

Learning mathematics online, a comprehensive task: systematic review of the literature over the past 4 years.

Idelso Alamiro Lozano Malca, Dr.¹

¹Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, idelso.lozano@upn.edu.pe

Abstract.

Education has undergone a dizzying change, moving from face-to-face to virtual learning due to the isolation generated by the pandemic. In the documentary study, a systematic review and analysis of the literature is made with the objective of making an assessment of the technological tools in the learning of mathematics in the 21st century. The results describe the importance of four key factors for learning mathematics online: it is necessary to have a culture of good handling of technological tools, a predisposition of positive emotions, knowledge of research and a mathematics teacher adapted to virtual reality.

Keywords: Learning, math, online.

Aprendiendo matemáticas en línea, una tarea integral: revisión sistemática de la literatura de los 4 últimos años.

Idelso Alamiro Lozano Malca, Dr.¹

¹Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, idelso.lozano@upn.edu.pe

Resumen— La educación ha tenido un cambio vertiginoso, al pasar del aprendizaje presencial al virtual debido al aislamiento generado por la pandemia. En el estudio documental se hace una revisión y análisis sistemática de la literatura con el objetivo de realizar una valoración de las herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas en el siglo XXI. Los resultados describen la importancia de cuatro factores claves para aprender matemáticas en línea: es necesario tener una cultura del buen manejo de las herramientas tecnológicas, predisposición de emociones positivas, conocimientos de investigación y un docente de matemática adaptado a la realidad virtual.

Palabras clave: Aprendizaje, matemática, línea.

I. INTRODUCCIÓN

La matemática es clave para las áreas en crecimiento de la economía, incluyendo la programación y el análisis de datos. El aprendizaje de la matemática se presta fácilmente para el aprendizaje por computadora, dada la importancia de la visualización y la retroalimentación automática e inmediata en el proceso de impartir habilidades y conceptos matemáticos [1]. En tiempos del Coronavirus, las actividades pedagógicas han exigido la redefinición de los escenarios y procedimientos de actuación en la formación de los estudiantes, ajustándolos a las necesidades que la realidad demanda. En el caso del proceso de enseñanza y aprendizaje en los diferentes niveles educativos en el Perú, las herramientas tecnológicas son un aliado clave que permiten al estudiante aprender en pantalla y al docente enseñar en pantalla.

Aprendiendo matemáticas en línea es una tarea integral que resulta de una mirada analítica de cuatro factores que intervienen en el aprendizaje mediante plataformas virtuales, con un acercamiento del estudiante a la comprensión de definiciones, propiedades, fórmulas y figuras matemáticas, articuladas a su contexto sociocultural, abriendo camino a la resolución de problemas matemáticos en contextos reales y simulados usando las diferentes herramientas tecnológicas. Estas acciones conllevan al docente a crear, imaginar, planificar, diseñar estrategias que permitan acercarlo al estudiante a la

comprensión y concienciación de hechos significativos y reales de lo que vive la humanidad como consecuencia de la pandemia.

Por lo expuesto, en el presente estudio se planteó como objetivo general realizar una valoración de las herramientas tecnológicas en el aprendizaje de la matemática en línea. Este trabajo aporta una discusión con otras investigaciones y propuestas presentadas durante los 4 últimos años a raíz de la situación producida por la pandemia, estableciendo coincidencias y diferencias en la problemática presentada con criterios y enfoques pedagógicos.

II. MARCO TEÓRICO

En marzo de 2020 se dispone en Perú el confinamiento de la población en sus casas, es decir, el aislamiento social, preventivo y obligatorio en el marco de la emergencia sanitaria por la pandemia suscitada por la Covid-19, estableciéndose el cierre de los centros educativos y la suspensión de las actividades académicas presenciales en todos sus niveles. En los diferentes países de América Latina y del mundo se siguió una trayectoria similar y se optó por el uso de las herramientas tecnológicas como única alternativa para continuar con la docencia, de manera virtual.

Esta situación fue un reto para los docentes, que tuvieron que proseguir con el temario, afrontando el desafío de la educación virtual, la posibilidad de conexión con los estudiantes y padres de familia, controlando sus emociones, investigando en línea, etc. Todos a usar Internet en todas las actividades cotidianas, hoy en día, estar conectado a Internet debe ser un nuevo derecho humano [2]. Aprender matemáticas a través de la pantalla se fundamenta en cuatro miradas epistémicas:

A. Una mirada tecnológica

Las herramientas digitales son un insumo que ayudan al docente a lograr el aprendizaje de sus estudiantes; en el terreno de la educación, la tecnología tiene un fin pedagógico, que el estudiante aprenda matemáticas de manera divertida. Un buen software permite una instrucción personalizada (autoaprendizaje), donde los estudiantes siguen su trayectoria de aprendizaje individual;

proporciona un contenido apropiado para los diferentes grupos de estudiantes (aprendizaje colaborativo); ofrece una retroalimentación inmediata, no solo en cuanto a si una respuesta es correcta o incorrecta, sino sobre la manera en que un estudiante entiende o no un concepto [1].

Teniendo en cuenta a las referencias de varios autores que hacen los intelectuales [3], se postula que el uso de las tecnologías en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas no solo es una herramienta, sino que se convierte en el medio a través del cual se establece la relación virtual entre docentes y estudiantes. Hay multitud de plataformas digitales que favorecen los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática (comerciales y no comerciales), educadores on-line, recursos ofrecidos por las administraciones educativas, aplicaciones basadas en inteligencia artificial etc.

Investigaciones sobre el uso de tecnologías o plataformas de aprendizaje y enseñanza virtuales; entornos o modalidades de enseñanza y aprendizaje a distancia (blended learning, open distance learning etc.) [4]; contextos de enseñanza y aprendizaje fuera de la escuela etc., ofrecen aportes relevantes en un contexto de pandemia como el actual, donde no sabemos si la docencia, en el futuro inmediato, continuará siendo presencial, híbrida o totalmente online. La obligatoriedad de pasar de una modalidad presencial a una a distancia de un día para otro obligó a muchas instituciones educativas a reinventarse, a generar nuevos materiales didácticos, utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) de una manera generalizada y a afrontar procesos de enseñanza y aprendizaje “virtual” para el cual muchos docentes y estudiantes no estaban preparados [5].

B. Una mirada emocional

Las emociones juegan un papel trascendental debido a los cambios generados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática, causando un fuerte impacto en la educación, generando stress y ansiedad entre el alumnado, debido a la nueva metodología utilizada para contrarrestar la presencialidad en el aula de clases [6]. Los autores concluyen en su tesis de maestría que “el aprendizaje de las matemáticas está ligado a factores cognitivos, sin embargo, existe un primitivo tránsito hacia la parte emocional de concebir su aprendizaje bajo la perspectiva emotiva, ya que la afectividad condiciona e interviene en el comportamiento y capacidad para aprender y, a su vez, el proceso de enseñanza y aprendizaje provoca reacciones y cambios afectivos” (p. 123).

Por otro lado, las herramientas tecnológicas son determinantes en el aprendizaje de la matemática, fomentan la idoneidad epistémica de la matemática y la idoneidad cognitiva del aprendizaje. Hay otras idoneidades en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas como

interaccional, afectiva y ecológica, que fueron ampliamente estudiadas en la enseñanza presencial, y que tienen un impacto muy relevante sobre el aprendizaje, hoy quedan en un segundo plano cuando el proceso de instrucción se hace mediante las herramientas digitales [7]. Para lograr un aprendizaje significativo de algún tema matemático, es necesario motivar a los estudiantes a través de la gamificación, el uso de juegos digitales y competencias para estimular el aprendizaje [1].

C. Una mirada investigativa

La pandemia ha puesto de manifiesto la necesidad de investigar con mayor determinación e inteligencia a través de la World Wide Web: 1) problemáticas que no se han considerado previamente, o bien se han dejado de lado; 2) áreas que ya están siendo muy investigadas, pero que la pandemia ha puesto especialmente el foco en ellas. Emerge la necesidad de hacer investigación con un enfoque matemático sobre los recursos tecnológicos que pueden favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas [3]; el acceso a dichos recursos tecnológicos (regiones remotas, grupos vulnerables, comunidades indígenas, en suburbios de grandes ciudades, etc.); la necesidad de plantear cambios curriculares teniendo en cuenta los recursos tecnológicos mediante los cuales se va a implementar; la formación del docente de matemáticas para adaptarse a situaciones de la enseñanza virtual o híbrida; las matemáticas y valores, matemáticas y género, matemáticas y ciudadanía, los procesos de subjetivación relacionados con la instrucción matemática etc.; el papel que pueden jugar las familias en la educación matemática de sus hijos; cambios en las políticas educacionales de los países; aumento de la investigación sobre la modelización matemática en dos direcciones: la enseñanza de la competencia de modelización y el uso de la modelización para enseñar contenidos matemáticos; el papel de los aspectos emocionales y afectivos en una enseñanza virtual o híbrida, etc.

D. Una mirada al docente de matemática

La tecnología no es la panacea en la educación, particularmente en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Tener docentes bien formados y considerados actores clave en la educación que permitan orientar y motivar a los estudiantes hacia una cultura del buen uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de sus actividades académicas [1]. En el marco de la contingencia provocada por la Covid-19, los docentes han tenido que pensar y actuar con celeridad, seleccionando las herramientas y metodologías más adecuadas para garantizar a los estudiantes el derecho a continuar estudiando, por eso, las herramientas tecnológicas deben ser usadas con el fin de proporcionar retroalimentación,

profundizar en la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes.

Con la crisis sanitaria a nivel mundial, se hizo realidad la promesa de usar la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas y otras asignaturas, también en su enseñanza, con sus exigencias digitales y de aprendizaje a distancia, ha hecho esencial la necesidad de una revolución en la educación de la matemática, una revolución que puede traer enormes beneficios a largo plazo, mucho después de que la pandemia haya pasado y los estudiantes regresen a sus instituciones educativas de manera presencial o semipresencial. Se observan semejanzas en la mayoría de las experiencias contrastadas tanto en el uso de las herramientas y recursos usados para transitar este proceso de educación a distancia no planificado con anticipación, como en ciertos aspectos fundamentales considerados por los docentes [5].

Se han puesto de manifiesto todo tipo de estrategias en este tiempo de aislamiento: desde el dictado de clases por videoconferencia simulando el dictado presencial a través de la pantalla, hasta el uso de campus virtual con todas sus herramientas (no solo como acervo de apuntes y power point sino como una herramienta dinámica para evaluar y dictar clases desde la virtualidad).

III. MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación realizada es de tipo documental y nivel descriptivo, bajo la revisión crítica y sistematizada de la literatura científica, puesto que se trata de analizar el valor y la implicancia que tienen las diferentes herramientas tecnológicas para lograr aprendizajes significativos en línea en el área de matemáticas.

En tal sentido, la búsqueda de información documental hace referencia al análisis de los contenidos que se encuentran en las fuentes confiables, para ello se extrae de un documento los elementos de información más significativos, organizándolos, clasificándolos y analizándolo desde la perspectiva de los objetivos del investigador.

El análisis documental requiere el empleo de una metodología cualitativa correspondiente [8]. Las fases aplicadas en el estudio vía el método de análisis documental fueron [9]: *a) Descripción*, enumeración de los aspectos externos formales del documento (autor, título, edición, editorial, año de edición, etc.); *b) Indización*, consistió en extraer de los documentos digitales los términos más expresivos de su contenido; *c) Clasificación*, se realizó una atribución dentro de una serie de clases o categorías previamente determinadas; *d) Catalogación*, formación de un catálogo con una lista de documentos electrónicos; *e) Condensación*, elaboración de un resumen del documento analizado.

Cada fase fue desarrollada en un contexto de la virtualidad. La originalidad de la investigación se refleja en el enfoque cualitativo, criterios de investigación documental, conceptos matemáticos versus educación en línea o en red, reflexiones de análisis y aportes al conocimiento, conclusiones válidas al servicio de estudios similares.

Criterios de selección

Para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales. Se realizó la búsqueda de la bibliografía en línea, es decir, en páginas de alto impacto en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica como Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>), Google Académico (<https://scholar.google.es/schhp?hl=es>), ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>), Elsevier (<https://www.elsevier.com/>), La Referencia (<https://www.lareferencia.info/es/>); utilizando los descriptores: aprendizaje, matemática, línea. Se combinaron entre sí los descriptores y durante la búsqueda se usaron los operadores booleanos “and” y “or” para la selección de artículos científicos, resúmenes, tesis de posgrado, trabajos de investigación y teorías científicas referente al estudio; con antigüedad de publicación no mayor a 5 años, salvo textos de teoría y metodología.

Los registros obtenidos son 9 mediante la combinación de las diferentes palabras clave y el importante aporte al desarrollo de esta investigación.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El factor tecnología involucra a las herramientas digitales usadas en tiempos de la Covid-19 y pos Covid-19 que han facilitado el aprendizaje de las matemáticas, siendo estas muy diversas, propiciando en el docente el desarrollo de su creatividad e imaginación, evidenciando su competencia digital. Las herramientas digitales son un insumo que ayudan al docente a lograr el aprendizaje, una herramienta al ser usada debe tener un fin pedagógico, pues el propósito es que el estudiante aprenda matemáticas. Las matemáticas por su propia naturaleza no deben de eximirse del proceso: concreto, gráfico y abstracto. En esta perspectiva, se considera que la tecnología como una herramienta o recurso alternativo para hacer más interactivo el proceso de enseñanza y aprendizaje en tiempos difíciles donde la virtualidad tiene una omnipotencia [10]. En cuanto a la evaluación, las herramientas digitales están en su mayoría diseñadas para brindar la retroalimentación respectiva, toma fuerza que si se indica a los estudiantes donde deben mejorar, el aprendizaje es más sólido y autorregulado. Permitiendo

aprender de manera colaborativa y autónoma, pues el estudiante es quien puede verificar sus aciertos y errores; y puede hacerlo en tiempo real o no con otros compañeros, esto fomenta su autonomía en el logro de su aprendizaje.

El factor emocional durante el aprendizaje en línea es imprescindible, las emociones constructivas, facilitan y potencian el aprendizaje de las matemáticas de manera personal y grupal (en red). Por lo que es urgente fomentar las emociones positivas que influyan en un contexto para la toma de decisiones asertivas, el desarrollo del aprendizaje significativo a través de la educación virtual, construyendo conductas saludables y tolerantes propias de una correcta maduración personal [11]. En las clases virtuales, se deben generar espacios para fomentar actitudes y creencias positivas que coadyuven a un buen rendimiento académico en las matemáticas y otras asignaturas.

El factor investigación atribuida a los docentes y estudiantes ha puesto de manifiesto el término “hacer investigación investigando” en las diferentes bases de datos, bibliotecas virtuales, repositorios institucionales, videos tutoriales, etc., con contenidos que permiten el aprendizaje de las matemáticas de manera asíncrona. El retorno a las clases presenciales es un enigma, en esa idea, los docentes deben seguir indagando, dialogando e investigando, haciendo uso de su capacidad autodidacta, y del aprendizaje por ensayo – error, sobre cuál es la mejor manera de poder enseñar en estos tiempos de pandemia, no existen recetas, pero sí el ímpetu para poder brindar lo mejor a los estudiantes.

Por último, el factor docente de matemática considerado un orientador, un guía, un tutor que facilita el aprendizaje de las matemáticas a sus estudiantes a través de la pantalla, durante el confinamiento social, ha resultado una situación compleja que ha puesto en una difícil situación la experiencia de aula. Ante la llegada de la Covi-19, el ejercicio docente se encontró con una ruptura de su cotidianidad [12]. Sin embargo, los principios teleológicos y ontológicos de su desempeño los llevó a ubicarse frente a sus estudiantes en línea, manteniendo como principio el deseo de evitar la paralización de la formación de los estudiantes y lograr que se mantuviesen dentro del sistema, minimizando la deserción escolar. Esto conduce a pensar en docentes que valoran su profesión y sus principios éticos, de garantizar el derecho humano a la educación de sus estudiantes, ante la situación sobrevenida.

V. CONCLUSIONES

Luego de realizar la revisión de la literatura y referencias bibliográficas del tema en estudio, se puede determinar, que en tiempos de la Covid-19 y en algunos casos, pos Covid-19, el aprendizaje de las matemáticas es una acción necesaria y obligatoria en línea, considerando

que los cuatro factores son importantes en el proceso de aprendizaje:

- a) Tener una cultura del buen uso y dominio de las herramientas tecnológicas como recurso interactivo para aprender de manera colaborativa y autónoma, brindar la retroalimentación de los conceptos, procedimientos y soluciones matemáticas.
- b) La predisposición de las emociones positivas para aprender matemáticas con alegría como jugando en línea, es decir, los estudiantes conciben un buen aprendizaje bajo la perspectiva de las emociones constructivas.
- c) Una mirada a la investigación en matemáticas permite a sus actores indagar en red masificada para comunicar resultados y mejorar las cuestiones de ensayo y error.
- d) El docente de matemática que orienta el aprendizaje de los estudiantes debe tener un adecuado manejo de las herramientas digitales, transmitir emociones positivas, aprender investigación para enseñar investigación.

REFERENCIAS

- [1] Arias, E.; Cristia, J. y Cueto, S. (2020). *Aprender matemática en el siglo XXI: A sumar con tecnología*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [2] Baeza R. y Ocaña C. (2020). *Desconexión y brecha digital en Chile durante la epidemia Covid-19*. Colegio de Ingenieros de Chile.
- [3] Font, V. y Sala, G. (2020). *2021. Un año de incertidumbre para la educación matemática*. Bolema, Río Claro (SP), vol. 34, núm. 68, pp. 1–5. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n68e01](http://dx.doi.org/10.1590/10.1590/1980-4415v34n68e01)
- [4] Prates, U. y Matos, J. F. (2020). *Mathematics Education and Distance Learning: a systematic literature review*. Bolema, Rio Claro, vol. 34, núm. 67, pp. 522-543.
- [5] Culzoni, C.; Panigatti, C; Bergesse, C. (2021). *El proceso de enseñanza y aprendizaje en asignaturas de matemática para la ingeniería durante el aislamiento por Covid 19*. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, núm. 28, pp. 70-82.
- [6] Barrera, R. y Mendoza, A. (2021). *Inteligencia emocional y su relación con el desempeño académico en las matemáticas de los estudiantes de educación media en tiempos de Covid-19* (tesis de posgrado). Universidad de La Costa. Barranquilla, Colombia. Disponible: <https://hdl.handle.net/11323/8268>
- [7] Breda, A.; Font, V.; Pino-Fan, L. R. (2018). *Criterios valorativos y normativos en la Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo idoneidad*

- didáctica*. Bolema, Rio Claro, vol. 32, núm. 60, pp. 255–278.
- [8] Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Perú: Universidad Ricardo Palma.
- [9] Sierra, R. (1986). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. 5^{ta} Ed. España: Thomson.
- [10] Sánchez, C. (2020). *Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas durante la pandemia COVID-19*. Hamut'ay, Perú, vol. 7, núm. 2, pp. 46-57. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v7i2.2132>
- [11] Blanco, M. y Blanco, M. (2021). *Bienestar emocional y aprendizaje significativo a través de las TIC en tiempos de pandemia*. Revista Ciencia UNEMI, vol. 14, núm. 36, pp. 21-33. Disponible en: <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1243>
- [12] Ortiz, J. y Sánchez, L. (2020). *Educación en tiempos de incertidumbre. Una mirada a la actuación del docente de matemáticas*. Matemáticas, Educación y Sociedad, Venezuela, vol. 3, núm. 3, pp. 29-43. Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/20930>