



ARTIGO ORIGINAL

LA IMPLEMENTACIÓN DEL GEOGEBRA POR EL PROFESORADO ECUATORIANO EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

ABDÓN PARI CONDORI

Universidad Adventista de Bolivia. apariducho@gmail.com

ROXANA AUCCAHUALLPA FERNANDEZ

Universidad Nacional de Educación. roxana.auccahuallpa@unae.edu.ec

Resumen: El objetivo del estudio es caracterizar las barreras y oportunidades que perciben los docentes ecuatorianos en la implementación de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. La investigación se enmarca en un enfoque mixto de secuencia exploratoria con una población de 832 profesores que fueron capacitados por el Instituto Ecuatoriano de GeoGebra con sede en la Universidad Nacional de Educación en el periodo 2017-2020. El muestreo fue no aleatorio conformado por N=144 docentes, quienes respondieron el cuestionario en línea. Los instrumentos fueron el cuestionario de 32 ítems agrupados en tres partes: (1) aspecto sociodemográfico, (2) dificultades en la implementación de GeoGebra en el aula, (3) retos de implementar GeoGebra valorados en una escala de Likert y (4) preguntas abiertas sobre las ventajas y desventajas del uso de GeoGebra en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Los datos cuantitativos y cualitativos fueron analizados con los softwares SPSS y Atlas.ti. Los resultados muestran que las dificultades que han enfrentado los docentes en la implementación de GeoGebra en el aula es la brecha digital existente en el siglo XXI a través de falta de acceso a equipos tecnológicos (87.5%), seguido de la falta de capacitación del uso de GeoGebra (79.1%). Las ventajas que tiene el uso de GeoGebra responden a las potencialidades que permite el uso de GeoGebra en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas que están vinculadas a herramienta dinámica, innovadora, interactiva y de fácil uso por parte de los usuarios.

Palabras clave: GeoGebra, Profesorado, Enseñanza de las matemáticas.

THE IMPLEMENTATION OF GEOGEBRA BY ECUADORIAN TEACHERS IN MATHEMATICS TEACHING

Abstract: The objective of the study is to characterize the barriers and opportunities perceived by Ecuadorian teachers in the implementation of GeoGebra as a didactic resource for teaching and learning mathematics. The research is framed in a mixed exploratory sequence approach with a population of 832 teachers who were trained by the Ecuadorian Institute of GeoGebra based at the National University of Education in the period 2017-2020. The sampling was non-random conformed by N=144 teachers, who answered the online questionnaire. The instruments were the 32-item questionnaire grouped into three parts: (1) sociodemographic aspect, (2) difficulties in implementing GeoGebra in the classroom, (3) challenges of implementing GeoGebra rated on a Likert scale, and (4) open-ended questions about the



ARTIGO ORIGINAL

advantages and disadvantages of using GeoGebra in the teaching-learning of mathematics. Quantitative and qualitative data were analyzed with SPSS and Atlas.ti. software's. The results show that the difficulties faced by teachers in the implementation of GeoGebra in the classroom is the digital divide existing in the 21st century through lack of access to technological equipment (87.5%), followed by the lack of training in the use of GeoGebra (79.1%). The advantages of using GeoGebra respond to the potential of using GeoGebra in the teaching-learning of mathematics, which are linked to the dynamic, innovative, interactive and user-friendly tool.

Keywords: GeoGebra, Teacher Training, Mathematics Teaching.

INTRODUCCIÓN

La situación actual ha traído muchos contratiempos en todos los aspectos de la vida, incluida la educación (AGABO, 2015). La educación mundial, se ha visto afectada por enormes cambios como consecuencia del nuevo coronavirus denominado SARS-Cov2, la enfermedad llamada COVID-19. De acuerdo a la UNESCO, en el 2020 la educación ha pasado de ser presencial a ser un escenario de enseñanza y aprendizaje virtual, así más de 1700 millones de estudiantes del mundo que representan el 89,4% se han visto en la necesidad de interrumpir su educación presencial (HURTADO, 2020). En esta perspectiva, todos los sistemas educativos, se han visto literalmente sacudidos y el profesorado expuesto frente a nuevos escenarios educativos con nuevos retos y nuevas dificultades sin precedentes. Esta es la nueva realidad de aprendizaje, en la que el docente debe tener en cuenta que es imposible trasladar la estructura presencial de su forma de enseñanza a un sistema en línea o virtual. En este contexto, los profesores tienen que asumir roles modificados y especiales (WEINHANDL; LAVICZA; HOUGHTON; HOHENWATER, 2021). El docente en esta nueva realidad educativa considera que los recursos tecnológicos son una herramienta fundamental para generar un proceso de enseñanza y aprendizaje que sea significativo.

No obstante, desde 2017, el Instituto Ecuatoriano de GeoGebra (IEG), con sede en la Universidad Nacional de Educación (UNAE) ha empezado a capacitar a los docentes en el uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de la matemática como parte de cursos de formación continua en forma bimodal: presencial (16 horas) y virtual (134 horas) (PARI; AUCCAHUALLPA; MENDOZA,

2020). No necesariamente para hacer frente a esta crisis, sino como parte de una innovación educativa. La innovación está relacionada con la invención, pero no es lo mismo, ya que la innovación suele implicar la aplicación práctica de una invención para lograr un impacto significativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Además, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han asumido un rol protagónico en la Era de la revolución tecnológica, con enormes avances tecnológicos donde la gente ya no necesita salir de casa para encontrar comida o comprar algo porque puede utilizar una aplicación *Gofood*, *PedidosYa* y otras, y la comida pedida llegará a la puerta de la casa (ZETRIUSLITA; NOFRIYANDI; ISTIKPMAH, 2021). En esa línea encontramos las tiendas como *Tokopedia*, *Shopee*, *Amazon* y otras, que resolverán las necesidades de todas las familias y los artículos llegarán a casa solo usando un Smartphone. Sin embargo, no todos los sectores de la sociedad ecuatoriana pueden acceder a estos recursos digitales y beneficiarse de las oportunidades y facilidades que conlleva su incorporación en la vida cotidiana (ASTUDILLO; CHEVEZ; FIGUEROA, 2021).

Las TIC (GeoGebra en la enseñanza de las matemáticas) han propiciado un cambio pedagógico que favorece y fomenta verdaderas experiencias y actividades centradas en un aprendizaje más profundo (CABERO; BARROSO, 2018), interactivo, dinámico, creativo y crítico presente en la educación matemática y necesaria para la educación del siglo XXI. La integración de las TIC (GeoGebra) a la educación media y su investigación, antes tenía que ser justificada, pero ahora se ha convertido en una herramienta indispensable para el profesorado ecuatoriano. A pesar, de que la integración en el aula es un proceso complejo y multifactorial que puede encontrar un gran

número de dificultades (BARRANTES; CASAS; LUENGO, 2011). En esa perspectiva, GeoGebra es un programa de matemática dinámica, libre y gratuita para la enseñanza de las matemáticas en los diferentes niveles que se ha expandido por casi todo el mundo. GeoGebra integra de forma dinámica, interactiva, constructiva y creativa tópicos como geometría, álgebra, cálculo, estadística y probabilidades a través de sus diferentes vistas y se presta para todos los niveles del sistema educativo.

Según Agabo (2015), se puede considerar que las TIC no son sólo artefactos que sustituyen a las estrategias didácticas en el proceso educativo, sino que pueden considerarse como instrumentos que permiten apoyar nuevas formas de enseñanza y aprendizaje. Para Álvaro Marchesi Secretario General de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) “la sociedad y la educación iberoamericana se enfrenta a un desafío enorme: asegurar el bienestar de sus ciudadanos, el desarrollo económico y la cohesión social en un mundo que vive profundas y aceleradas transformaciones” (MARCHESI; TEDESCO; COLL, 2021). Sin embargo, el acceso al mundo digital que han posibilitado las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), hoy en día, se considera fundamental para el funcionamiento de los diversos ámbitos de la sociedad.

En esa perspectiva nos planteamos la siguiente pregunta de investigación ¿Qué dificultades y retos enfrentan los profesores ecuatorianos en la implementación del software GeoGebra como recurso didáctico en el aula para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la educación virtual?

En particular, en este nuevo desafío del siglo XXI y una pandemia que aún sigue en muestra sociedad ecuatoriana, los retos y desafíos que afronta la comunidad de

aprendizaje (docente, estudiantes, familia y comunidad) van relacionados a la equidad educativa, la formación profesional del docente, la capacidad de integración de nuevas metodologías en el proceso de enseñanza – aprendizaje, la brecha digital en las zonas rurales versus urbanas, el tiempo de horas clases virtuales, la deserción escolar, entre otros. En específico, la capacitación profesional o la formación continua del profesorado ecuatoriano es competencia de la Ley de Educación y el Régimen académico, más aún en esta nueva realidad se exige que el docente integre nuevas metodologías y estrategias para el proceso de enseñanza – aprendizaje en su modalidad virtual, que fomente el aprendizaje de los estudiantes de forma realista, innovadora, creativa y dinámica; esto es el caso de GeoGebra. Por su parte, la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) en el capítulo cuarto art.10 menciona que los docentes ecuatorianos del sector público tienen derecho a:

Acceder gratuitamente a procesos de desarrollo profesional, capacitación, actualización, formación continua, mejoramiento pedagógico y académico en todos los niveles y modalidades, según sus necesidades y las del Sistema Nacional de Educación. (2017, p.13)

Por ello, las instituciones superiores, así como las universidades deben garantizar un proceso de formación y capacitación docente para el desarrollo profesional continuo del docente ecuatoriano. En este sentido, la UNAE desde el 2017 al presente a través del IEG viene realizando cursos de capacitación en el uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la Educación Básica (Elemental (7-10 años), media (10-12 años) y Superior (13-15 años)). Por tanto, nos preguntamos ¿El docente ecuatoriano está preparado para generar un proceso de enseñanza-

aprendizaje de manera virtual con las exigencias del siglo XXI y la nueva realidad? (HURTADO, 2020)

Para Hurtado (2020), la nueva realidad demanda cambiar la percepción de la educación tradicional en la que el docente tenía la verdad absoluta y los estudiantes se concebían en recipientes de información. Por ello, se hace necesario cambiar de paradigma educativo y lograr una formación integral del estudiante en la modalidad virtual integrando software educativo gratuito y práctico de fácil acceso como GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. La educación ecuatoriana no es ajena a este fenómeno internacional o mundial.

El objetivo de la investigación fue identificar las percepciones que tiene el profesorado ecuatoriano en la implementación de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza- aprendizaje de la matemática en el periodo del cierre de las escuelas o escuela en casa, con la finalidad de dar algunas sugerencias que puedan contribuir a mejorar el aprendizaje de las matemáticas.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Cambios en la educación del siglo XXI

La educación del siglo XXI, en particular el entorno de enseñanza y aprendizaje en este siglo no pueden separarse de la integración de las tecnologías de información y comunicación. Este fenómeno de alguna manera desafía a los docentes contemporáneos, incluso obliga a docentes a crear sus propias estrategias y técnicas de enseñanzas combinadas con el uso de la

tecnología.

En este sentido, para Bialik y Charles (2015) y Pamungkas, et al. (2020) el aprendizaje del siglo XXI se define como el aprendizaje que proporciona habilidades y destrezas para los estudiantes a saber las 4C que incluye: (1) habilidades de comunicación; (2) habilidades de colaboración; (3) habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas; y (4) habilidades creativas e innovadoras. Además, este aprendizaje del siglo XXI incluye formas de pensar, formas de trabajar, herramientas para trabajar y vivir en una sociedad cambiante y globalizada (GRIFFIN; CARE; MCGAW, 2012).

Berry (2010) señala que este siglo se caracteriza por el crecimiento de forma exponencial de la ciencia y tecnología, por ello se requiere que los seres humanos trabajen con habilidades complejas de pensamiento y comunicación. Así como, se requiere que los docentes contemporáneos estén preparados para desarrollar las 4C del siglo XXI. Dado que, el siglo XXI presenta demandas y desafíos políticos, sociales, éticos, educativos y culturales (WIDYA; RIFANDI; RAHMI, 2019).

En este desafío, la educación del siglo XXI, exige nuevas metodologías y estrategias de enseñanza, por ello, una de las metodologías de este siglo es STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), esto se desarrolló para responder a los desafíos del siglo, donde los estudiantes no solo son inteligentes en términos cognitivos sino hábiles. Los beneficios de aplicar la educación STEM son mejorar las habilidades de pensamiento creativo, lógico, innovador, productivo y directamente relacionado con la realidad de la sociedad (CHUSNI; SAPUTRO; SURANTO; RAHARDJO, 2020). En este aspecto, la tabla 1 muestra aspectos sobre las habilidades del siglo XXI.

Tabla 1 – Marco de referencia para las habilidades del siglo XXI en Indonesia.

Habilidades del siglo XXI	Habilidades estándares del Siglo XXI	Aspecto
Pensamiento creativo e innovación Pensamiento crítico y Resolución de problemas Comunicación y colaboración	4Cs	<ul style="list-style-type: none"> • Piensa creativamente • Trabajo creativamente con otros • Implementa la innovación • Razona efectivamente • Usa el estilo de pensamiento • Realiza juicios y toma de decisiones • Resuelve el problema • Comunica claramente • Colabora con otros
Información, media y habilidades tecnológicas	TICs	<ul style="list-style-type: none"> • Accede y evalúa la información • Usa y organiza la información • Analiza y produce recursos media. • Aplica efectivamente la tecnología
Habilidades para la vida y la carrera	La formación del carácter Vida espiritual	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar el comportamiento científico de la actitud (deseo de ser curioso, honesto, minucioso, abierto y prudente) • Demostrar aceptación de los valores morales imperantes en la sociedad. • Vivir el concepto de Dios a través de la ciencia • Internalizar valores espirituales cada día

Fuente: PAMUNGKAS; WIDIASTUTIY; SUHARNO (2020)

En este desafío del siglo, también el estudiante tiene diferentes estilos de aprendizaje que utiliza en el momento de aprender. Según Pamungkas, et al. (2020), los estudiantes son activos, sensitivos, visuales y globales. Es decir, prefieren aprender manipulando, realizando actividades prácticas, trabajos en grupo y de forma colaborativa. Incluso prefieren utilizar materiales concretos y se divierten explicando con detalles cuando resuelven problemas usando métodos predeterminados, así como utilizan la visualización como forma de aprender a través de imágenes, diagramas, videos y otros.

Además, otra metodología muy utilizada del siglo XXI es el aula invertida, ya que es uno de los enfoques más utilizados en las

prácticas docente del siglo XXI por el desarrollo de la tecnología y tener la información inmediata en la web (WASRIEP; LAJIUM, 2019). La era digital y sus tecnologías están teniendo un impacto profundo, en especial en la generación mejorada digitalmente que está creciendo con hábitos digitales (TV, teléfonos celulares. Videos juegos, etc.). Estos son necesarios para desarrollar nuevas competencias y habilidades entre las que se encuentra la creatividad humana, la innovación. Por ello, el sistema educativo está luchando por mantenerse con la demanda de estos nuevos desafíos digitales (BRUNO; CANINA, 2019).

Desarrollo profesional docente

Actualmente la inmersión de las

tecnologías de la información y comunicación son herramientas de la sociedad del conocimiento, la falta de capacitación y actualización en el uso de las TIC como material didáctico, es un reto a nivel mundial que cada docente enfrenta ante esta sociedad cambiante. Según Weinhandl, et al. (2021) y Bruno y Canina (2019) las TIC facilita herramientas que permiten resolver problemas de la vida cotidiana en el entorno que el ciudadano se envuelve, adaptándose de una manera práctica, rápida y sobre todo innovadora. Siendo el docente la única persona idónea para ayudar a descubrir estrategias que contribuyan al desarrollo de las competencias del aprendizaje del siglo XXI. La UNESCO ha declarado en 2017, que la implementación de las TIC como herramientas de aprendizaje en estudiantes y docentes resulta muy eficaz porque permite acceder a la información y seleccionar datos que faciliten el aprendizaje de una forma innovadora. (UNESCO, 2019). Así, se optó la formación y capacitación del docente ecuatoriano en el uso de GeoGebra desde el Instituto Ecuatoriano de GeoGebra con sede UNAE.

En este sentido, la Universidad Nacional de Educación es la encargada de facilitar y garantizar una capacitación o formación continua para el profesorado ecuatoriano. Esta busca que se desarrollen cursos de formación continua que permitan actualizar, capacitar y desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje a los docentes en su carrera magisterial. A través del Instituto Ecuatoriano de GeoGebra (IEG) con sede UNAE ha desarrollado múltiples cursos de GeoGebra de manera semipresencial y virtual de forma gratuita para el fortalecimiento y enriquecimiento de los docentes de matemáticas a nivel de la zonal 6 (Azuay, Cañar y Morona Santiago) y otras de Ecuador que se han integrado a partir del 2017 hasta la actualidad.

GeoGebra

Según Arteaga, et al. (2019), el programa GeoGebra fue ideado por Markus Hohenwarter en el marco de su trabajo de tesis de Maestría, presentada en el año 2002 en la Universidad de Salzburgo, Austria. Se esperaba lograr un programa de geometría dinámica, con las de los sistemas del cálculo simbólico. Es una aplicación dinámica e interactiva que combina varias ramas de la matemática como de geometría, álgebra, análisis, estadística y probabilidades destinado a profesores y estudiantes que se puede descargar de www.geogebra.org de forma gratuita (AGABO, 2015; HOHENWARTER Y FUCHS, 2004). GeoGebra funciona como una herramienta para visualizar conceptos matemáticos que son útiles como medios de aprendizaje. Incluso, GeoGebra es una herramienta muy versátil para la enseñanza de las matemáticas y se puede utilizar de muchas maneras diferentes tales como: (1) medio de demostración y visualización de ciertos conceptos matemáticos, (2) medio de construcción como medio de mostración, (3) herramienta de descubrimiento, y (4) GeoGebra para la preparación de materiales didácticos. (ARTEAGA; MEDINA; DEL SOL, 2019).

La comprensión matemática de los estudiantes puede mejorar haciendo el uso de GeoGebra. En la actualidad, el aprendizaje de las matemáticas mediante el uso de la tecnología informática has sido ampliamente practicado. GeoGebra, desempeña un papel en la consecución de diversas competencias de los estudiantes (AZIZAH; KUSMAYADI; FITRIANA, 2021). Según diferentes estudios realizados, los resultados revelan que el software es un medio de aprendizaje eficaz (WEINHANDL; LAVICZA; HOUGHTON; HOHENWATER, 2021, PARI; AUCCAHUALLPA; MENDOZA, 2020, AZIZAH; KUSMAYADI; FITRIANA, 2021).

GeoGebra no es solo una herramienta para apoyar las metodologías existentes, sino un recurso didáctico para apoyar propuestas de nuevas metodologías de aprendizaje activo, dinámico y creativo. Además, alrededor del software hay una comunidad internacional organizada en Institutos de GeoGebra Internacional (IGI) e institutos locales. Hasta el 2013 había más de 120 institutos de GeoGebra. En esa perspectiva se ha creado en el Ecuador, el Instituto Ecuatoriano de GeoGebra con sede en la Universidad Nacional de Educación-UNAE, que fue constituida el año 2018 en la ocasión de la celebración del VI Día Iberoamericano de GeoGebra. Institución sin fines de lucro que apoya a profesores y estudiantes. Entre sus actividades se destacan la oferta de cursos de formación continua en uso de GeoGebra, organización de Jornadas Ecuatorianas de GeoGebra, publicación de memorias de las de Jornadas, entre otros.

METODOLOGÍA

Método

Para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación, el estudio se abordó a través de un diseño de investigación de método mixto (HERNÁNDEZ; FERNANDEZ; BAPTISTA, 2010). Pero no solo como una suma de lo cuantitativo con lo cualitativo, sino como una combinación interactiva, complementaria y sistemática que nos permite acercarnos a la realidad educativa que el profesorado ecuatoriano experimenta en aula. Se enmarca en la línea de innovación educativa en base a las tecnologías de la información y de comunicación (TIC). Es de tipo longitudinal, de alcance exploratorio secuencial (RAMIREZ; LUGO, 2020).

Población y Muestra

La población de estudio corresponde a 832 profesores ecuatorianos que fueron capacitados en el uso de GeoGebra (2017-2020) a través del curso de formación continua “GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la matemática” (GRDEAM) e “Innovar y Transformar la Enseñanza de la Matemática con GeoGebra” (ITEMG) (PARI; AUCCAHUALLPA; MENDOZA, 2020), ofertado desde el IEG con sede en la UNAE. Los docentes fueron seleccionados por el Ministerio de Educación.

El curso semipresencial y virtual tuvo una duración de seis meses con una carga de 150 horas y los facilitadores fueron los autores. La muestra fue no probabilística, constituida por 144 (90 hombres y 54 mujeres) profesores que respondieron el cuestionario en línea de forma voluntaria y representan a 20 provincias de las 24 del país.

Instrumentos de investigación

Para dar respuesta a los objetivos, se diseñó un cuestionario 32 reactivos. La primera parte corresponde al aspecto sociodemográfico (12 ítems), la segunda sobre las dificultades (8 ítems), la tercera parte sobre los retos de implementar GeoGebra en el aula (10 ítems) y la última se trata de preguntas abiertas sobre las ventajas y desventajas del uso de GeoGebra en el aula. El cuestionario fue enviado por correo electrónico.

Las respuestas se recogen mediante una escala de Likert de 5 puntos. La opción muy baja totalmente en desacuerdo (1) “TD”, en desacuerdo (2) “D”, ni en desacuerdo ni de acuerdo (3) “N”, de acuerdo (4) “A” y totalmente de acuerdo (5) “TA” (Ver la Tabla 2). También se aplicó una prueba piloto a 20 participantes para determinar el nivel de confiabilidad del instrumento. Para la

confiabilidad al instrumento se aplicó el alfa de Cronbach (CRONBACH, 1951). El valor estadístico fue de 0.881 según Pari, et al.

(2020) se demuestra que es un instrumento confiable.

Tabla 2 Aplicación del Cuestionario a participantes del curso de GeoGebra

Universidad Nacional de Educación



El cuestionario permite identificar las percepciones sobre las ventajas y desventajas que enfrenta el profesorado ecuatoriano en la implementación del software de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el periodo de cierre de clases presenciales en tiempos de Covid-19.

Ítem	En una escala del 1 a 5, ¿cómo calificaría la premisa "Dificultades en la implementación de GeoGebra en el salón de clases?"	Opciones				
		1 TD	2 D	3 N	4 A	5 TA
1	Creación de problemas desde el contexto educativo					
2	Falta de equipos tecnológicos.					
3	Los estudiantes carecen de equipos tecnológicos.					
4	Los docentes carecen de equipos tecnológicos.					
5	Falta de Desarrollo profesional en Uso de GeoGebra.					
6	Falta de competencias digitales en los docentes.					
7	Falta de conocimiento de integrar GeoGebra en el salón de clases.					
8	El currículo de matemáticas no permite desarrollar GeoGebra en el aula.					
Ítem	En una escala del 1 a 5, ¿cómo calificaría la premisa 'Ventajas en la implementación de GeoGebra en el salón de clase?'	1 TD	2 D	3 N	4 A	5 TA
9	Desarrollo del pensamiento crítico.					
10	Demostración de conceptos matemáticos de forma creativa.					
11	Creación de actividades innovadoras en GeoGebra.					
12	Desarrollo del razonamiento matemático.					
13	Adaptación a diferentes estilos de aprendizajes.					
14	Resolver problemas y tomar decisiones.					
15	Correcto uso del lenguaje matemático.					
16	Interacción entre docente y estudiantes y entre estudiantes.					
17	Facilita el aprendizaje colaborativo.					
18	Desarrolla en los estudiantes el auto-aprendizaje.					

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos a través del cuestionario en línea fueron analizados de manera descriptiva. En base a los resultados se complementó con un segundo instrumento de corte cualitativo. Se solicitó a los

participantes que exprese de manera libre su percepción de dificultades y desafíos que enfrentó en la implementación de GeoGebra en el aula después de su formación en el uso de GeoGebra. Los instrumentos que se

desarrollaron para el estudio fue el cuestionario en línea, el cual fue administrado a todos los profesores del Sistema Educativo ecuatoriano que participaron de los cursos de GeoGebra (2017-2020) como recurso didáctico y formación de formadores. El instrumento fue enviado por correo electrónico a todos los participantes para que respondan de forma voluntaria.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Fase cuantitativa

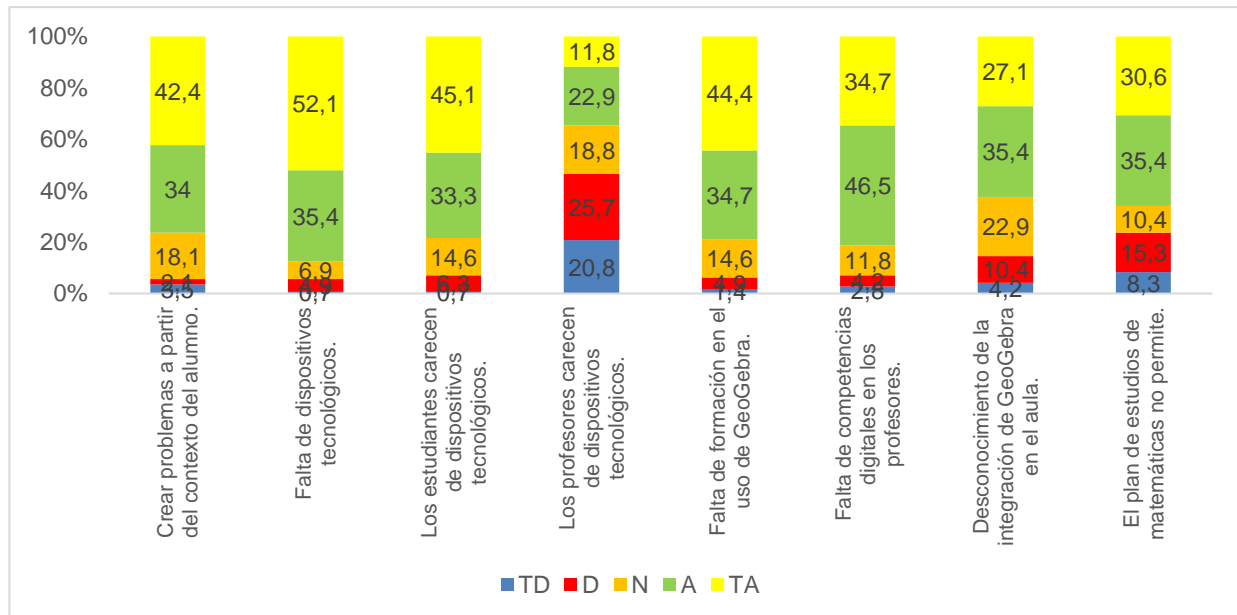
La implementación de las tecnologías en cualquier organización es un proceso complejo y multifactorial de distintas naturalezas (tecnológicas, organizativas y culturales) (AREA; BETHENCOURT; MARTIN, 2020). Sin embargo, los estudios han identificado y examinados entre los principales obstáculos y agrupados en dos tipos de factores: (1) factores externos y fuera del control docente como son el acceso a la tecnología, la disponibilidad de tiempo y soporte técnico, recursos, contenido y capacitación; y (2) barreras y factores internos más bien a nivel escolar, como cultura organizacional, bien a nivel de docente, como son sus creencias sobre la enseñanza con la tecnología así como su

grado o capacidad de apertura al cambio e innovación (AREA; BETHENCOURT; MARTIN, 2020). En esa perspectiva el análisis cuantitativo de los datos recopilados a través de los instrumentos se ha dividido en tres partes.

La primera parte relacionada con la información demográfica de 144 participantes de este estudio (90 hombres y 54 mujeres, 62.5% y 37.5% respectivamente). Representan a 20 provincias de las 24 de Ecuador. Con una edad promedio de 41 años y desviación típica de 11.44 años. El 85% son profesores titulares y el 15% de contrato ocasional. El 89% laboran en unidades educativas públicas (dirigida por el Ministerio de Educación), el 9% en Fiscomisional (dirigida por una persona y tiene el apoyo del gobierno) el 2% en privada (no depende del gobierno). El 75% labora en zona urbana y el 25% en zona rural. El 60% son profesores de Bachillerato (Estudiantes de 15 a 17 años) y el 30% de Básica Superior (Estudiantes de 13 a 15 años). El 90% imparten matemática y 10% otras asignaturas como Física o Química.

En segundo lugar, la Figura 1 muestra los resultados obtenidos en cuanto a las dificultades o barreras que enfrentan los profesores en la implementación de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de la matemática.

Figura 1: Resultados de la premisa “Desafíos de la implementación de GeoGebra en el salón de clases”



Fuente: Elaboración propia

El 87.5% identifica como una de las dificultades la “falta de dispositivos tecnológicos” de manera general (52.1% están Totalmente de acuerdo ‘TA’ y 35.4% de acuerdo ‘A’). Incluso, esta falta de dispositivos tecnológicos en los estudiantes corresponde a 78.4% (45.1% y 33.3%), en contraste con la falta de dispositivos en los docentes 34.7% (11.8% y 22.9%). También, la opción “falta o escasa capacitación de los docentes en el uso de GeoGebra” corresponde al 79.1% (44.4%+34.7%). Esto muestra que los docentes formados en GeoGebra reconocen que el software no es solo para apoyar las metodologías tradicionales, sino que, es una ayuda para generar nuevas estrategias e implementar en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas que permita problemas desde el contexto del estudiante y pueda responder a las necesidades del aprendizaje del siglo XXI. (Ver Figura 1).

Los resultados obtenidos sobre las oportunidades o ventajas en la

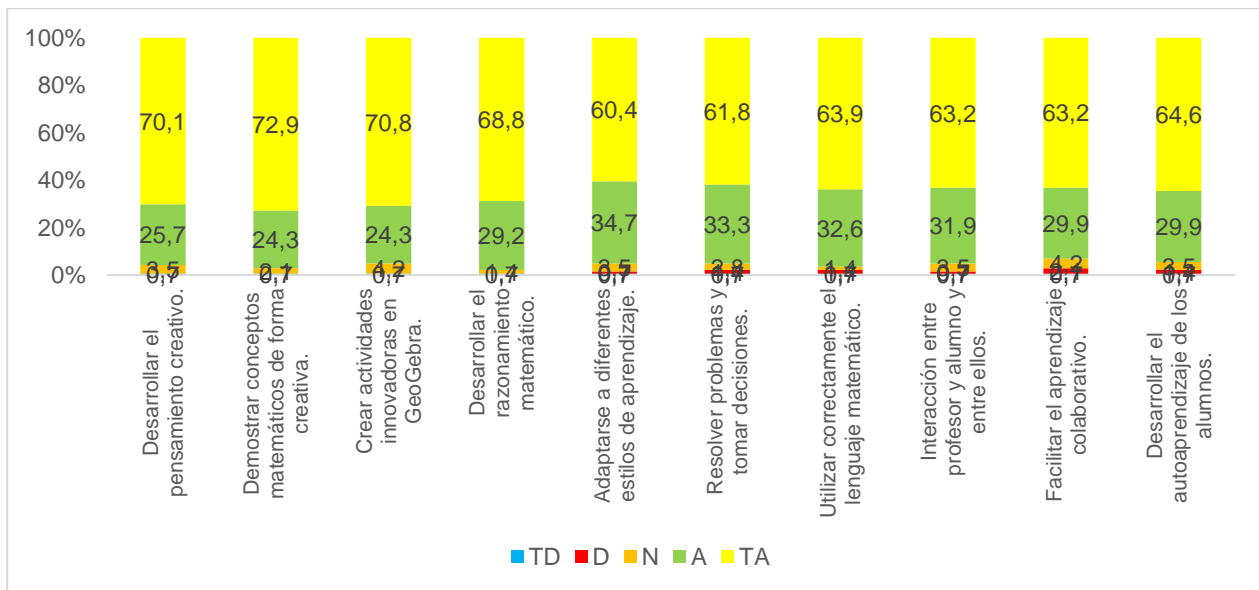
implementación de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de la matemática en tiempos de Covid-19 se muestra en la Figura 2. Este incluye reconocer el lugar que ocupa las matemáticas entre las ciencias y garantizar el hacer accesible la materia no como una memorización de fórmulas y cuentas para luego repetir ejercicios descontextualizados para los estudiantes, sino como un recurso para facilitar un aprendizaje interactivo, dinámico, creativo que permita desarrollar las competencias necesarias para el aprendizaje del siglo XXI.

Los resultados de cada ítem fueron promediados a través de la media aritmética, el promedio más alto fue la opción “totalmente de acuerdo” con un 65.97%. En segundo lugar, la opción “de acuerdo” con el 29.58%, seguido de la opción “neutro” con 3.01%, la opción “en desacuerdo” con 1.28% y la opción “totalmente en desacuerdo” con 0.7%. Todos los ítems superan con más del 60% de “totalmente de acuerdo”. Además,

estos resultados son complementados de forma interactiva y sistemática con el análisis cualitativo. Muchos de los profesores reflexionaron en base a su experiencia de aprendizaje del curso de GeoGebra, que al inicio le costaba diferenciar los objetos dibujados y construidos en GeoGebra. Los primeros no

conservan las propiedades mientras que los segundos mantienen invariantes ante las transformaciones movimiento dinámico de algunos elementos. Además, los docentes perciben que GeoGebra facilita abordar retos de distanciamiento social que presenta la pandemia del COVID-19. (Ver Figura 2).

Figura 2: Resultados de la premisa “ventajas de la implementación de GeoGebra en el salón de clases



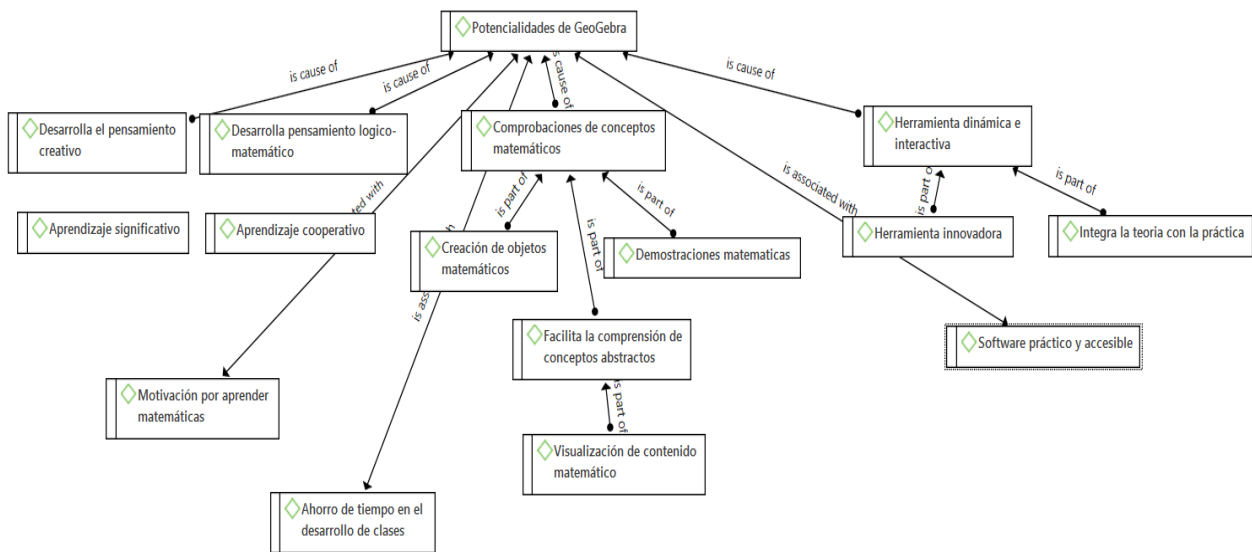
Fuente: Elaboración propia

Fase cualitativa

La Figura 3 muestra el análisis de la información cualitativa con respecto a las preguntas abiertas sobre las ventajas y desventajas del uso de GeoGebra en tiempos de Covid-19 y la nueva realidad educativa. Esto se ha realizado con el software de análisis cualitativo Atlas.Ti versión 9. En el caso de las ventajas del uso de GeoGebra, las categorías que se han desarrollado fueron:

Desarrollo del pensamiento creativo; desarrollo del pensamiento lógico-matemático; creación de objetos matemáticos y comprobaciones de conceptos matemáticos; herramienta dinámica, innovadora e interactiva; motivación por aprender matemáticas; ahorro del tiempo en el desarrollo de las clases virtuales, entre otras que vinculan las potencialidades de GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas. (Ver Figura 3).

Figura 3: Mapa de análisis de las potencialidades de GeoGebra en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las matemáticas



Fuente: Elaboración propia

Con respecto al desarrollo del pensamiento creativo y lógico-matemático los participantes del estudio señalaron “El uso en las clases ha sido muy útil sobre todo en la creatividad” (Q1), “desarrollo del pensamiento creativo, facilidad para la asimilación de contenidos” (Q2), “Me permite sobre todo despertar la curiosidad en los estudiantes, lo que permite tener una actitud voluntaria hacia el aprendizaje” (Q3), “le pone mayor interés en el aprendizaje porque se siente creativo, y con ganas de explorar cada día, por lo tanto el estudiante está en constante incógnitas de hacer”. (Q4), “Ha permitido que mis estudiantes aprendan matemáticas de forma más creativa, me ha servido mucho para demostrar teoremas. Los estudiantes no se aburren y quieren saber más.” (Q5).

Por otra parte, con respecto a las comprobaciones matemáticas, creación de objetos matemáticos, visualización y motivación por aprender, los participantes señalaron: “Muy interesante el estudiante tiene más atención en las comprobaciones de los ejercicios y comprobaciones” (Q6), “mejora las calificaciones ya que al poder comprender las diferentes formas de

representación de los conceptos matemáticos” (Q7), “Aumenta la atención, mejora la participación, facilita el entendimiento. Mejor análisis, se visualizan mejor los procesos” (Q8), “la respuesta grafica es inmediata, se genera expectativa en los estudiantes como un medio diferente y atractivo” (Q9), “los estudiantes se interesen por las clases de matemática; Ser capaces de hablar correctamente términos matemáticos; Comprender conceptos básicos en las diferentes áreas” (Q10), “demostrar conceptos matemáticos a través de su entorno gráfico y ha permitido implementar nuevas estrategias con su uso. En las clases virtuales ha sido una fortaleza ya que los estudiantes están conectados a una pantalla sea mediante Smartphone, Laptop” (Q11), “los estudiantes han visualizado de manera gráfica lo que no se puede hacer en clase presencial por falta de una pantalla y proyector” (Q12)

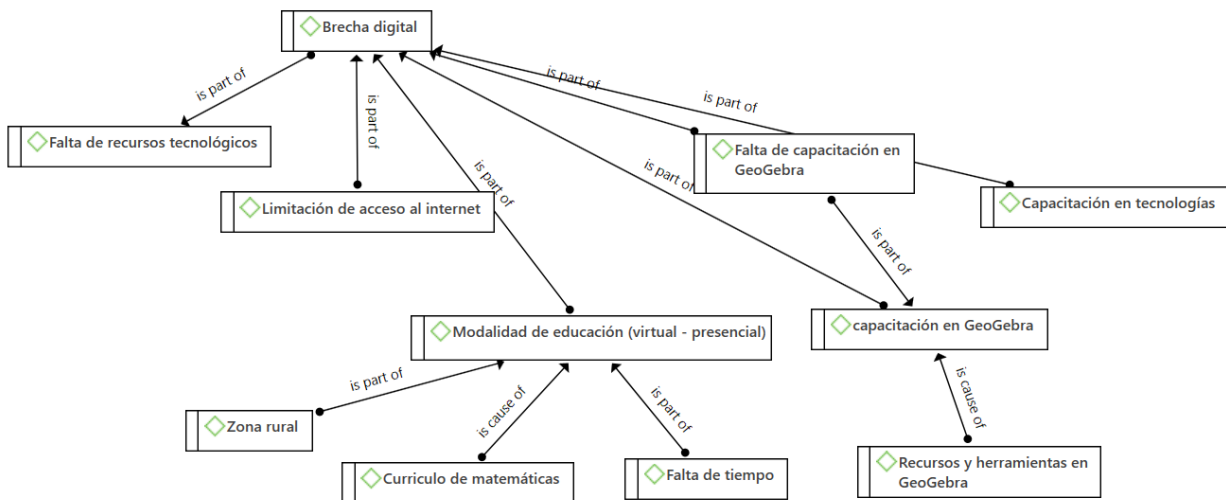
En términos generales, las potencialidades que permite el uso de GeoGebra en la enseñanza- aprendizaje de las matemáticas están vinculadas como herramienta dinámica, innovadora, interactiva y de fácil uso por parte de los

usuarios.

La figura 4 muestra las desventajas del uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en tiempos de Covid-19. Las categorías que se han desarrollado fueron: Falta de recursos

tecnológicos, la brecha digital, limitación de acceso al internet, falta de capacitación en GeoGebra, modalidad de educación (virtual-presencial), zona urbana versus zona rural, falta de tiempo, currículo de matemáticas ecuatoriano y la falta de recursos y herramientas en GeoGebra. (Ver figura 4)

Figura 4: Mapa de análisis de las potencialidades de GeoGebra en el proceso de enseñanza- aprendizaje de las matemáticas



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la falta de recursos tecnológicos, acceso al internet y la brecha digital, los participantes señalaron “La desventaja es que la mayoría de los estudiantes no cuenta con Internet fijo” (P1), “los equipos tecnológicos de los estudiantes deficientes y el no poder resolver las dudas en la utilización de GeoGebra por al estar en este modo virtual se dificulta ayudarles con las dudas que a cada individuo se le presenta” (P2), “En un sector rural y no cuentan con Internet fijo ni dispositivos inteligentes” (P3), “La conectividad en el aula virtual a veces no siempre es buena y no se abre el programa para algunos estudiantes” (P4), “los estudiantes no constan con las debidas herramientas para poder desarrollar las actividades planteadas, por lo tanto una cantidad de niños se quedan sin aprender el

uso de GeoGebra” (P5).

Por otra parte, referente a la falta de tiempo, la capacitación en GeoGebra y el currículo, los participantes manifestaron: “Falta de tiempo y espacios en el currículo para capacitar a estudiantes” (P6), “Algunas clases se han hecho complejas” (P7), “Escaso conocimiento de los estudiantes” (P8), “Que los estudiantes les falta capacitación en su uso.” (P9), “falta de tiempo que da la malla curricular a las asignaturas de matemática y física” (P10).

Finalmente, algunos señalaron que no hay desventajas sobre el uso de GeoGebra, tal como menciona “las desventajas no son producto del programa GeoGebra, son producto de la mala conectividad que existe” (P11).

CONCLUSIONES

Este artículo contribuye con una nueva perspectiva de la educación del siglo XXI sobre los retos y desafíos que presenta el docente contemporáneo en la implementación de GeoGebra para la enseñanza – aprendizaje de las matemáticas. Si bien existe en la literatura trabajo previo donde se ha desarrollado las competencias del siglo XXI que debe poseer el docente (PAMUNGKAS; WIDIASTUTI; SUHARNO, 2020), aún este requiere de herramientas y estrategias metodológicas que logren las 4C expuestas en el marco teórico.

De los resultados de tipo cualitativo y cuantitativo podemos señalar que el docente contemporáneo de matemáticas a partir de la pandemia del Covid-19 y la nueva realidad educativa presenta retos y desafíos tales como: (1) la brecha digital, esta imposibilita el proceso de enseñanza – aprendizaje integrando las TIC en la modalidad virtual (HURTADO, 2020). (2) la falta de acceso a recursos tecnológicos en pleno siglo XXI se hace emergente para la sociedad del conocimiento, dado que hasta el 2019, tan solo el 45.5% de la población contaba con acceso a internet inalámbrico, sin embargo, para el 2020 el 89% de la población ecuatoriana se encuentra conectado a un móvil. (3) la falta de capacitación en GeoGebra. A pesar de los esfuerzos del Instituto Ecuatoriano de GeoGebra con sede UNAE, la capacitación en el uso del software para la enseñanza de las matemáticas es urgente y fundamental para los docentes ecuatorianos, ya que logran desarrollar contenidos matemáticos de manera dinámica, interactiva, creativa e innovadora (PARI; AUCCAHUALLPA; MENDOZA, 2020; VERA; YÁNEZ, 2021).

Además, el reto que ya presentaba el docente en la modalidad presencial era integrar y cumplir con el currículo en el año

escolar. Esto, en la modalidad de la enseñanza actual (virtual) ha sido más complejo para los docentes, ya que el currículo de matemáticas tiene tres bloques curriculares grandes (Álgebra y Funciones, Geometría y Medida, Estadística y Probabilidad) y el tiempo que disponen los docentes en la sesión sincrónica es de 2 horas en promedio por semana. Esto mostraría la diferencia que existe en la educación de forma presencial versus virtual y el desafío que tiene el docente ecuatoriano en la integración de las TICs, más aún, el uso de GeoGebra (HURTADO, 2020) En base a los resultados llegamos a las siguientes conclusiones: la revisión de la literatura disponible a nuestro alcance revela que en las últimas décadas se han producido grandes avances en el uso de la tecnología y la enseñanza a distancia o virtual en todas las disciplinas y en particular en matemáticas. En consecuencia, el programa de GeoGebra se ha convertido en una herramienta imprescindible para el profesorado ecuatoriano no solo para hacer frente a la enseñanza y aprendizaje virtual producto de la pandemia del COVID-19, sino para facilitar propuestas innovadoras, flexibles y complementarias que respondan a las necesidades del aprendizaje de siglo XXI.

Entre las dificultades identificadas por los docentes ecuatorianos capacitados en el uso de GeoGebra, se encuentra en primer lugar la falta de dispositivos tecnológicos, especialmente para los estudiantes, que coincide con las investigaciones internacionales (UNESCO, 2019), la necesidad de mayor capacitación del profesorado tanto en el uso del software, así como disciplinar y metodologías de aprendizaje activo.

En cuanto a las ventajas y oportunidades existe un alto consenso de que el software permite la demostración, la verificación, el descubrimiento creativo de los conceptos matemáticos. Además, el desarrollo del curso de GeoGebra como recurso didáctico para la

enseñanza de la matemática en forma bimodal (presencial – virtual), ya era un ensayo para la nueva realidad virtual. Como la implementación de metodologías interactivas, como describe Pari, et al. (2020), a los docentes les costaba diferenciar entre los objetos dibujados y construidos. Incluso instituían que el facilitador le explicara cómo hacer para que ellos puedan repetir. No fue una tarea fácil para los facilitadores hacer comprender que se necesitaba un aprendizaje creativo y que potencie el autoaprendizaje.

Finalmente, en base a la experiencia de haber desarrollado el curso de GeoGebra para profesores de matemáticas y los resultados sobre dificultades y retos que enfrentan los profesores ecuatorianos para la implementación de GeoGebra en la enseñanza de la matemática son transferibles a la integración de las TIC en diferentes disciplinas. Por lo tanto, es necesario que el Instituto Ecuatoriano de GeoGebra con sede en la UNAE continúe con la organización de las Jornadas Ecuatorianas de GeoGebra y amplíe la oferta de los cursos de formación y actualización sobre el uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de las matemáticas en los diferentes niveles educativos (Educación Básica, Bachillerato y Superior (universidad)).

REFERENCIAS

- AGABO, I. S. Factors influencing the use of Information and Communication Technology (ICT). Teaching and Learning Computer Studies in Ohaukwu Local Government Area of Ebonyi State-Nigeria. **Journal of Education and Practice**, v. 6, n. 7, 71-86, 2015.
- AREA MOREIRA, M.; BETHENCOURT AGUILAR, A.; MARTIN GOMEZ, S. De la enseñanza semipresencial a la enseñanza online en tiempos de Covid19. Visión del alumnado. **Campus Virtual**, v. 9, n. 2, p. 35-50, 2020.
- ARTEAGA VALDÉS, E.; MEDINA MENDIETA, J. F.; DEL SOL MARTÍNEZ J. L. El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemáticas en la Secundaria Básica haciendo matemática. **Revista Conrado**, v.15, n. 70, p. 102-108, 2019.
- ASTUDILLO, M.; CHEVEZ, F.; FIGUEROA, J. Las TIC como generadoras de exclusión social en las prácticas educativas. **Contextos Educativos**, v. 27, p. 205-221, 2021. <https://doi.org/10.18172/con.4566>
- AZIZAH, A. N.; KUSMAYADI, T. A.; FITRIANA, L. The Effectiveness of Software GeoGebra to Improve Visual Representation Ability. **Journal of Physics: Conference Series**, p. 1-6, 2021.
- BARRANTES, G.; CASAS, L.; LUENGO, R. Obstáculos percibidos para la implementación de las TIC por los profesores de Infantil y Primaria en Extremadura. Pixel-Bit. **Revista de Medios y Educación**, n. 38, p. 83-94, 2011.
- BERRY, B. **The Teachers of 2030: Creating A Student-Centered Profession for The 21st Century**. Washington DC: MetLife Foundation, 2010.
- BIALIK, M.; CHARLES, F. **Skills for the 21st Century: What Should Students Learn?** Massachusetts: Center for Curriculum Redesign Boston, 2015.
- BRUNO, C.; CANINA, M. Creativity 4.0. Empowering creativity in the digital era. Paper presented at the Proceedings of the 21st International Conference on Engineering and Product Design Education: Towards a New Innovation Landscape, E and PDE, 2019. doi:10.35199/epde2019.25.
- CABERO, J.; BARROSO, J. Los escenarios tecnológicos en Realidad Aumentada (RA): posibilidades educativas en estudios universitarios. **Aula Abierta**, v. 47, n. 3, p. 327-336, 2018.
- CHUSNI, M.; SAPUTRO, S.; SURANTO;

- RAHARDJO, S. Review of critical thinking skill in Indonesia: Preparation of the 21st century learner. **Journal of Critical Reviews**, v. 7, n. 9, p. 1230-1235, 2020. doi:10.31838/jcr.07.09.223
- CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of test. **Psychometrika**, n. 16, p. 297-334, 1951.
- GRIFFIN, P.; CARE, E.; MCGAW, B. **The changing role of education and schools**. In Griffin, P., McGaw, B., Care, E. (Eds.) *Assessment and teaching of 21st century skills*, p. 1-16, 2012. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_1
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación**. México: McGraw Hill, 2010.
- HOHENWARTER, M.; FUCHS, K. **Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the system GeoGebra**. In *Mathematics Teaching conference*, 2004.
- HURTADO TALAVERA, F. J. La educación en tiempos de pandemia: Los desafíos de la escuela del siglo XXI. **Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología REVENCYT**, n. 44, p. 176-187, 2020.
- MARCHESI, A.; TEDESCO, J. C.; COLL, C. **Calidad, equidad y reformas en la enseñanza. Metas Educativas**. Madrid: Fundación Santillana, 2021.
- ECUADOR. Ministerio De Educación. *Ley Orgánica de Educación Intercultural*. Quito: Ecuador, 2017.
- PAMUNGKAS, S. F.; WIDIASTUTI, I.; SUHARNO. 21st century learning: Experiential learning to enhance critical thinking in vocational education. **Universal Journal of Educational Research**, v. 8, n. 4, p. 1345-1355, 2020. doi:10.13189/ujer.2020.080427
- PARI, A.; MENDOZA, D.; AUCCAHUALLPA, R. **GeoGebra as a Technological Tool in the Process of Teaching and Learning Geometry**. In: Rodríguez, G., Fonseca, C., Salgado, J. Pérez, P. Orellana, M. y Berrezueta, S. (eds) *Information and Communication Technology. TICEC2020. Communication in Computer and Information Science*, v. 1307, p. 258-271, 2020.
- RAMÍREZ, A.; LUGO, J. Revisión sistemática de métodos mixtos en el marco de innovación educativa. **Revista Científica de Educomunicación**, n. 5, p. 9-20, 2020. Doi <https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>.
- UNESCO. *Declaración Incheon y marco de acción. Hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos*, 2016. <http://bit.ly/2KenWhP>.
- UNESCO. **Supporting teachers with mobile Technology. Lesson drawn from UNESCO projects** in Mexico, Nigeria, Pakistan and Senegal. Paris, 2019.
- VERA, L. A.; YÁNEZ, M. A. La importancia de las TIC en la asignatura de Matemáticas, **Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 13, n. 2, p. 37-48, 2021. <https://www.eumed.net/es/revistas/atlante/2021-febrero/tic-asignatura-matematica>.
- WASRIEP, M. F.; LAJIUM, D. 21st century learning in primary science subject via flipped classroom method: A teacher's perspective. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 2 (Special Issue 9), p. 952-959, 2019. doi:10.35940/ijrte.B1088.0982S919
- WEINHANDL, R.; LAVICZA, Z.; HOUGHTON, T.; HOHENWATER, M. **A look over students' shoulders when learning mathematics** in home schooling. *International of Mathematical Education in Science and Technology*, p. 1-24, 2021.
- WIDYA; RIFANDI, R.; RAHMI, Y. L. STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1317, n. 1, 2019. doi:10.1088/1742-6596/1317/1/012208.

ZETRIUSLITA; NOFRIYANDI; ISTIKPMAH, E.
The Increasing Self-Efficacy through
GeoGebra Based Teaching reviewed from
Initial Mathematical Ability (IMA) Level.
International Journal of Instruction, v. 14,
n. 1, p. 587-598, 2021.