

01

UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES DIDÁCTICOS DIGITALES CON EL GEOGEBRA EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

USE OF THE DIDACTIC DIGITAL MATERIALS WITH GEOGEBRA IN THE MATHEMATICS TEACHING

Carlos Manuel Hernández Hechavarría¹

E-mail: carlosmhh@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1016-6357>

Eloy Arteaga Valdés²

E-mail: earteaga@ucf.edu.cu

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9902-2135>

Jorge Luis del Sol Martínez²

E-mail: jlmartinez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2371-0692>

¹ Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Hernández Hechavarría, C. M., Arteaga Valdés, E., Del Sol Martínez, J. L. (2021). Utilización de los materiales didácticos digitales con el GeoGebra en la Enseñanza de la Matemática. *Revista Conrado*, 17(79), 7-14.

RESUMEN

La selección, creación y uso de materiales didácticos es una actividad esencial de los docentes, en particular para los educadores matemáticos, por tanto, se ofrecen algunas consideraciones sobre la utilización de los materiales didácticos digitales en la enseñanza de la matemática, que han desplazado a un segundo plano los materiales didácticos tradicionales, motivados por la situación que vive el mundo a raíz de la pandemia de la COVID-19. Se analizan las especificidades de los materiales didácticos digitales partir de su definición, así como los resultados de investigaciones relacionadas con el uso de estos materiales en la enseñanza en el contexto de la enseñanza digital, considerada como un salvavidas de la educación en tiempos de pandemia. Se realizan algunas consideraciones didácticas relacionadas con la selección, creación y uso de materiales didácticos digitales con el GeoGebra, lo cual depende de múltiples factores y por tanto no es estática, también se resalta sintéticamente la utilización de materiales didácticos digitales para la enseñanza aprendizaje de la matemática con este software.

Palabras clave:

Materiales didácticos, GeoGebra, didáctica, software, matemática.

ABSTRACT

The selection, creation and use of didactic materials is an essential activity of the educational ones, in particular for the mathematical educators, therefore, they offer some considerations on the use of the didactic digital materials in the mathematics teaching that you/they have displaced to a second plan the didactic traditional materials, motivated by the situation that the world lives soon after the pandemic of COVID-19. The specificities of the didactic digital materials are analyzed to leave of their definition, as well as the results of investigations related with the use of these materials in the teaching in the context of the digital teaching, considered as a lifeboat of the education in times of pandemic. They are carried out some didactic considerations related with the selection, creation and use of didactic digital materials with GeoGebra, that which depends on multiple factors and therefore it is not static, it is also stood out synthetically the use of didactic digital materials for the mathematics teaching learning with this software.

Keywords:

Didactic materials, GeoGebra, didactics, software, mathematics.

INTRODUCCIÓN

Según Camarena (2015), *“el tema de la incorporación de la tecnología digital como mediadora del aprendizaje toma especial énfasis en el siglo XXI, pues dichos recursos han desplazado a prácticamente cualquier otro tipo de material de apoyo didáctico”*. (p. 326)

El uso de la tecnología como mediadora del aprendizaje requiere, por una parte, de una preparación adecuada de los docentes para saber cómo y cuándo emplear diversas herramientas y, por otra parte, de una buena orientación a los alumnos para resolver tareas matemáticas con ayuda de esta. Dicho de otra forma, el uso de la tecnología en el ambiente de aprendizaje es un reto vigente que tiene la educación matemática, de modo que es necesario esclarecer los elementos que deben enmarcar el proceso de enseñanza – aprendizaje mediado por el uso de recursos tecnológicos (Camarena, 2015; Grisales, 2018).

En los momentos actuales, producto a la situación que vive el mundo a causa de la COVID-19, exige, orientar la labor educativa hacia la utilización de la modalidad a distancia, donde las tecnologías se han convertido en un recurso indispensable, no solo, para darle continuidad al proceso de enseñanza y aprendizaje, sino también, para estar en contacto con los estudiantes, mantener el vínculo y la comunicación entre docentes y alumnos (Carvajal, 2020).

Sobre la base de estas reflexiones es que se comprende la necesidad de utilizar las potencialidades de la escuela digital o de la enseñanza digital, que ha cambiado sus estatutos a raíz del surgimiento de este flagelo que hoy azota a la humanidad.

Una muestra acerca de la incidencia de la COVID-19, en el desarrollo de la escuela digital y de su rol en tiempos de pandemia, la ofrecen la Fundación Santillana (2020), al señalar: *“una escuela digital abre un escenario de enormes potencialidades, pero también de riesgos. La pandemia aceleró la transformación digital y puso sobre la mesa los claroscuros de la tecnología educativa. Una vez más llegamos a la conclusión de que son los propósitos, los problemas que queremos solucionar y una mirada pedagógica —con el foco en el aprendizaje— los que tienen que darle dirección a la escuela que viene”*.

Por otra parte, Contino (2020), refiere que *“la educación digital se ha considerado inferior, excepcional y sólo complementaria de la presencial y fuente de graves barreras y peligros para la educación... Se tiene en cuenta el especial peligro de la desigualdad en la educación digital... Se recuerda la necesidad del cambio hacia competencias digitales y el pensamiento computacional... la educación*

digital es un salvavidas en una situación como la pandemia para garantizar unos mínimos de los objetivos que garantiza el derecho a la educación”.

Los criterios antes expuestos reflejan claramente que la escuela digital en tiempos de pandemia, deja de ser una opción complementaria a la educación presencial, para convertirse en una opción indispensable para garantizar la continuidad del proceso de enseñanza–aprendizaje.

Ahora bien, resulta imprescindible para el éxito de la enseñanza digital, tener en cuenta los distintos escenarios en los que tiene lugar esta enseñanza, de acuerdo a las posibilidades reales que tiene cada alumno. En este sentido son de gran utilidad, los cuatro escenarios identificados por el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP) (2020), citados por Carvajal (2020), para acompañar a los alumnos en la enseñanza a partir de la nueva realidad impuesta por el coronavirus.

Estos escenarios son: 1) los alumnos tienen acceso a internet y dispositivo en casa. En este escenario, la mediación pedagógica buscará promover el aprendizaje independiente para la construcción de conocimiento utilizando herramientas tecnológicas; 2) los alumnos cuentan con un dispositivo y con acceso a internet reducido o limitado. En este escenario las herramientas no sincrónicas son las que medien la construcción de conocimiento ya que estas implican un consumo mínimo de datos, 3) los alumnos cuentan con un dispositivo tecnológico sin conectividad, por lo que se utilizan recursos

impresos y digitales variadas, y, por último, el 4) donde los alumnos no poseen dispositivos tecnológicos ni conectividad, por lo que se promueve el aprendizaje independiente para la construcción de conocimiento utilizando solo materiales impresos.

Claro, es importante acotar, que estos escenarios, no se encuentran en todos los países. Estos varían en dependencia de las situaciones concretas de cada país.

En la escuela digital, la selección, creación y uso de materiales didácticos, unido a las estrategias y otros aspectos esenciales del proceso de enseñanza aprendizaje son determinante para el logro de los objetivos propuestos. Aunque existe consenso sobre la importancia de los materiales didácticos digitales y determinados aspectos, existen múltiples fundamentos teóricos y prácticos que se diferencian sustancialmente, por tanto, merecen atención y que se destaquen los presupuestos asumidos para cada propuesta, en especial su definición y clasificación o características esenciales.

En este trabajo se realizan algunas consideraciones sobre el uso de los materiales didácticos digitales para la

enseñanza de la matemática, en él se expone una definición de material didáctico digital, los criterios de clasificación que se asumen, además la selección, creación y uso de materiales didácticos con asistencia del GeoGebra.

Si bien los elementos que se exponen sobre los materiales didácticos digitales tienen validez general, las particularidades de cada educación (primaria, media y superior) son determinantes para la selección, creación y uso de estos.

METODOLOGÍA

Este estudio se realizó utilizando el enfoque cualitativo de la investigación científica. Según Sánchez (2019), ésta se sustenta en evidencias que se orientan más hacia la descripción profunda del fenómeno con la finalidad de comprenderlo y explicarlo a través de la aplicación de métodos y técnicas derivadas de sus concepciones y fundamentos epistémicos, como la hermenéutica, la fenomenología y el método inductivo.

Debido a que en este estudio lo que se pretende es destacar la esencia de los materiales didácticos digitales y el lugar que ocupa en la educación actual, así como, cuestiones relacionadas con su selección y construcción con la ayuda de herramientas tecnológicas, como el caso del GeoGebra, se utilizó un diseño documental, para analizar el estado actual de la problemática, según se han obtenido y registrado por otros investigadores en fuentes documentales.

Entre los recursos documentales analizados se encuentran libros, artículos científicos en revistas académicas indexadas en bases de datos como Scopus, Redalyc, SciELO, entre otros y en sitios de internet de reconocido prestigio a nivel internacional. Con ello se procedió a la recolección de datos provenientes de las fuentes secundarias nombradas y seleccionadas para este fin, incluyendo a los autores de esta investigación.

Para el análisis del material informativo se utilizaron técnicas operacionales para el manejo de fuentes documentales (como el subrayado, la lectura en profundidad y el resumen), se usó al análisis crítico para valorar las principales aportaciones y sugerencias realizadas por los investigadores en sus respectivas investigaciones y que resultan de utilidad para la comprensión y descripción de la problemática objeto de estudio.

DESARROLLO

Según Área (2017), el material didáctico puede definirse como un objeto cultural, físico o digital, elaborado para generar aprendizaje en una determinada situación educativa. Entre los materiales didácticos se encuentran,

entre otros, los libros de texto, los cuadernos de trabajo, los puzzles, los mapas, los juegos lógicos, los audiovisuales didácticos, las diapositivas.

En la actualidad educativa a nivel mundial está experimentando, al decir del mencionado autor a una transformación o metamorfosis del material didáctico hacia una nueva generación de materiales, recursos o entornos destinados a su utilización pedagógica en una escuela digital, dando paso a los llamados materiales didácticos digitales (MDD), donde lo más relevante no solo es pasar del libro impreso al uso de herramientas y recursos digitales, sino que debe ser el reflejo o manifestación de un profundo cambio en las prácticas organizativas y didácticas en el aula, del desarrollo de procesos de enseñanza innovadores dirigidos al aprendizaje activo y de reconstrucción de la cultura escolar que den respuesta a las necesidades educativas de la sociedad digital.

Entre los investigadores que abordan el tema relacionado con los materiales didácticos digitales están: Área (2017); García, et al. (2019); Vidal, et al. (2019); Real (2019); y González & Chirino (2019).

Los materiales didácticos digitales, según Pianucci, et al. (2010), citados por García, et al. (2019), *“son recursos facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje en soporte digital, siguiendo criterios pedagógicos y tecnológicos, que integran diversos medios incorporados en un diseño de instrucción”* (p. 1)

El material didáctico digital, según Área (2017), se caracteriza, en primer lugar, porque ofrece una orquestación o articulación de distintos objetos digitales para generar una experiencia de enseñanza y aprendizaje para un determinado grupo de estudiantes.

Entre estos recursos se encuentran:

- a. Objeto digital. Es un archivo digital que porta cualquier tipo de contenido, formación y/o conocimiento. Son solo objetos, piezas de un posible puzzle. Adoptan distintos formatos o lenguajes de expresión (documentos, videos, fotos, infografías, podcast, realidad aumentada o geolocalización).
- b. Objeto digital de aprendizaje. Es un tipo particular de objetos digitales creados con intencionalidad didáctica. Adoptan, en la mayor parte de las ocasiones, el formato de actividades o ejercicios que tiene que cumplimentar un estudiante.
- c. Entorno didáctico digital. Es un espacio online estructurado didácticamente de objetos digitales dirigido a facilitar al alumnado el desarrollo de experiencias de aprendizaje en torno a una unidad de saber o competencia.

- d. Libro de texto digital. Los libros de texto electrónicos o digitales son un tipo particular de los entornos didácticos digitales muy relevantes. Representan la evolución o transformación digital de los textos escolares de papel: son un paquete estructurado de una propuesta de enseñanza completa (con contenidos y actividades) planificados para una determinada materia y un curso o nivel educativo específico. Al igual que los libros de texto tradicionales están elaborados industrialmente y sirven para que el profesorado pueda gestionar su enseñanza de un modo sistemático, metódico y regular. A diferencia de los de papel, los libros de texto digitales permiten cierto grado de flexibilidad, de maleabilidad y de adaptación a las características del docente y su grupo de clase.
- e. Apps, herramientas y plataformas online. Es software. A veces son de propósito general y en otras ocasiones específicamente creados para el ámbito educativo. Hay cientos y constantemente están en evolución y crecimiento. Son herramientas y aplicaciones que sirven para la creación de cursos, de materiales didácticos o de actividades, otras son útiles para la gestión de la información, el control evaluativo del alumnado, para la comunicación y el trabajo colaborativo. Esta es quizás la categoría en mayor desarrollo y el abanico de este tipo de aplicaciones es muy amplio y diverso.
- f. Los entornos inteligentes de aprendizaje adaptativo. Las denominadas analíticas del aprendizaje es una línea o enfoque en desarrollo en la tecnología en educación. Se define como la recopilación, almacenamiento y tratamiento de datos de los usuarios (alumnado) en entornos de aprendizaje con la finalidad de manipularlos para la mejora del sistema y proceder a adecuarlos a las características y necesidades de los sujetos.
- g. Los materiales didácticos tangibles. Los robots educativos. La incorporación de los chips y otros elementos electrónicos a los objetos está permitiendo que el alumnado pueda no sólo ser un usuario de los mismos, sino un diseñador o creador de robots educativos.
- h. Materiales digitales para la docencia. Finalmente podemos nombrar a un conjunto de recursos disponibles en la red que no son propiamente materiales didácticos creados para el alumnado, pero sí son relevantes para el ejercicio profesional de la docencia. Son el conjunto de objetos digitales que ofrecen programaciones, experiencias prácticas, propuestas elaboradas de intervenciones educativas, espacios de publicación del profesorado (blogs, wikis) y similares. Son recursos digitales de interés para el profesorado en su autoformación y mejora profesional (Área, 2017).

A los efectos de este artículo se considera que un material didáctico digital (MDD) es un archivo digital o conjunto de ellos adecuadamente estructurado para la enseñanza y/o aprendizaje de uno o varios contenidos (conocimientos

habilidades, valores), desarrollo de capacidades, habilidades o competencias. Aunque en esta definición no es una exigencia que esté en línea, resulta evidente la conveniencia de que esté disponible en internet, especialmente en los contextos educativos que docentes y escolares dispongan de los medios y conectividad necesaria y suficiente, algo impensable para otros contextos.

Acorde a la definición anterior y atendiendo al uso esencial de dichos materiales: para el proceso de enseñanza-aprendizaje, resulta conveniente destacar tres tipos de materiales didácticos digitales (MDD):

- MDD para la enseñanza (MDDE): Es un MDD estructurado esencialmente para la para facilitar la exposición de contenidos por docentes y otras personas a los escolares.
- MDD para el aprendizaje (MDDA): Es un MDD estructurado esencialmente para la manipulación y actividad investigativa por los escolares en función de su aprendizaje.
- MDD para la enseñanza – aprendizaje (MDDEA): Es un MDD estructurado con posibilidades de ser utilizado en igual medida por los docentes y los escolares, para facilitar a los primeros la exposición de contenidos y a los segundos su aprendizaje mediante su manipulación y actividad investigativa.

Autores como Vidal, et al. (2019), analizan las prácticas docentes en aulas de Educación Primaria de algunas regiones españolas en las que se emplean plataformas digitales comerciales o institucionales, así como otros materiales didácticos digitales. Se pretende dar respuesta, principalmente, a las siguientes preguntas: ¿Qué materiales didácticos digitales se utilizan en las aulas de Primaria? ¿Qué tipología de actividades se llevan a cabo con estos recursos? ¿Cómo se organiza el aula y qué metodologías didácticas se emplean? Los resultados de esta investigación permitieron corroborar que

las metodologías y la forma de dar clase han ido cambiando con el paso del tiempo, las metodologías tradicionales se han ido desplazando a un segundo plano, para dar paso a nuevas metodologías basadas en la implementación de las TIC. En estas nuevas metodologías y sesiones se emplean materiales digitales como libros de texto digitales, documentos en PDF, aplicaciones interactivas, entre otros, con el fin de captar la atención de un alumnado cada vez más interesado en el uso de las tecnologías. En la sociedad actual también se demandan aprendizajes significativos que permitan avanzar en la sociedad y en el mercado laboral.

En relación con las actividades más frecuentes se encuentran:

- Actividades de elaboración: como la creación de presentaciones digitales, de mapas mentales de síntesis o ampliación, o de trabajos de investigación diversos.
- Actividades de recepción: escucha de presentaciones de los compañeros, de explicaciones de las tareas a realizar o visionado de vídeos.
- Actividades de reproducción: realización de ejercicios en el libro digital (de completar, juegos, de varias alternativas, lectura individual, etc.).
- Actividades de interacción comunicativa (evaluación del trabajo propio y de las/os compañeras/os, presentación de trabajo en la PDI o redacción y envío de correos al docente).
- Actividades instrumentales (de búsqueda de información, tanto individual como en grupo, y de aprender a manejar el software).

Autores como González & Chirino (2019), realizan un interesante análisis de materiales didácticos digitales para la primaria ofertados desde un portal de contenidos abiertos de Canarias, aunque es un caso particular, refieren aspectos que concuerdan con propósitos deseables de estos materiales por otros investigadores, como lo es la resolución de problemas, la experimentación o la simulación.

Los MDD admiten otras clasificaciones: dinámicos y no dinámicos, entendiendo por dinámicos los que permiten realizar movimientos o transformaciones de algunas de sus partes o elementos dejando ver sus efectos en otras partes o elementos del mismo. Un mismo MDD puede conjugar aspectos o partes dinámicas con no dinámicas, por tanto, pudieran denominarse parcialmente dinámicos.

Aunque en general todos los MDD son modificables, considerando su propósito didáctico, formato y propiedades digitales, también pudieran clasificarse en modificables y no modificables, por ejemplo, los ficheros GeoGebra son fácilmente modificables, no así algunos ficheros en formato PDF y videos con determinadas restricciones digitales o legales.

El GeoGebra es un software que, además de las características anteriores, es libre, en constante desarrollo y disponible en internet, esto hace que países y centros escolares con limitados recursos financieros tengan acceso a un software de alta calidad y múltiples prestaciones. Cuenta con un alto reconocimiento de la comunidad científica y de educadores que ha conducido a la creación de Institutos GeoGebra y proyectos en diferentes países, repositorios de materiales didácticos y otras aportaciones, no solo para la educación primaria, sino también, para la educación secundaria, preuniversitaria y universitaria.

Al referirse a la utilización de este software en la enseñanza de la matemática, Álvarez, et al. (2014), señalan que *“no de los asistentes matemáticos desarrollados como software libre más popular en los últimos años es GeoGebra, un recurso escrito en Java y disponible en múltiples plataformas. Este permite el dinamismo de las figuras geométricas, lo que facilita analizar la variación o no de sus propiedades y relaciones al modificarlas. Asimismo, posibilita examinar un objeto matemático en diferentes registros de representación, por medio de la articulación de su interfaz gráfica con una algebraica, una de cálculo simbólico y una hoja de cálculo, lo que favorece el establecimiento de relaciones y una comprensión más profunda de lo que se estudia. El desarrollo de medios de enseñanza (applets) con ayuda de este u otro asistente, pero sobre todo de tareas diferentes a las que se orientan realizar con lápiz y papel, más demandantes del desarrollo de la personalidad de los alumnos en todos los sentidos, reviste en consecuencia una gran importancia”* (p. 27)

Por su parte Bayés, et al. (2019), plantean que *“una de las herramientas digitales para la enseñanza de la matemática y de otras ciencias, como la física, que más popularidad ha ido ganando entre los docentes y alumnos de todo el mundo, es el software libre GeoGebra. Además de ser un programa sumamente interesante por las posibilidades que ofrece para aprender matemática a partir de la exploración y experimentación, es utilizado mundialmente como herramienta de autor por una enorme cantidad de usuarios que crean recursos educativos para la enseñanza de los más diversos temas, y los comparten libremente en una plataforma para que otros usuarios de cualquier lugar del mundo puedan reutilizarlos”*. (p.3)

Según Vitavar (2014), citado por Bayés, et al. (2018), en el campo de la enseñanza de la matemática, el *software* libre GeoGebra permite, entre muchas otras cosas, que los docentes creen sus propios materiales educativos interactivos. Es decir, puede emplearse como una *herramienta de autor*. El GeoGebra tiene una plataforma que cuenta con miles de recursos de los más diversos temas de matemática (y también de otras disciplinas, como la física) creados y compartidos por la comunidad internacional de usuarios de GeoGebra.

Muestra de la utilización del GeoGebra en la enseñanza de la matemática en la educación secundaria básica, es la investigación realizada por Arteaga, et al. (2019), explican la utilización de este software para reconocer, identificar y buscar nuevas relaciones y dependencias entre entes matemáticos que constituyen objeto de estudio en este nivel de enseñanza, realizando algunas consideraciones didácticas a partir de un problema de geometría

en cuanto a contenidos básicos y niveles de exigencias, aspecto de medular importancia en la diferenciación de la enseñanza–aprendizaje en la educación media.

Por su parte Arnal & Oller (2020), abordan la utilización del GeoGebra en las construcciones geométricas que tradicionalmente se hacen con regla y compás, destacan, que el uso del GeoGebra para llevar a cabo este tipo de construcciones implica, por sus especificidades, una re-interpretación o adaptación de los pasos descritos en los textos clásicos, que va más allá de la mera traslación del procedimiento y que esta labor de adaptación debe ser hecha por los docentes a la hora de diseñar y preparar sus clases, o de generar recursos o actividades para sus alumnos, en relación con estos contenidos.

En su investigación, los mencionados autores, encuentran dificultades relacionadas con los procesos de instrumentalización e instrumentación asociados al uso de GeoGebra, lo que Ruiz (2018), identificó como obstáculos en el proceso de génesis instrumental usando GeoGebra. Los resultados de esta investigación ponen al descubierto que una de las acciones, que, desde el punto de vista didáctico, le corresponden al docente, es enseñar a los alumnos trabajar con el GeoGebra.

De gran interés resulta la investigación realizada por Bayés, et al. (2019), donde analizan las características que deben poseer los recursos basados en el *software* GeoGebra para su correcto funcionamiento en celulares y cómo pueden adaptarse aquellos que fueron concebidos para ser usados en computadoras o *tablets*. En su estudio readequían esta aplicación, inicialmente diseñada para su uso en computadoras, para ser usada en teléfonos celulares.

Al respecto, los mencionados autores plantean: *“Este programa y este conjunto de recursos fueron diseñados originalmente para su utilización en computadoras y tablets. Adecuándose a la nueva tendencia del aprendizaje móvil, GeoGebra ha lanzado nuevas aplicaciones, optimizadas para su utilización en teléfonos celulares”* (p. 3)

La utilización del mobile learning o aprendizaje móvil, ofrece grandes posibilidades para diseñar materiales didácticos digitales con el GeoGebra que pueden ser utilizados dentro y fuera del aula y no necesariamente se necesita de una conexión a Internet para tener acceso a ellos.

Es cierto que el aprendizaje móvil tiene sus ventajas y desventajas y estas últimas imponen nuevos desafíos a los docentes en el momento de diseñar materiales didácticos que puedan ser utilizables en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es por ello que para el diseño de

estos es necesario observar las siguientes recomendaciones didácticas:

- Los contenidos deben ocupar poco espacio, siempre cuidando que sean legibles, y se deberían ajustar correctamente dentro de una única pantalla.
- No sobrecargar de información.
- El lenguaje de la interacción entre los alumnos y los móviles debería ser en términos de palabras, frases y conceptos familiares para los alumnos.
- Los recursos creados deben ser eficientes y, sobre todo, no deben ser propensos a errores.
- Deben tener coherencia, es decir, la información y tareas similares deben estar ubicadas en el mismo lugar, para así lograr un fácil reconocimiento.
- En el recurso se debe informar a los alumnos el propósito del mismo (Bayés, et al., 2019).

En esta investigación, los mencionados autores presentaron aspectos destacados del aprendizaje móvil, de cómo crear recursos educativos basados en GeoGebra, y se mencionó el porqué de la necesidad de un marco teórico para la adaptación de los recursos basados en GeoGebra en función de su usabilidad móvil.

Una experiencia interesante relacionada con la construcción de materiales didácticos digitales utilizando el GeoGebra, la describen Salazar, et al. (2017), en la que se persigue como objetivo que los participantes aprendan a diseñar recursos didácticos digitales e interactivos para el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática, combinando eXeLearning con GeoGebra, sustentándose en el uso de la tecnología como elemento potenciador del aprendizaje significativo, y como factor importante en el quehacer diario en el ámbito educativo.

Esta experiencia consiste en un taller con profesores de matemática, donde se describen tareas prácticas, guiadas por un facilitador, para la construcción de materiales didácticos digitales con ambas herramientas tecnológicas y culmina con una actividad propuesta por cada uno de los participantes.

Los autores sugieren a los docentes mantenerse actualizados en los usos de la tecnología en educación matemática, ya que el uso de herramientas tecnológicas en el aula se hace más común cada día y los docentes de matemáticas están llamados a seguir en esa dirección, así como, realizar alianzas con otros docentes de matemática, la cual puede resultar de gran utilidad en la creación de nuevos materiales didácticos digitales, ya que entre todos pueden surgir ideas muy valiosas acerca de la mejor forma de plantear una actividad, prever posibles

obstáculos y cómo resolverlos, además de compartir materiales que ya tengan hechos.

Si bien existen importantes repositorios de materiales didácticos donde se pueden obtener valiosos materiales didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, no cubren todas las demandas, ni todos sistemas educativos cuentan con medios informáticos, conectividad y otros recursos necesarios, por tanto, la creación de nuevos materiales sigue siendo una necesidad por múltiples razones. Igualmente continuar perfeccionando el uso de los MDD.

La selección, creación y uso de materiales didácticos con el GeoGebra depende de múltiples factores, por ejemplo:

- Si existen diferentes MDD para determinado contenido, el docente puede seleccionar el que considere más apropiado.
- Puede existir un determinado MDDE en un repositorio, pero el docente no tiene conectividad, en ese caso tiene que crearlo, también pudiera ser que tiene conectividad, pero no existe el material más apropiado para los objetivos que persigue.
- Existe MDDE que permite cumplir el objetivo declarado en una clase, pero el docente considera que su alcance es limitado y no estimula suficientemente la imaginación y potencialidades de los escolares, es decir el medio permite cumplir un objetivo declarado, pero no tiene otras potencialidades deseadas.

Las investigaciones realizadas por Hernández & Palma (2011, 2018); Hernández & González (2015), sobre la creación de materiales didácticos digitales de enseñanza y aprendizaje (MDDEA) con el GeoGebra, se demostró, en primer lugar, que es posible el enriquecimiento del currículo de la educación primaria con la utilización de las nuevas tecnologías y software existentes en las escuelas o disponibles en Internet, concretamente en la construcción de figuras mediante el Word, el Paint y el GeoGebra de manera independiente o combinada. La combinación de herramientas o software pueden obedecer a diferentes razones, a las ventajas que ofrecen y su dominio por los usuarios, en segundo lugar, se pudo constatar que las figuras presentadas y su proceso de construcción, en especial con el GeoGebra, facilitan la introducción y el tratamiento de contenidos matemáticos, en especial movimientos de reflexión y traslación, cálculo de áreas y perímetros y construcción de figuras.

También se logró constatar como la utilización del GeoGebra en una actividad investigativa escolar asociado a un objeto atrayente para los alumnos: el papalote, ejercicio propuesto en un curso de superación y un sistema de ejercicios elaborado por los maestros

participantes, puso de manifiesto sus potencialidades estimuladoras de la creatividad de los alumnos, marcando notables diferencias con los que tradicionalmente se utilizan en la primaria.

Finalmente, los autores describen una metodología para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en el segundo, en experimentación aún, que involucra al GeoGebra. esta consta de cuatro etapas:

Primera etapa: Reconocimiento de exigencias dinámicas y necesidades investigativas.

Segunda etapa: Identificación de opciones del GeoGebra.

Tercera etapa: Orientación, ejecución y control de actividades investigativas con el GeoGebra.

Cuarta etapa: Valoración de los resultados de la actividad investigativa con asistencia del GeoGebra.

Se muestran, además, ejemplos de tratamiento de contenidos geométricos con asistencia del GeoGebra en base a la metodología elaborada que sirven de modelo.

CONCLUSIONES

Los materiales didácticos digitales poseen innumerables ventajas, pero ellos, en los momentos actuales, no dejan de ser una alternativa didáctica para la enseñanza de la matemática en un contexto donde la presencialidad es cada vez menor, debido a la situación provocada por la pandemia que azota al mundo.

A pesar de que en la actualidad la utilización de los materiales didácticos digitales, han desplazado a los materiales didácticos convencionales, no se puede olvidar que esta es una situación coyuntural, que en ningún momento implica renunciar a la presencialidad. Es por ello que, en condiciones de una enseñanza normal (presencial), lo más adecuado es una estrategia de enseñanza basada en la combinación de ambos.

La selección, creación y uso de materiales didácticos digitales es una actividad esencial para los docentes en la actualidad, en especial cuando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se han convertido en un recurso didáctico por excelencia para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en un contexto marcado por la semipresencialidad y la educación a distancia.

El GeoGebra es un software con grandes potencialidades para desarrollar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática, tanto en condiciones de presencialidad como de la educación a distancia, ya que ofrece posibilidades para la elaboración de materiales didácticos digitales, los cuales pueden ser utilizados sin necesidad de

una conexión a INTERNET. La posibilidad de usarlo tanto en computadoras como en tablets y móviles, le permite a profesores y alumnos hacer un uso eficiente de este recurso, a los primeros para la enseñanza, y, a los segundos, para el aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M., Almeida, B., & Villegas, E. (2014). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática*. Pueblo y Educación
- Área, M. (2017). La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(2), 13 – 28.
- Arnal, A., & Oller, A. M. (2020). Construcciones geométricas en GeoGebra a partir de diferentes sistemas de representación: un estudio con maestros de primaria en formación. *Educación Matemática*, 32(1), 67–98.
- Arteaga Valdés, E., Medina Mendieta, J. F., & Del Sol Martínez, J. L. (2019). El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Revista Conrado*, 15(70), 102-108.
- Bayés, A., Del Río, L. S., & Costa, V. A. (2018). Diseño de materiales educativos para dispositivos móviles con GeoGebra: Análisis de un caso. <https://www.researchgate.net/publication/327982439>
- Camarena, P. (2015). La educación matemática en el siglo XXI: conclusiones del presente y futuro. En, X. Martínez y P. Camarena (Coords.) *La educación matemática en el siglo XXI*. (pp. 319-341). Ediciones, S.A. de C.V.
- Carvajal, R. (2020). Matemática en tiempos de Pandemia: rol de la familia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. 15(19), 135–145.
- Contino, H. L. (2020). La enseñanza digital en serio y el derecho a la educación en tiempos del coronavirus. *Revista de educación y derecho. Education and Law Review*, 21. _
- Fundación Santillana. (2020). La escuela que viene. Reflexión para la acción. Fundación Santillana. <http://www.laescuelaqueviene.org>
- García, A., I., Linares, E. E., & Martínez, L. (2019). El diseño de los materiales educativos digitales una experiencia en la enseñanza. *Revista Docentes, 2.0*, 19(1), 1-4.
- González, C. J., & Chirino, E. (2019) Análisis de materiales didácticos digitales ofertados desde un portal de contenidos abiertos: el caso de Canarias. *Educación en Revista*, 35(77), 19-36. _
- Grisales, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*. 14(2), 198-214.
- Hernández, C. M., & González, O. L. (2015). Actividad investigativa escolar y ejercicios en matemáticas: El papalote. UNIÓN. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 42, 95-113.
- Hernández, C. M., & Palma S, L. (2011). Acercamiento a una concepción para el desarrollo de actividades investigativas escolares: un ejemplo en la primaria. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(28). _
- Hernández, C.M., López F. L., & Palma S, L. (2018). *Enseñanza de la geometría en el segundo ciclo de la primaria con el GeoGebra. Ciencia e Innovación tecnológica*. (2005-2016). Académica Universitaria y Red Iberoamericana de Pedagogía.
- Real, E. C. (2019). Materiales Didácticos Digitales: un recurso innovador en la docencia del siglo XXI. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(2), 12-27.
- Ruiz, N. (2018). The instrumental genesis process in future primary teachers using Dynamic Geometry Software. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(4), 481-500.
- Salazar, W., González, K. P., & Brenes, J. (2017). Construcción de materiales didácticos utilizando eXeLearning y GeoGebra. (Ponencia). *V Encuentro de la Enseñanza de la Matemática*. UNED, España.
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital Investigación y Docencia* 13 (1), 101-122.
- Vidal Esteve, M. I., Vega Navarro, A., & López Gómez, S. (2019). Uso de materiales didácticos digitales en las aulas de Primaria. *Campus Virtuales*, 8(2), 103-119.