

Mirada Histórico-Social Al Proceso De La Didáctica Matemática

María Fernanda Molina Lemos¹

Molina Lemos, María Fernanda. *MIRADA HISTÓRICO-SOCIAL AL PROCESO DE LA DIDÁCTICA MATEMÁTICA*. Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología. UMECIT. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Doctorado en Ciencias de la Educación. (2025)
HISTORICAL-SOCIAL LOOK AT THE PROCESS OF MATHEMATICAL DIDACTIC HISTÓRIA DE LA DIDÁCTICA MATEMÁTICA

RESUMEN

El Objetivo del Ensayo es Analizar desde una mirada histórico-social los aportes de la matemática y su didáctica, desde una mirada interdisciplinaria. Metodológicamente, es una investigación Documental, dado que se estudiaron textos de teóricos clásicos destacados en diferentes siglos, y autores e investigadores actuales; sobre todo, aquellos que han buscado comprender la enseñanza matemática, su aplicación y utilidad en campos como la educación y las ciencias sociales. Los periodos estudiados, van desde el Siglo XV, (Edad Media. Educación monástica y eclesiástica); Siglo XVI - XVII. (Renacimiento y Revolución Científica); Siglo XVIII. (Modernidad epistémica y educación); Siglo XIX. (Era de revolución industrial, avances en la ciencia y la tecnología); Siglo XX. (Era del conocimiento y del desarrollo de la tecnología); y Siglo XXI, (Era de la realidad virtual, la robótica y la inteligencia artificial). Los resultados permitieron sistematizar información proveniente de importantes autores e intérpretes de la evolución de la matemática y su didáctica, además, se obtuvo información, sobre su aplicación en cada época, y los relevantes logros para el desarrollo de todas las ciencias; e incluso, se conoce su influencia en importantes y complejas cuestiones sociales y humanas de la actualidad, que afectan a diferentes comunidades y sociedades a nivel global; en tal sentido, se ratifica que la matemática ofrece herramientas y métodos esenciales para la investigación, la evaluación y la implementación de políticas y programas sociales; y su aplicación mejora la precisión, la eficiencia y la efectividad en la comprensión y solución de problemas del conocimiento de diversa índole.

Palabras Clave: Historia de la matemática, lo histórico-social de la matemática, didáctica matemática, aportes científicos de la matemática, la interdisciplinariedad de la matemática.

ABSTRACT

The Objective of the Essay is to analyze from a historical-social perspective the contributions of mathematics and its didactics, from an interdisciplinary perspective. Methodologically, it is a Documentary investigation, given that texts by prominent classical theorists in different centuries, and current authors and researchers, were studied; above all, those who have sought to understand mathematical teaching, its application and usefulness in fields such as education and social sciences. The periods studied range from the 15th century (Middle Ages. Monastic and ecclesiastical education); 16th - 17th century. (Renaissance and Scientific Revolution); century XVIII. (Epistemic modernity and education); XIX century. (Industrial revolution era, advances in science and technology); Twentieth century. (Age of knowledge and technological development); and century XXI, (Age of virtual reality, robotics and artificial intelligence). The results allowed us to systematize information from important authors and interpreters of the evolution of mathematics and its didactics, in addition, information was obtained about its application in each era, and the relevant achievements for the development of all sciences; and its influence is even known on important and complex social and human issues of today, which affect different communities and societies at a global level; In this sense, it is confirmed that mathematics offers essential tools and methods for research, evaluation and implementation of social policies and programs; and its application improves precision, efficiency and effectiveness in understanding and solving knowledge problems of various kinds.

Keywords: History of mathematics, the historical-social aspect of mathematics, mathematical didactics, scientific contributions of mathematics, the interdisciplinarity of mathematics.

¹ Molina Lemos, María Fernanda. Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología. UMECIT. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Doctorado en Ciencias de la Educación. (2024). fernanda310@yahoo.com <https://orcid.org/0009000869904637>

Date of Submission: 04-08-2025

Date of acceptance: 14-08-2025

I. INTRODUCCIÓN

Una mirada histórico-social de la didáctica matemática proporciona una comprensión profunda de cómo la enseñanza de las matemáticas ha evolucionado bajo la influencia de factores históricos, culturales, sociales, económicos y tecnológicos. Este enfoque ayuda a contextualizar los métodos y prácticas actuales; y ofrece una perspectiva interdisciplinaria valiosa, para abordar temas sociales desde la investigación y la intervención. Las matemáticas son cruciales para las ciencias sociales, ya que proporcionan un marco para analizar y comprender fenómenos sociales complejos, puesto que mejoran el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas.

Ciertamente, las matemáticas son el sustento de los enfoques cuantitativos para comprender y analizar los fenómenos sociales; por ejemplo, en Economía y Finanzas se utilizan para análisis de datos y modelos financieros complejos; en Sociología, las estadísticas se utilizan para estudiar y predecir tendencias sociales; en Ciencias Políticas, las encuestas electorales y los patrones de votación se analizan mediante estrategias matemáticas diversas; en Psicología, se usan programas para valorar niveles y tendencias de conducta que ayudan a comprender y predecir el comportamiento.

Es de destacar que, en Trabajo Social, se usa la matemática para la compilación de datos base, sobre la prevalencia y patrones de tendencia de alguna manifestación contradictoria o disfuncional en lo social, para medir niveles o para la identificación de factores de riesgo y protectores asociados al fenómeno en estudio; además, los criterios cuantitativos se usan en la evaluación estadística de la efectividad de los programas de intervención. Las matemáticas, al contribuir sustancialmente, a comprender cuestiones sociales complejas, como la pobreza, la desigualdad, las crisis migratorias, los problemas de salud y la injusticia, entre otros, juegan un papel importante en el Trabajo Social y en las intervenciones sociales; permitiendo un acercamiento más descriptivo de la realidad social.

Consecuentemente, el Objetivo del Ensayo es Analizar desde una mirada histórico-social los aportes de la matemática y su didáctica, desde una mirada interdisciplinaria. Se insiste en que, tener una mirada sobre la historia y la práctica en su utilidad social, aporta al pensamiento crítico tan necesario en el abordaje de lo social.

El análisis histórico que se desarrolla en este ensayo, se hace desde una mirada epistemológica del origen de conceptos, estructuras y procesos matemáticos y su utilidad en el campo del conocimiento, en el entendido de que la didáctica matemática es fundamental en diversas ciencias; ya que esta es una herramienta esencial para resolver una amplia gama de problemas del mundo real, físico y social. Este enfoque de la matemática, se trabaja Metodológicamente, como una investigación Documental, dado que se estudiaron textos de teóricos clásicos destacados en diferentes siglos, y autores e investigadores actuales; sobre todo, aquellos que han buscado comprender la enseñanza matemática, su aplicación y utilidad en campos como la educación y las ciencias sociales. Se comprende su trascendencia como un componente esencial en la resolución de problemas no sólo matemáticos, sino en el desarrollo de teorías y conceptos avanzados en el campo de todas las ciencias. Por tales razones, se ofrece un análisis histórico, en el convencimiento de que los académicos en todas las esferas, pueden conocer a profundidad la evolución del conocimiento matemático, evitar el formalismo y el aislamiento de este, determinar obstáculos, para así apropiarse mejor del conocimiento.

Consecuentemente, se ofrece un resumen apretado de la evolución histórica de la la ciencia matemática en general, y sus contribuciones históricas; esto vinculado con los procesos didácticos empleados para su conocimiento. Los períodos, con los cuales se propone resumir los avances en las ciencias matemáticas y su didáctica, están organizados aquí por sub puntos que van, desde el Siglo XV. Renacimiento Temprano. (Educación monástica y eclesiástica para la enseñanza del álgebra y la trigonometría); Siglo XVI - XVII. (Renacimiento y Revolución Científica); Siglo XVIII. (Modernidad epistémica y educación matemática); Siglo XIX. (Era de revolución industrial, avances en la ciencia y la tecnología, en base a la matemática); Siglo XX. (Era del conocimiento y del desarrollo de la tecnología); Siglo XXI. (Era de la realidad virtual, la robótica y la inteligencia artificial).

Al unísono, se da cuenta de cómo ha evolucionado el concepto de Didáctica de la Matemática, a través de esos diferentes periodos de la historia, identificando cuáles fueron los aportes, variables o factores más importantes en su desarrollo, así como los obstáculos epistemológicos que se han generado a través de la historia. Pues, ciertamente, el concepto de Didáctica de la Matemática ha experimentado una evolución histórica significativa hasta llegar a su uso transdisciplinario, hoy día.

DESARROLLO

1. Evolución socio-histórica de las ciencias matemáticas

Una mirada histórico-social de la matemática implica extenderse a analizar y entender la evolución de su didáctica, y su expresión y desarrollo a lo largo del tiempo en diferentes contextos históricos y sociales. Este

enfoque no se limita sólo a los métodos de enseñanza, sino que también, considera los factores científicos, culturales, económicos, políticos y sociales que han influido en la forma en que las matemáticas han evolucionado y por ende, desde que paradigma se les ha enseñado.

Por ende, para mantener esa mirada histórico-social en la matemática, debe examinarse cómo diferentes épocas (como la Antigua Grecia, la Edad Media, el Renacimiento, la Revolución Científica, etc.) han influido en la enseñanza de las matemáticas; dado que cada período tiene sus propios enfoques, influenciados por los descubrimientos científicos de cada época, las necesidades prácticas y los desarrollos teóricos.

- Siglo XV. Renacimiento Temprano. Discusión y renovación científico-cultural.

Como parte del renacimiento temprano, durante el siglo XV (Edad Media), la educación formal estaba disponible, principalmente, en monasterios y escuelas de catedrales, donde los monjes y clérigos recibían instrucción en una variedad de materias, incluidas las matemáticas. La enseñanza de las matemáticas en la Edad Media se centraba en aspectos prácticos y utilitarios, con un énfasis en aplicaciones prácticas en campos como la astronomía, la arquitectura y la agricultura. Ya a mediados, hubo un período de significativa renovación científico-cultural en el que se produjeron importantes avances matemáticos. El redescubrimiento de textos antiguos, el desarrollo de la trigonometría, las innovaciones en la notación y las aplicaciones prácticas en navegación y cartografía sentaron las bases para los grandes desarrollos del Renacimiento pleno. La difusión del conocimiento mediante la imprenta y el apoyo de academias fueron factores clave en la transformación intelectual. Este siglo marcó una transición importante que preparó el terreno para los grandes desarrollos científicos y matemáticos del Renacimiento pleno en los siglos siguientes. (Katz, V. J. 2009).

El redescubrimiento y traducción de textos clásicos aportó a las ciencias matemáticas en el Siglo XV. Los matemáticos europeos comenzaron estudiar, ahora en su lengua, textos antiguos de matemáticos griegos como los de Euclides, Apolonio y Arquímedes; y también, las obras de matemáticos islámicos. Es bueno acotar, que en este período, el álgebra aún estaba en sus primeras etapas, durante el siglo XV, pero durante este período vio progresos en la solución de ecuaciones y el manejo de expresiones algebraicas. Estos avances fueron impulsados en parte por el estudio de obras árabes traducidas al latín, que introdujeron métodos más sistemáticos para resolver ecuaciones. Esto proporcionó un gran cuerpo de conocimiento que formó la base para desarrollos posteriores. (Katz, V. J. 2009).

En este siglo XV, estaba vigente Johannes Müller Von Königsberg, también conocido como Regiomontano (1436-1476), quien fue un astrónomo, matemático y cartógrafo alemán; que contribuyó al estudio de la trigonometría esférica y la astronomía. Trabajó en matemáticas aplicadas, y realizó contribuciones referidas al cálculo de distancias, la cartografía, la elaboración de mapas, la navegación marítima, la medición de posiciones celestes y para el desarrollo de la navegación astronómica. (Gómez y López, 2015).

También, hay que destacar a Georg Von Peurbach (1423-1461), conocido como Georgius Purbachius, quien fue un astrónomo, matemático y humanista austríaco del Renacimiento, que trabajó en el desarrollo de nuevas técnicas matemáticas para la astronomía. Su obra "Tabulae Ecclesium" ayudó a predecir los eclipses solares y lunares con mayor precisión. Sus contribuciones significativas fueron, la reforma del calendario juliano, que estaba en uso en Europa, y propuso mejoras en la precisión del calendario que llevaron al calendario gregoriano en el siglo XVI. También, aportó a la Teoría de la Trigonometría esférica, ayudando a desarrollar métodos más precisos para medir y predecir posiciones celestes. Por otra parte, el matemático alemán Muller², al escribir la obra: "Cinco libros sobre triángulos de cualquier tipo", (1461) separó la trigonometría de la astronomía y fue tratada como una ciencia independiente de las matemáticas. Este autor, también confeccionó múltiples tablas de funciones trigonométricas, destacándose las que recibirían en el siglo XVII la denominación de "tangente y cotangente".

No menos importante es mencionar a Cosme de Médici, fundador en 1462 de la Academia Platónica de Florencia y desde donde promovió el estudio de los textos antiguos y fomentó el interés por la geometría y otras ramas de las matemáticas. (Katz, V. J. 2009).

Todos los avances matemáticos de esta eran, se acompañaron con los grandes descubrimientos científicos de la época; por ende, se observó una mejora de las técnicas de navegación y cartografía, esencial para la era de las exploraciones a otros continentes. Las tablas trigonométricas y los métodos para calcular la latitud y longitud fueron claves.

Al unísono, aparece, además, el movimiento humanista, dándose una renovación científico-cultural, a partir del estudio de los clásicos y la importancia del conocimiento empírico, lo cual jugó un papel crucial en el avance de las matemáticas. Los humanistas valoraban la educación y promovían el aprendizaje de las matemáticas

² Muler, matemático alemán, nació en 1436 y murió en 1476, período que corresponde a este siglo XV; sin embargo, es importante aclarar que sus aportes vinieron a destacar en el siglo XVI

como parte de una formación integral. También, alrededor del 1440, Johannes Gutenberg, inventó la imprenta lo que dio un salto trascendente en todas las ciencias en pleno desarrollo y en la comunicación; pues permitió la reproducción y difusión masiva de libros matemáticos. Esto democratizó el acceso al conocimiento y aceleró el intercambio de ideas entre científicos y matemáticos.

Este proceso cualitativo de avance de las ciencias matemáticas, las ciencias naturales y las sociales-humanísticas, logró la atención y por ende, el patrocinio de élites y academias de la época; proveyendo recursos para la investigación y la educación. Las academias y universidades se abrieron a más sectores, convirtiéndose en centros de estudio y debate, facilitando el avance del conocimiento. (Katz, V. J. 2009).

En esta larga era de la Edad Media, los métodos de enseñanza asociados a lo que hoy se denomina Didáctica, eran basados, principalmente, en la memorización y la repetición de procedimientos. Los estudiantes aprendían mediante la recitación de textos y ejercicios, bajo la guía de un maestro o mentor experto en matemáticas. No existían libros de texto estandarizados en ese momento, por lo que se enseñaba, principalmente, de forma oral.

Así puede afirmarse que, durante el siglo XV de la Edad Media, llamado el período Renacimiento temprano y la Revolución Científica, hubo un importante desarrollo de las ciencias matemáticas; especialmente, en el ámbito de la aritmética y la geometría. También, hubo un mayor interés en la investigación y el razonamiento matemático.

Uno de los impulsos más destacados de esta era proviene de Nicolás de Cusa (1401-1464), también conocido como Nicolás Cusano, en su obra "De Docta Ignorantia" (La docta ignorancia); dado que, inicialmente, se discuten conceptos matemáticos avanzados; pero este autor, además de matemático fue un destacado filósofo, teólogo, jurista del Renacimiento; por ende, realiza algunas contribuciones significativas al desarrollo de la teoría de los números, pero también, propuso ideas originales sobre la naturaleza del espacio y la geometría métrica, que influyeron en pensadores posteriores como Johannes Kepler y Galileo Galilei. Además, Cusa con su perspectiva filosófica adelantó el concepto de "coincidentia oppositorum, (coincidencia de los opuestos), sugiere la unidad de los opuestos y la realidad más allá de las dualidades, lo que tuvo aplicaciones en el pensamiento matemático, en la filosofía y en las demás ciencias. (Gómez y López 2015).

- Siglo XVI - XVII. Renacimiento y Revolución Científica

Durante esta época de los Siglos XVI - XVII, considerada la era del Renacimiento de las ciencias, hubo un mayor interés en la investigación y el razonamiento matemático. Desde Aristóteles (384-322 a.C.) la comprensión matemática se basa en creencias fundamentadas en la observación de la naturaleza; las cuales, en su momento, respondieron y explicaron la naturalidad del movimiento. (Boyer y Merzbach, 2011).

Desde la Antigüedad hasta el Renacimiento, con la matemática se intentó estudiar el movimiento; especialmente, los fenómenos relacionados con objetos que caen o se desplazan en el espacio y, es aquí donde, la filosofía natural se consolida como el paradigma clásico de las matemáticas, presentando modelos y metodologías positivas de la realidad. A este constructo teórico se le denomina «física», y de acuerdo con autores como, Katz, (2009), la física es la ciencia que estudia la naturaleza, usando la comprensión científica de los fenómenos naturales.

Destacan en esta era, (Fin de la Edad Media), personajes como Descartes, (1596-1650), Galileo Galilei (1564-1642), y Fermat (1607-1665), quienes durante estos siglos desarrollaron, discutieron y difundieron sus teorías matemáticas durante muchos siglos posteriores, incluso hasta hoy; por lo cual, se sentaron las bases para enfoques más sistemáticos en la enseñanza de las matemáticas, lo cual impactó a otras ciencias en desarrollo. Esto, beneficiaron el desarrollo de la simbolización, de las funciones trigonométricas, de la notación, el movimiento, lo cual contribuyó a desarrollar la formulación y la expresión de lo que hoy en día se considera "variable" en una función o "incógnita" en una ecuación. Se elaboraron sistemas de símbolos muy cómodos para las operaciones matemáticas. (Lemus & Huinchahue, 2021).

René Descartes³, con su trabajo abarcó una variedad de campos, incluyendo la filosofía, las matemáticas, la física y la ciencia en general, con lo cuales elaboró textos filosóficos fundamentales, que marcaron un cambio de paradigma en el pensamiento occidental. Introdujo el Método Cartesiano, que enfatiza la duda metódica y la razón como medios para alcanzar el conocimiento seguro y verdadero. En la matemática, Descartes es reconocido por sus contribuciones a la geometría analítica, y combinó el álgebra con la geometría para crear un sistema de coordenadas cartesianas, lo cual fue fundamental para el desarrollo posterior del cálculo y la geometría diferencial. Además, realizó importantes contribuciones a la física y las ciencias naturales, con su teoría del universo, basada en leyes matemáticas y mecánicas, lo que influyó en el desarrollo de la física newtoniana. Por

³ Es importante acotar que Descartes, fue una figura central en la transición del Renacimiento (siglo XVI), hacia la era moderna. (siglo XVII). Durante este período se dio la fundación de la Filosofía moderna con su obra principal, "Discurso del método" (1637) y "Meditaciones metafísicas" (1641).

otra parte, Galileo Galilei⁴, (1564-1642) hizo una gran contribución a las ciencias en general, ya que propone un nuevo paradigma metodológico; el cual tiene como característica fundamental explicar el movimiento de manera formal y objetiva. Su trabajo permite reflejar la importancia histórica del espacio-tiempo y permitió la comprensión del mundo. Galileo interpreta, matemáticamente, un problema de física como la caída libre de los cuerpos; pero, además, interpreta y describe el movimiento. Desde lo que se conoce como “cinemática”; vista como una rama de las matemáticas y confirma que, la geometría euclidiana es la base en esta nueva ciencia. Su trabajo inicia por la necesidad de comprender el movimiento de los objetos en la dinámica del hombre de conocer el mundo.

El proyecto de Galileo, consiste en indagar la esencia del movimiento de la caída, cuya evidencia es una definición intuitiva precedida de un principio axiomático, logra demostrar, geométricamente, varias proposiciones que luego serán respaldadas mediante experimentos mentales y, de hecho. Con la necesidad de dar respuesta al desarrollo de estas tareas se plantean tres procedimientos: la idealización, la demostración matemática (Geometría Euclidiana) y la experimentación. (Lemus & Huincahue, 2021).

Aunque Newton (1643-1727), es más conocido por su trabajo en «dinámica» con la formulación de las leyes del movimiento y la ley de la gravitación universal, sus contribuciones también fueron fundamentales para la cinemática. En su obra “*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*” (1687). Newton formalizó muchos de los conceptos de la cinemática dentro de un marco matemático riguroso. La cinemática es una de las ramas fundamentales de la física clásica y es crucial para el entendimiento de otros campos de la física. Los principios de la cinemática se aplican en diversas áreas como la ingeniería, la robótica, la biomecánica y la animación por computadora. (Katz, V. J. 2009).

La idealización en la cinemática galileana constituyó la metodología que permitiría condicionar el fenómeno en cuestión de la forma que se pueda expresar y razonar geométricamente. Esta técnica propuesta por Galileo proporciona una metodología de innovación, su razón radica en descubrir la esencia del fenómeno físico y estudiar el movimiento a partir de sus características geométricas. Para Galileo, la experimentación es una metodología de verificación y confrontación de resultados, que puede explicarse simplemente, señalando las pautas que la constituyen. Primeramente, cualquier análisis empírico debe diseñarse a partir de la observación, del registro de los fenómenos y del control de las variables que son relevantes para la investigación. Una segunda parte, incluye la reproducción artificial del fenómeno y la recolección de datos referentes a las variables de mayor pertinencia, y luego, se debe repetir en varias ocasiones el experimento, con el fin de obtener datos confiables para el análisis de los mismos. (Katz, V. J. 2009). Del análisis histórico-epistemológico realizado al trabajo de Galileo, se destaca la perspectiva de explicar un fenómeno a partir de sus propiedades esenciales y la noción de función viene a ser un elemento de modelación matemática.

Con los principios del siglo el siglo XVII se conoció también, a Pierre de Fermat, (1607 – 1665) quien fue un destacado matemático francés que realizó contribuciones significativas a varios campos de las matemáticas, especialmente en teoría de números, geometría analítica y cálculo. Sus trabajos sentaron las bases para el posterior desarrollo del cálculo y la geometría diferencial. También, Fermat realizó importantes contribuciones a la teoría de la probabilidad, especialmente en el cálculo de probabilidades de eventos en juegos de azar y problemas relacionados con el cálculo de expectativas y resultados esperados. Fermat, aporta en cuanto al descubrimiento del mundo de las representaciones analíticas, comenzó a formarse la geometría analítica como un método de expresión de las relaciones numéricas, de las dimensiones, formas y propiedades de los objetos geométricos, utilizando el método de coordenadas, y el álgebra le permite concretar sus aportaciones a la matemática. Según Diudonné (1989), este método es un gran progreso de este siglo. La importancia del método utilizado por este autor pretende traducir cualquier problema de geometría plana en un problema algebraico equivalente.

Por su parte Isaac Newton (1643-1727), ⁵ realizó contribuciones en varios campos, (hasta hoy día); especialmente en física y matemáticas. Algunos aspectos destacados de este período incluyen las Leyes del movimiento que este científico y erudito publicó como obra maestra llamada “*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*” (1687). Es aquí, donde presenta sus tres leyes del movimiento. Estas leyes sentaron las bases para la mecánica clásica y revolucionaron la comprensión del movimiento y la dinámica.

Al unísono, Newton desarrolló la Ley de la gravitación universal, que describe la atracción entre dos objetos masivos, proporcionando una explicación coherente para el movimiento de los planetas alrededor del Sol y ayudó a unificar la física terrestre y celeste. También, en matemática, Newton, acompañado de Gottfried Wilhelm Leibniz desarrollaron el “cálculo infinitesimal”, una herramienta matemática para el estudio del cambio y el movimiento. Sus trabajos en cálculo permitieron avances significativos en física, ingeniería y otras disciplinas

⁴ Galileo Galilei, tuvo una vida que atravesó dos siglos, desde 1564 al 1642. Fue en el siglo XVII, el período en el cual grandes contribuciones a las Ciencias Matemáticas.

⁵ El período asociado a Isaac Newton (1643-1727), se encuentra principalmente en el siglo XVII y parte del siglo XVIII.

científicas. Sus descubrimientos y teorías continúan siendo fundamentales en la física y las matemáticas hasta el día de hoy.

En resumen, la Revolución Científica del siglo XVI – XVII, fue un período caracterizado por el surgimiento de la ciencia moderna, con avances significativos en astronomía, física, biología y química. Este período incluyó la adopción del método científico y un enfoque empírico en la investigación científica.

La Revolución Científica fue un período de grandes avances en la ciencia, la filosofía y la tecnología y por ende, hubo cambios en la didáctica matemática. Figuras como Copérnico, Galileo, Kepler, Descartes y Newton hicieron descubrimientos que cambiaron la forma en que se entendía el universo y sentaron las bases para la ciencia moderna, así el método científico se fue apropiando de la observación y experimentación y las demostraciones y pruebas matemáticas comenzaron a basarse más en la lógica y la evidencia empírica.

Durante este período, se escribieron numerosos textos que buscaban sistematizar y difundir el conocimiento científico, los cuales, contenían explicaciones detalladas, ejemplos, ejercicios prácticos, nuevas ideas y métodos surgidos durante la Revolución Científica. Las Instituciones Educativas, Academias y Universidades comenzaron a reorganizarse y a incorporar los nuevos descubrimientos y métodos científicos en sus currículos, haciendo que las diversas ciencias en desarrollo se volvieran más estructuradas y profesionalizadas; de allí surgieron también las Sociedades Científicas, las cuales impulsaron la colaboración y el intercambio de ideas, lo que promovió el surgimiento de la didáctica como ciencia.

Así, cambiaron los métodos de enseñanza. Se empezó a fomentar un enfoque más activo en el aprendizaje, alentando a los estudiantes a realizar experimentos, resolver problemas y participar en discusiones; además del uso en la enseñanza de nuevos instrumentos matemáticos y científicos, como el compás y el telescopio, a los fines de facilitar la comprensión de los conceptos abstractos.

- Siglo XVIII. Modernidad epistémica y educación científica.

Ya a finales del siglo XVII, y entrados hacia el XVIII, comienza a surgir una nueva concepción de las leyes cuantitativas de la naturaleza. Es importante acotar que los teóricos antes mencionados mantuvieron su influencia en el desarrollo de las ciencias y muy especialmente de la matemática y la física. Durante este siglo XVIII, los avances significativos en matemáticas surgieron gracias a la colaboración y el intercambio de ideas entre los matemáticos de esta época, lo cual sentó las bases para los desarrollos posteriores en este campo. En este siglo XVIII, hubo significativos avances matemáticos, la cual toma una forma analítica como estrategia de enseñanza. Véanse los aportes de estos autores:

Isaac Newton (1643-1727); aunque este autor, vivió en parte en el siglo XVII, su influencia en el siglo XVIII fue inmensa. Sus obras sobre cálculo, mecánica y óptica continuaron siendo fundamentales para el desarrollo de la matemática y la física.

Colin Maclaurin (1698-1746), fue un matemático escocés conocido durante estos dos períodos históricos, por su trabajo en geometría y análisis matemático. Uno de sus aportes significativos en este siglo fue el desarrollo de la “serie de Maclaurin”. Esta se define como una representación de funciones como una serie infinita de potencias, que es fundamental en el cálculo y el análisis matemático.

Daniel Bernoulli (1700-1782), fue un matemático suizo que realizó contribuciones significativas al cálculo y la teoría de la probabilidad durante el siglo XVIII. Trabajó en la teoría de las ecuaciones diferenciales y formuló el “principio de Bernoulli”, que se aplica a problemas de flujo de fluidos. Según Bernoulli, (1738), en un flujo de fluido incompresible y sin fricción, la suma de la energía cinética, la energía potencial y la presión por unidad de volumen permanece constante a lo largo del flujo. (Principio de Bernoulli). Su trabajo sentó las bases para una comprensión más profunda de la dinámica de fluidos y su aplicación en diversas áreas de la ingeniería y la física. En relación con su expresión analítica y la tendencia del análisis infinitesimal que, hasta hoy se conserva, fortaleciendo la sinergia de la matemática con la geometría, la mecánica y la física, como transdisciplina científica cada vez más inmersa en el mundo contemporáneo.

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716); al igual que Newton, Leibniz vivió en parte en el siglo XVII, pero su impacto en el siglo XVIII, especialmente a través de sus desarrollos en cálculo y lógica, fue profundo. Leibniz, fue un matemático, filósofo y físico alemán que realizó numerosos aportes importantes a las matemáticas. Algunas de sus teorías más destacadas, se mencionan en relación al Cálculo Infinitesimal; pues lo desarrolló de manera independiente, al mismo tiempo que Isaac Newton. Introdujo el concepto de diferencial, de integral, la notación diferencial y la integral, que todavía se utiliza en la actualidad. Su obra "Nova Methodus pro Maximis et Minimis" (1684) es fundamental en este sentido.

Además, Leibniz formuló el famoso "Teorema del binomio", que generaliza la expansión del binomio a cualquier exponente entero. Esta fórmula es utilizada en diversos campos de las matemáticas y la ingeniería; al igual introdujo el cálculo de predicados en lógica matemática, una herramienta fundamental en el estudio de la teoría de conjuntos y en la lógica formal. También, desarrolló una notación simbólica para las matemáticas que simplificó la expresión de conceptos matemáticos complejos. Su notación diferencial e integral, así como su uso de letras y símbolos, han sido ampliamente adoptados y siguen siendo utilizados en la actualidad. (Alexander H, G. 1976)

Según los historiadores, Leonhard Euler (1707-1783), fue uno de los matemáticos más prolíficos de la historia y realizó contribuciones significativas pues desarrolló la teoría de funciones elípticas y trigonométricas, trabajó en series infinitas y formuló la función exponencial compleja, conocida como la “fórmula de Euler”. El autor, en su texto titulado *Introduction in analysis infinitorum*, en el capítulo 1 del volumen 1 (1748), comienza definiendo las nociones sobre una constante es una cantidad definida que toma siempre un solo y único valor; mientras que una variable puede tomar valores en un conjunto o subconjunto de números complejos. En la definición que propone Euler, siguiendo a su maestro Bernoulli, (1724), remplace el término “cantidad” por el de “expresión analítica”. Así, una función de una cantidad variable es una expresión analítica compuesta de cualquier forma que sea, de esta cantidad y de números constantes. (Romero, 2007)

Según Boyer (1986), se puede afirmar que el sistema actual de notaciones matemáticas se le debe a Euler, más que a ningún otro matemático. Euler se apoyó en el cálculo diferencial de Leibniz y en el método de fluxiones de Newton integrándolos en una rama más general de las matemáticas llamada “análisis”; es decir, estudio de los procesos infinitos.

También, vale la pena mencionar, en este recuento histórico, a Jean le Rond D'Alembert (1717-1783), sobre todo porque, este tema de estudio se refiere la modelización matemática de fenómenos físicos. Este autor, fue un matemático y físico francés, conocido por su trabajo en análisis matemático y por el desarrollo de la teoría de las ecuaciones diferenciales parciales, y en particular, propuso una solución general para la ecuación de onda en una cuerda vibrante. Así, puede afirmarse, que D'Alembert (1772), aportó a las matemáticas el estudio sistemático de las ecuaciones diferenciales parciales, sus propiedades, métodos de resolución y aplicaciones a problemas físicos y fenómenos naturales e investigó las propiedades como la estabilidad y la convergencia. Así, hizo aportes a diversas ciencias naturales y contribuyó al desarrollo de la física, dando las bases para futuras investigaciones en el campo de la termodinámica y la ingeniería. También, D'Alembert fue uno editor de la *Encyclopédie*, un compendio del conocimiento de la época.

No menos importantes fueron los autores siguientes: Lagrange (1736-1813) quien es conocido por sus contribuciones a la mecánica analítica, el cálculo de variaciones y la teoría de números y por su obra "*Mécanique Analytique*", la cual es fundamental en la mecánica clásica; Pierre-Simon Laplace, (1749-1827) cuyas importantes contribuciones a la teoría de probabilidades, la astronomía y la física matemática con su obra "*Mécanique Céleste*" extendió el trabajo de Newton respecto a la gravitación; también, Joseph Fourier (1768-1830), conocido por sus trabajos en la teoría del calor y por el desarrollo de la “Serie de Fourier”, que tiene aplicaciones en muchas áreas de las matemáticas y la física; Carl Friedrich Gauss⁶ (1777-1855), que, aunque gran parte de su trabajo se desarrolló en el siglo XIX, comenzó a hacer importantes contribuciones, desde sus obras en teoría de números, álgebra, análisis y geodesia. Finalmente, debe mencionarse a Brook Taylor (1685-1731) conocido por la “Serie de Taylor” y por sus contribuciones al cálculo y la mecánica. Es muy importante resaltar que, durante el siglo XVIII, estos avances científicos en la matemática, ineludiblemente, impactaron en la forma de enseñanza de esta ciencia. Se produjeron varios avances significativos en la Didáctica Matemática, a saber:

Hubo un esfuerzo por sistematizar y formalizar la enseñanza de las matemáticas. Se establecieron currículos más estructurados, metodológicamente, para la educación matemática; a lo cual, aportaron los teóricos y científicos mencionados. De allí que en el área de la Pedagogía y Didáctica, se plantearon la elaboración de manuales y libros de texto destinados a esta enseñanza. Estas obras proporcionaban explicaciones detalladas, ejemplos y ejercicios para facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos. Esto dio auge de la educación pública y, se promovió la creación de sistemas educativos públicos, popularizó la matemática, y dejó de ser un tema de expertos, lo que permitió un mayor acceso a la educación matemática para un número más amplio de personas.

En este período, se prestó especial atención al estudio de la geometría y el cálculo, con las contribuciones de Euler, Lagrange y Gauss, cuyos trabajos influyeron en la enseñanza de diversas ciencias. De allí que, surgieron importantes, innovaciones pedagógicas: Se experimentaron nuevas metodologías de enseñanza, incluyendo el uso de demostraciones visuales, ejercicios prácticos y ejemplos para que los estudiantes comprendieran conceptos matemáticos de manera más efectiva.

- Siglo XIX. Era de industrialización, avances en la ciencia y la tecnología.

Durante el siglo, se produjeron avances significativos en el campo de las matemáticas, entre las teorías y autores principales de esta época, destacan Augustin-Louis Cauchy (1789-1857), fue un matemático francés

⁶ Gauss, aunque nació en 1777 (en el siglo XVIII), y murió en 1855, sus trabajos destacan en el siglo XIX. Fue uno de los matemáticos más influyentes de la historia, y sus contribuciones abarcaron una amplia gama de campos matemáticos. Posee varias obras publicadas, donde destacan "*Investigaciones aritméticas*" (1801), Teoría del movimiento de los cuerpos celestes, (1809), pero sus teorías se conocen más a raíz de una colección de sus trabajos, publicada póstumamente, por sus discípulos, entre 1863 y 1933 denominada “Obras” de Carl Friedrich Gauss.

cuyo trabajo en el siglo XIX contribuyó al desarrollo del análisis matemático. Introdujo el concepto de “límite” y desarrolló métodos rigurosos para el cálculo de límites, así como teoremas fundamentales en el análisis complejo. Para el análisis algebraico de Cauchy (1827) ofrece la siguiente definición:

Cuando unas cantidades variables están ligadas entre ellas, de tal manera que, dando el valor de una de ellas, se puede deducir el valor de las otras, concebimos de ordinario estas diversas cantidades expresadas por medio de una que toma el nombre de variable independiente y las otras cantidades expresadas por medio de la variable independiente son las que llamamos funciones de estas variables. (Cauchy, citado por Youschkevitch, 1976:29).

Cauchy, (1827), en referencia a la enseñanza de las matemáticas, puso las exigencias en su rigor y precisión matemáticos, lo cual influyó en la forma en que se enseñan las matemáticas avanzadas en la actualidad. Su énfasis en la demostración rigurosa y la formulación precisa de conceptos matemáticos ha sido incorporado en muchos programas educativos de matemáticas.

Por otra parte, se encuentra el trabajo de Peter Dirichlet (1805-1859), quien fue un matemático alemán conocido por su trabajo en teoría de números y análisis matemático. Formuló el “principio de Dirichlet”, que establece condiciones suficientes para la convergencia de una serie trigonométrica, lo que influyó en el estudio de funciones y series. Dirichlet, (1837), propuso otra definición sumamente amplia y general:

Si una variable y está relacionada con otra variable x , de tal manera que, siempre que se atribuya un valor numérico a x , hay una regla según la cual queda determinado un único valor de y , entonces se dice que y es una función de la variable independiente x . (Dirichlet, 1837: 67).

También, destaca Carl Friedrich Gauss, ya mencionado, quien fue uno de los matemáticos más influyentes de la historia y sus contribuciones abarcaron una amplia gama de campos matemáticos en siglos posteriores a sus emprendimientos. Algunas de sus contribuciones más destacadas refieren aportes a la “Teoría de número”, incluida su demostración del “teorema fundamental de la aritmética”, a la “ley de distribución normal”, a la física, la astronomía, realizó la formulación del teorema de Gauss-Bonnet y desarrolló la geometría no euclidiana; incluyendo, bases de la geometría diferencial. Sus métodos y su enfoque sistemático para resolver problemas prácticos, influyeron en la matemática aplicada.

En cuanto a su contribución a la enseñanza de las matemáticas, Gauss no sólo realizó destacados avances teóricos; sino que también, se interesó por la educación matemática. Abogó por un enfoque más intuitivo y práctico en la enseñanza de las matemáticas, enfatizando la importancia de la comprensión conceptual y la resolución de problemas reales. Además, su trabajo en teoría de números y geometría proporcionó una base sólida para el desarrollo de planes de estudio matemáticos más avanzados.

Por otra parte, destaca, en pleno siglo XIX, Bernhard Riemann (1826-1866), matemático alemán, quien hizo contribuciones que revolucionaron varias áreas de las matemáticas. En su tesis doctoral "Sobre las hipótesis que subyacen a la geometría", presentó la idea de la integral. Sus ideas han tenido un impacto duradero en muchos campos del análisis matemático complejo, la física teórica, geometría diferencial de las superficies y la teoría de funciones complejas. Aunque, Riemann no se centró, explícitamente, en la enseñanza de las matemáticas, su enfoque innovador y sus contribuciones teóricas influyeron en la forma en que se enseñan las matemáticas avanzadas en la actualidad. Su énfasis en la comprensión conceptual, la rigurosidad matemática y la exploración de nuevas ideas ha sido incorporado en muchos programas educativos de matemáticas.

También, hizo historia Niels Henrik Abel (1802-1829), quien fue un matemático noruego, cuyos trabajos en el álgebra y el análisis fueron pioneros en varios campos de las matemáticas; incluida la teoría de funciones elípticas y las ecuaciones diferenciales, los Teoremas sobre ecuaciones algebraicas, ("teorema de Abel-Ruffini"), tuvo un impacto profundo en el desarrollo de la teoría de grupos, al establecer la necesidad de un enfoque más abstracto y general para comprender las simetrías y las estructuras algebraicas.

En general, lo que respecta al desarrollo de la Didáctica de la Matemática, el siglo XIX fue un período de importantes avances en su desarrollo, tales como:

- El desarrollo de métodos de enseñanza que enfatizaban la comprensión conceptual y la aplicación práctica de los conceptos matemáticos. Los métodos de enseñanza se volvieron más orientados hacia la resolución de problemas y el razonamiento matemático.
- Hubo un impulso significativo en la “Estandarización de la educación matemática” y el desarrollo de currículos uniformes. Esto llevó a estándares y objetivos claros que contribuyeron a una mayor coherencia y consistencia en la educación matemática.
- Se comenzó a reconocer la importancia de la formación y capacitación profesional de los maestros de matemáticas. Se establecieron instituciones dedicadas específicamente a la enseñanza de las matemáticas, lo que contribuyó a la calidad de la educación matemática.
- Además, durante este siglo, se desarrollaron y adoptaron diversas innovaciones en la enseñanza de las matemáticas, como el uso de materiales didácticos, la introducción de libros de texto estandarizados y la implementación de métodos de enseñanza más activos y participativos. Estas innovaciones contribuyeron a hacer más accesible las matemáticas.

En resumen, durante el siglo XIX, hubo varios avances significativos en la enseñanza de las matemáticas, ya que se prestó más atención a la organización del contenido, la secuenciación de los temas y la presentación de los conceptos de manera accesible para los estudiantes; colocando el énfasis en la enseñanza de la aritmética y el álgebra en la educación primaria y secundaria. Puede concluirse que, el siglo XIX fue un período crucial en el desarrollo de la Didáctica para las ciencias matemáticas, ya que se produjeron avances significativos en los métodos de enseñanza, la estandarización de la educación matemática, la profesionalización de los maestros y la introducción de innovaciones en la enseñanza. Estos desarrollos sentaron las bases para la educación matemática moderna y tuvieron un impacto en la forma en que se enseñan las matemáticas en la actualidad.

- Siglo XX. "Era del conocimiento y del desarrollo de la tecnología".

En muchos ámbitos académicos y culturales, el Siglo XX se ha denominado como el inicio de la "Era Postmoderna"⁷ y como "Era del conocimiento y del desarrollo tecnológico". Se considera importante decir que, la era postmoderna ha promovido una mayor diversidad en las ciencias, la interdisciplinariedad y reflexión crítica en el desarrollo de las ciencias en general, lo que ha enriquecido y ampliado el alcance del conocimiento.

En una perspectiva epistémica, la postmodernidad que conlleva el siglo XX, ha promovido la idea de que no hay una única verdad absoluta, y priva la noción de "complejidad" ante las interpretaciones diversas; lo que ha llevado a una mayor apertura hacia diferentes enfoques y perspectivas en las ciencias, y ha permitido la exploración de nuevas teorías y métodos; incluso, el cambio en las Ciencias Matemáticas en este siglo es tal, que se cuestiona la idea de que el conocimiento matemático es objetivo y neutral, y se reconoce que está influenciado por factores sociales, culturales e históricos.

En resumen, el siglo XX, muestra avances significativos en las ciencias de la matemática en una amplia variedad de áreas, destacándose:

1. A principios del siglo XX, se desarrolló la teoría de conjuntos, que proporciona un marco formal para el estudio de las colecciones de objetos matemáticos. Este campo fue fundamental para la fundamentación de la matemática moderna y tuvo importantes aplicaciones en diversas ramas de las matemáticas y la lógica.
2. En 1905, Albert Einstein, revolucionó la comprensión del espacio, el tiempo y la gravedad, con su desarrollo de la teoría de la relatividad general en 1915, que describe la gravitación como una curvatura del espacio-tiempo. Estos avances tuvieron un impacto profundo en la física, la matemática moderna, en las ciencias naturales y ambiente.]
3. Durante el siglo XX, se desarrollaron los fundamentos y conceptos fundamentales de la computabilidad. Esto permitió el desarrollo de la Teoría de Autómatas, la Teoría de la Complejidad Computacional y la Teoría de Lenguajes Formales, que son fundamentales para la Ciencia de la Computación y la Matemática Discreta.
4. Consecuentemente, la teoría de la probabilidad y la estadística, experimentaron un rápido desarrollo, con importantes contribuciones de figuras como Kolmogorov, Fisher y Neyman. Estos avances llevaron al desarrollo de métodos estadísticos modernos y tuvieron aplicaciones en una amplia gama de campos científicos.
5. También, durante el siglo XX, se produjeron importantes avances en geometría diferencial y topología, incluyendo el desarrollo de la geometría riemanniana, la topología algebraica y la teoría de nudos. Estos campos han tenido importantes aplicaciones en física; especialmente, en la teoría de la relatividad y la física de partículas. Estos son sólo algunos ejemplos de los numerosos avances en las ciencias de la matemática que tuvieron lugar durante el siglo XX. En general, este siglo fue testigo de un extraordinario progreso en todas las áreas de las matemáticas, lo que ha tenido un impacto profundo en la comprensión del mundo y en el desarrollo de la tecnología moderna. Además, durante el siglo XX, la didáctica de las matemáticas experimentó una serie de avances significativos, influenciados por los cambios en la educación y en la comprensión de cómo se aprende matemáticas. Algunos de los avances destacados son:
 1. Se promovió el enfoque de la resolución de problemas como una forma efectiva de enseñar matemáticas. Este enfoque se centra en presentar a los estudiantes problemas auténticos y desafiantes, fomentando la exploración, el razonamiento y la creatividad.
 2. Se adoptaron enfoques constructivistas, que enfatizan el papel activo del estudiante en la construcción de su propio conocimiento. Esto incluye el uso de materiales manipulativos, actividades prácticas y proyectos de investigación.

⁷ La postmodernidad, es un término utilizado para describir un período histórico y una perspectiva filosófica que surgió en oposición a las ideas modernistas predominantes en el Siglo XIX y parte del Siglo XX. En la era, se cuestionan las narrativas totalizadoras, se enfatiza la fragmentación y diversidad cultural, y se critica la idea de progreso lineal. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el término "postmodernidad" es objeto de debate y no hay un consenso claro sobre su significado exacto. Algunos argumentan que la postmodernidad ha dado paso a nuevas formas de pensar y de relacionarse con el conocimiento, la tecnología y la sociedad en el Siglo XXI, mientras que otros consideran que el hoy se ubica en una era que va más allá de la postmodernidad. Era Postmoderna, es un concepto que implica complejidades epistémicas, más que definiciones en términos de fechas precisas. A menudo se considera que, emerge a finales del siglo XX.

3. Con la llegada de nuevas tecnologías, como calculadoras gráficas, software de matemáticas y recursos en línea, se integró cada vez más la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. Esto permitió explorar conceptos de manera visual, realizar simulaciones y acceder a una amplia gama de recursos educativos.

4. Se promovió la idea de una educación matemática inclusiva, que reconoce y valora la diversidad de los estudiantes y sus estilos de aprendizaje. Se desarrollaron estrategias para apoyar a todos los estudiantes, incluidos aquellos con diversas habilidades, antecedentes culturales y necesidades educativas especiales.

5. Se llevó a cabo una investigación continua en Didáctica de las Matemáticas para comprender cómo aprender, matemáticas y cómo mejorar su enseñanza. Esto condujo al desarrollo de nuevas teorías, enfoques y metodologías basadas en la evidencia.

Puede resumirse, en consecuencia, que, durante el siglo XX, la didáctica y los métodos de enseñanza de las matemáticas evolucionaron significativamente, adoptando enfoques más centrados en el estudiante, activos y tecnológicos. Estos avances han contribuido a una enseñanza más efectiva y a una mejor comprensión de las matemáticas por parte de los estudiantes. Este siglo se caracterizó por avances significativos en la física, la biología, la medicina, la informática y, por supuesto, las matemáticas. La revolución científica y tecnológica que tuvo lugar durante este período transformó la sociedad en muchos aspectos, y dio lugar a nuevos paradigmas y teorías en todas las disciplinas científicas.

- Siglo XXI: era de la realidad virtual, la robótica y la inteligencia artificial.

El salto cualitativo en las ciencias matemáticas, durante este siglo XXI, ha llevado a una mayor reflexión sobre la práctica y la enseñanza de las matemáticas y otras ciencias, desde una perspectiva crítica y contextualizada; por ejemplo, concretamente se abre el espacio para una perspectiva interdisciplinaria; pues, se observa que ciencias las matemáticas se reconocen como importantes e imprescindibles en otras áreas del conocimiento; tales como: la informática, la física, la biología, la economía, entre otras; razón por lo cual, han sido integradas a los planes de formación que estas áreas implican. Esto, ha dado lugar a campos como la bioinformática, la econometría y la geometría computacional, entre otros.

Pero, además, en este siglo XXI, se ha puesto énfasis en la comprensión de la complejidad y la no linealidad en los sistemas. Esto ha llevado al desarrollo de nuevas ramas de las ciencias, como: la teoría del caos, los sistemas dinámicos y la teoría de redes, que se ocupan de fenómenos complejos y no deterministas. Muy específica desde la matemática, se han desarrollado tecnologías diversas de nuevo tipo: de Realidad Virtual, la Robótica e Inteligencia Artificial. Modelos que, cada vez más, se usa en adelantos de diferentes ciencias, en la investigación y la enseñanza de las ciencias.

En este siglo, el énfasis de la globalización en todas las áreas del desarrollo de la humanidad, se centra en la digitalización, el avance tecnológico, el desarrollo de la inteligencia artificial, conduciendo a otros fenómenos socioculturales distintos a otras épocas. Los avances matemáticos referidos a la tecnología de realidad virtual, la inteligencia artificial y la robótica han sido significativos, en cuanto a lo siguiente:

- Los matemáticos han desarrollado modelos y algoritmos para crear entornos virtuales realistas utilizando conceptos como geometría computacional, cálculo numérico y álgebra lineal. La aplicación de técnicas matemáticas, como el análisis de datos y el procesamiento de señales, ha mejorado la capacidad de los sistemas de realidad virtual para interactuar de manera más intuitiva con los usuarios. (Burdea, G., & Coiffet, P. 2003).

- La Inteligencia Artificial ha experimentado un crecimiento explosivo en el Siglo XXI, y las matemáticas desempeñan un papel crucial en áreas como el aprendizaje automático y las redes neuronales, que son fundamentales para la creación de entornos virtuales inteligentes y adaptativos. La visualización de datos es una parte integral de la realidad virtual, y las técnicas matemáticas, como la geometría diferencial y el análisis topológico, se utilizan para representar y procesar grandes conjuntos de datos de manera efectiva.

Por otra parte, plantea Russell, y Norvig, (2016), que la Inteligencia Artificial, ha revolucionado la forma en que interactuamos con la Realidad Virtual. Los algoritmos de aprendizaje automático y las redes neuronales se utilizan para mejorar la interactividad, adaptar el contenido según las preferencias del usuario y generar entornos virtuales dinámicos y personalizados. Además, las técnicas matemáticas de optimización y simulación se utilizan en el diseño y la planificación de entornos virtuales, así como en la simulación de fenómenos físicos dentro de estos entornos. Esto es crucial para aplicaciones en campos como la ingeniería, la medicina y la educación.

- La Realidad Virtual, siguiendo a Lourdeaux, et al, (2019), requiere representaciones matemáticas precisas de entornos tridimensionales. Los avances en geometría computacional han permitido el modelado, la visualización y la interacción con entornos virtuales de manera más eficiente y realista. Para lograr entornos virtuales y experiencias de usuario realistas, se necesitan algoritmos matemáticos avanzados para el procesamiento de imágenes y gráficos. Esto incluye técnicas como renderizado fotorealista, reconstrucción de imágenes en 3D, y simulación de efectos visuales.

- Es de gran importancia resaltar los avances en Robótica en la era actual, y la influencia de la matemática en este campo, puesto que se han experimentado avances significativos en varios frentes, tales como: Desarrollos para cirugía asistida, incluyendo robots quirúrgicos. Avances en vehículos autónomos; tanto terrestres como aéreos. La Integración de técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático en robots para mejorar su

capacidad de reconocimiento de patrones, toma de decisiones y adaptación a entornos cambiantes. El desarrollo acelerado de investigaciones en robótica blanda y flexible, que se inspira en la biología para desarrollar robots más adaptables y versátiles, especialmente, en aplicaciones de manipulación e interacción segura con humanos. Por otra parte, se destaca que, en el siglo XXI, la Didáctica de la Matemática ha experimentado cambios significativos; principalmente impulsados por el progreso tecnológico ya descrito, lo cual ha implicado que se diseñen nuevas metodologías de enseñanza matemática, tales como:

- La integración de herramientas tecnológicas como software de simulación, aplicaciones móviles, plataformas de aprendizaje en línea y pizarras interactivas, que han permitido crear experiencias de aprendizaje más interactivas y personalizadas.
- Los sistemas de aprendizaje adaptativos, utilizan algoritmos de inteligencia artificial para adaptar el contenido y la metodología de enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que permite un aprendizaje más personalizado y efectivo.
- Se ha promovido un enfoque pedagógico centrado en la “resolución de problemas”, donde los estudiantes no sólo aprenden conceptos matemáticos; sino que también, desarrollan habilidades para aplicarlos resolver problemas del mundo real.
- Se fomenta el trabajo en equipo y la colaboración entre estudiantes, así como el Aprendizaje Basado en Proyectos, donde se trabajan proyectos de investigación o resolución de problemas, donde aplican y profundizan en sus conocimientos matemáticos.
- Además, se trabaja actualmente, la metodología denominada “Didáctica Inversa”, la cual ha ganado popularidad, donde los estudiantes trabajan los conceptos en casa, a través de recursos multimedia y luego, utilizan el tiempo en clase para resolver problemas, discutir conceptos y recibir retroalimentación del profesor.
- Como herencia de las ciencias sociales y humanas, se ha promovido una perspectiva interdisciplinaria que integra la educación, ciencia, tecnología y matemáticas, para abordar problemas complejos, fomentando la creatividad, la innovación y el pensamiento crítico.

Consecuentemente, la matemática y su proceso didáctico, han experimentado un crecimiento continuo y ha tenido una influencia profunda en el desarrollo de la civilización humana; por ende, ha dado lugar a numerosas ramas especializadas, y ha tenido un impacto significativo y profundo en el campo científico y tecnológico a nivel mundial.

II. REFELEXIONES FINALES

Luego de este análisis, se afirma que una mirada histórico-social de la didáctica matemática, ha sido enriquecedora, pues se han examinado considerando las diferentes épocas, dado que en todas el ser humano ha realizado aportes significativos, que han permitido avanzar en la didáctica matemática; como resultado de que, cada período tiene sus propios enfoques, métodos y contenidos específicos; y, obviamente, han generado cambios con el tiempo, influenciados por los descubrimientos científicos de cada época, las necesidades sociales prácticas y los desarrollos teórico-filosóficos.

Coherentemente, aspectos referidos al contexto social y cultural de cada época, pero también, de cada continente, han influido en el desarrollo de las matemáticas y su episteme; por lo cual, resultó oportuno estudiar las creencias, valores y prácticas culturales que han afectado la enseñanza de las matemáticas por distintas épocas. Por ejemplo, resultó muy interesante, considerar el desarrollo de la matemática en las civilizaciones islámicas medievales versus la percepción y desarrollo de esta ciencia en Europa durante la misma época. Definitivamente, los parámetros de carácter económico, como el comercio, la industria y la tecnología; e incluso, las necesidades sociales, han impulsado el desarrollo de ciertas áreas de las matemáticas y su didáctica.

Al analizar el desarrollo educativo- didáctico y las reformas en cada época, se aprecia cómo se ha dirigido la enseñanza de las matemáticas, mediante métodos que han evolucionado, que van desde la clase magistral, uso de textos clásicos, ábacos, pizarras, y demostraciones geométricas en la antigua Grecia, hasta el uso de calculadoras, software educativo, tecnologías digitales y enfoques constructivistas en la actualidad.

Puede afirmarse que, efectivamente, se ha tenido acceso evolucionado y pertinente de la educación matemática en diferentes épocas y contextos sociales. Por ejemplo, la educación matemática durante la Edad Media era principalmente accesible a los clérigos y la nobleza, y fue en este período cuando los matemáticos islámicos hicieron importantes avances en álgebra, trigonometría y astronomía. La traducción de sus obras al latín en la Europa medieval tuvo un impacto profundo en el desarrollo de las matemáticas en Occidente; también, la invención de la imprenta permitió la difusión masiva de conocimientos matemáticos. Los textos fueron accesibles a un público más amplio, lo que transformó la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Durante este período, no menos importante fue, la Revolución Industrial, donde la demanda de ingenieros y técnicos llevó a una mayor atención a las matemáticas aplicadas y a la creación de instituciones técnicas y politécnicas.

Pero, a partir del siglo XIX, la educación se orienta con criterios humanísticos; por lo que, la inclusión de género, raza y clase social se ha manifestado en el acceso y la enseñanza de las matemáticas. Además, las innovaciones tecnológicas, desde la invención de la imprenta hasta la llegada de las computadoras y el internet,

han transformado la didáctica de las matemáticas, debido al impacto de estas herramientas digitales, como software de geometría dinámica, simulaciones y plataformas de aprendizaje en línea. Ya se desplegó la educación hacia temas como la biotecnología, ciber-seguridad, aprendizaje automatizado, robótica médica, automatización industrial, economía digital y finanzas, programas educativos en realidad virtual y aumentada, entre otros enfoques científicos actuales.

La influencia de la matemática en las Ciencias Sociales y en el Trabajo Social es significativa y se manifiesta en diversas áreas de aplicación, tanto en lo epistémico, la investigación, como en la intervención social. En el Trabajo Social, por ejemplo, la matemática contribuye en fase de recopilación, el análisis y la interpretación de datos, cuando se trabaja con un enfoque interpretativo, cuantitativo o mixto; lo cual que es crucial en la investigación e intervención, cuando se atienden problemáticas sobre las necesidades de la población; y además, el enfoque matemático ayuda a planificar, gestionar recursos, a realizar un seguimiento cuantitativo del progreso en los proyectos de intervención; y además, ayuda a predecir tendencias y evaluar la eficacia de las intervenciones.

Cuestiones sociales complejas de la actualidad, abarcan una gama de problemas que tocan diversos aspectos, afectando a diferentes comunidades y sociedades a nivel global; para atender ello, es que la matemática ofrece herramientas y métodos esenciales para la investigación, la evaluación y la implementación de políticas y programas sociales y su aplicación mejora la precisión, la eficiencia y la efectividad en la comprensión y solución de problemas de diversa índole.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Bernoulli, Daniel (1738). "Hydrodynamica". En: ETH-Bibliothek Zürich, Rar (5503). Edit. Basiliensis. En: <https://www.encyclopedia.com>. Consultado en fecha: 09-04-24.
- [2]. (1724). "Exercitationes Mathematicae" Basel. Switzerland. <https://www.encyclopedia.com/> Consultado en fecha: 09-04-24.
- [3]. Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (2011). A History of Mathematics. Edt Wiley & Sons, London England. 688pp.
- [4]. Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). Virtual Reality Technology. Presence. Disponible: https://www.researchgate.net/Virtual_Reality. Consultado en fecha: 04-05-24.
- [5]. Cauchy, Augustin Louis. (1823). Lecciones sobre el cálculo infinitesimal. Editorial Bachelier. París. 367pp.
- [6]. De Cotret, Sophie René. (1985). "Estudio histórico de la noción de función: análisis epistemología y experimentación didáctica". Universidad de Quebec. Montreal. En: <https://archipel.uqam.ca> » Memoire. Consultado en fecha: 04-05-24.
- [7]. D'Alembert y Denis Diderot (1772). Enciclopedia de las ciencias, las artes y los oficios. En: <https://www.ecured. Encicloped>. Consultado en fecha: 18-05-24.
- [8]. Diudonné Jean Alexandre, (1989). Una historia de la topología algebraica y diferencial, Edita: Birkhäuser. Boston. 648 pp.
- [9]. Euler Leonhard (1748). Introduction in analysis infinitorum, Edita: Académie des Sciences en Francia. 397pp.
- [10]. Farfán, R., & García, M. A. (2005). "El concepto de función: un breve recorrido epistemológico". Revista: Papel político. 11(1), 137-176.
- [11]. Fauvel, J., & Van Maanen, J. (Eds.). (2000). History in Mathematics Education: The ICMI Study. Edita Springer. 437pp.
- [12]. Galileo Galilei. (s/f). "Naturaleza y libertad". Repositorio Institucional. V4, 97-156.. En <http://upnbib.pedagogica.edu.co>. Consultado en fecha: 20-05-24.
- [13]. Gauss Carl Friedrich. (1823). Disquisitiones Arithmeticae. Editorial Bachelier. París. 472pp
- [14]. Gámez, C., Ruz, T., & López, M. (2015). "Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias". Revista de Investigación y Experiencias Didácticas. V. 33(1), 167-184.
- [15]. Gutenberg Nicolás de Cusa. (2015). De Docta Ignorantia. (1940). Vol.II. (edición bilingüe), Buenos Aires: Editorial Biblos, 158 pp.
- [16]. Katz, V. J. (2009). A History of Mathematics: An Introduction. Edit. Pearson. 996 p.
- [17]. Leibniz, Gottfried Wilhelm (1684) "Nova Methodus pro Maximis et Minimis". En <https://onlineonly.christies.com/> americana-science/ Consultado en fecha:06-04-24
- [18]. Dirichlet Peter Gustav (1837). Lecciones sobre Teoría de Números. Editorial Veit & Comp. Berlín. 275pp.
- [19]. Lemus-Cortez, N., y Huincahue, J. (2021). La Cinemática de Galileo Galilei para la construcción conceptual de la función cuadrática. Edita: SAM. 81 pp.
- [20]. Lourdeaux D, et al. (2020). Aceptación del usuario de la realidad virtual: un modelo de aceptación de tecnología extendida. Revista internacional de. V 36 (11). pp.993-1007.
- [21]. Müller Johannes, -Regiomontano (1461). "De triangulis omnimodis". Edición (póstuma) por Schöner (1533). 87pp.
- [22]. Newton I.(1687).Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica. Edit Nacional, Madrid. p.228.
- [23]. Niels Henrik Abel (1957). Matemáticas Extraordinarias. Editorial: Minneapolis: University of Minnesota Press. pp.137.
- [24]. Peurbach Georg Von, (1457). Tabulae Ecclesium. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edita: Nürember. pp.282.
- [25]. Riemann Bernhard (s/a). Matemática Completa. 503 Outras Publicacions. Traductor Gómez B, Carlos. En <https://www.usc.gal/libros/es/> Consultado en fecha: 22-04-24
- [26]. Romero, (2007) "La búsqueda de los principios fundamenta. La mecánica: Euler y D'alembert". Revista: Praxis Filosófica, N° 24, Cali, Colombia, pp. 21-43.
- [27]. Russell, Stuart y Norvig Peter. (2016). Inteligencia artificial: un enfoque moderno, 4ª ed. Universidad Pontificia de Salamanca. Edit: Pearson Educación Madrid.135p.
- [28]. Smith, D. E. (1958). Historia de la Matemáticas. Dover Publicación. V 2. 736 p.
- [29]. Youshkevitch, A. (1976). "La función hasta la mitad del Siglo XIX". Archivo para la historia de las ciencias exactas, pp 37-85.