas ciencias, y la mirada abierta a nuevas formas de hacer ciencia, es un verdadero compromiso mult-inter-transdisciplinar.

Los currículos universitarios y escuela, usualmente se fragmentan o se realizan mediante especialidades que no se yuxtaponen en una auténtica ciencia para la vida. La matemática de la complejidad, abre puertas a un infinito número de investigaciones y estimula la creatividad, acoge el aprendizaje y la tecnología sin rígidos formatos, logrando despertar el interés de los estudiantes.

La complejidad es uno de los principales fundamentos del vivir, una posibilidad abierta a la creatividad y una forma no lineal ni rígida de explorar la naturaleza con la ciencia.

REFERENCIAS

1. Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. París, Francia.
2. Najmanovich, D. (2008). Mirar con Nuevos Ojos: nuevos paradigmas de la ciencia y el pensamiento complejo. 1ª edición. Buenos Aires: Editorial Biblos.
3. Capra, F. (1996). La trama de la vida (1ra Ed.). Barcelona, España: Editorial Anagrama S.A.
4. Maldonado, C. (2015). Pensar la complejidad, pensar como síntesis *Cinta moebio*54:313-324. www.moebio.uchile.cl/54/maldonado.html.