

Consideraciones para la integración tecnológica en la educación matemática

Comments on the integration of technology in mathematics' education

Jessica Rubí Bolio Couoh¹ *jess.bolio@hotmail.com*

Sergio Humberto Quiñonez Pech² *sergio.quinonez@correo.uady.mx*

Recibido: el 1° de julio de 2019
Aprobado: el 1° de agosto de 2020

Resumen

Se plantea que debido a que los objetos matemáticos son de naturaleza abstracta, se requiere favorecer en los estudiantes el desarrollo de habilidades que les ayuden a entrar en contacto con las representaciones de tales objetos mediante el uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Palabras claves: objetos matemáticos, habilidades abstractas, tecnologías de la información, representación simbólica.

¹ Jessica Rubí Bolio Couoh, Licenciada en Enseñanza de las Matemáticas por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Se desempeñó como asesora en los talleres Didáctica de las matemáticas para 4to grado de primaria, enmarcados en un Programa de Acompañamiento Docente a cargo del Cuerpo Académico de Enseñanza de las Matemáticas de la UADY. Actualmente estudia la Maestría en Innovación Educativa en la Facultad de Educación de la UADY, programa que cuenta con apoyo CONACyT.

² Sergio Humberto Quiñonez Pech es Licenciado en Educación y Maestro en Innovación Educativa por la UADY, Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad de Granada España. Actualmente es Coordinador de la Maestría en Investigación Educativa de la Facultad de Educación y profesor de tiempo completo en los programas del nivel superior de la UADY.



Abstract

This study argues that as mathematical objects of study are by nature abstract, it is therefore important to encourage students in the development of skills that enable them to connect to these objects through the pedagogical use of Information and Communication Technology (ICT)

Key Words: *mathematical objects, abstract skills, information technology, symbolic representation*

Introducción

Una característica relevante de la educación matemática es que debe estar orientada a que los estudiantes doten de sentido y significado a los objetos matemáticos. Al respecto, Dreher y Kuntze (2015) señalan que las representaciones son esenciales para los procesos de construcción de la comprensión matemática y la capacidad de tratarlas con flexibilidad es la clave para el éxito del pensamiento matemático. Por ello, debido a que los objetos matemáticos son de naturaleza abstracta, se requiere favorecer en los estudiantes el desarrollo de habilidades que les ayuden a entrar en contacto con las representaciones de tales objetos.

Ante esto, el uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) “permiten la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas al igual que la posibilidad de realizar diferentes representaciones de los objetos matemáticos” (Triana-Muñoz, Ceballos-Londoño y Villa-

Ochoa, 2016, p. 168). Asimismo, diversos estudios realizados en la educación matemática sugieren que el uso de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza de esta disciplina genera resultados positivos en el aprendizaje (Ramírez, 2015; Arnaldos y Faura, 2012, Grisales-Aguirre, 2018).

Por tal razón, actualmente se considera que la incorporación tecnológica en la educación matemática es un medio para lograr el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes y con ello, un aprendizaje significativo en contenidos que serían difíciles de comprender si se utiliza únicamente medios impresos. En este sentido, los métodos tradicionales que no involucran el uso de tecnología limitan el aprendizaje de conceptos de mayor complejidad. Sin embargo, la matemática ha sido uno de los campos del saber que más ha tardado en “dar un salto importante hacia la utilización de las TIC como apoyo a los procesos de aprendizaje” (Grisales-Aguirre, 2018, p. 203), de

modo que todavía es frecuente el uso de metodologías tradicionales que no generan reflexiones importantes en los estudiantes.

Uno de los factores que influye en lo anterior es la creencia de que el uso de tecnología privará del desarrollo de habilidades a los estudiantes. Por tanto, dar el paso hacia la inserción de tecnológica en la educación, requiere de evidenciar su efectividad en el desarrollo del pensamiento matemático. Al respecto, Cruz y Puentes (2012) destacan la importancia de recordar que “el uso de estas herramientas no puede sustituir la conceptualización ni los procesos que conllevan la enseñanza de la asignatura, sino que sirven de soporte para lograr un mejor entendimiento” (p.130).

En este sentido, diversos autores señalan que la simple incorporación de las TIC no garantiza una modificación en la enseñanza, sino la manera cómo se utilizan para que los estudiantes mejoren su aprendizaje (Grisales-Aguirre, 2018; Arnaldos y Faura, 2012; Triana-Muñoz, et al., 2016). En esto radica la importancia de valorar su uso por el desarrollo cognitivo que propicia en el estudiante y no limitarse a la motivación que ofrece.

Por tanto, se considera como punto de partida la necesidad de concretar

adaptaciones importantes que reflejen una inserción tecnológica óptima y pertinente en la educación matemática. De acuerdo con Grisales-Aguirre (2018), la buena enseñanza con tecnología requiere la comprensión de las relaciones entre el contenido, la pedagogía y la tecnología. De esta forma, el objetivo del presente ensayo académico es analizar los tres aspectos anteriores desde la perspectiva de la didáctica en matemáticas y que permita responder a la pregunta: ¿Cuáles serían las consideraciones didácticas que se deben contemplar en la implementación de recursos tecnológicos y que realmente propicien un impacto significativo en la educación matemática?

Para dar respuesta, se reflexiona sobre la naturaleza de los objetos matemáticos y los procesos de pensamiento que intervienen en su comprensión a fin de brindar un referente sobre la disciplina. Posteriormente, se presentan dos metodologías de enseñanza para analizar el uso de la tecnología como medio en relación con el aprendizaje que se quiere lograr. Asimismo, se discute sobre el impacto que deriva de la aplicación de las TIC en la educación matemática. Finalmente, se establecen algunas consideraciones para implementar la tecnología con eficacia.



Naturaleza de los contenidos matemáticos

Resulta evidente señalar que, para enseñar matemáticas se requiere tener conocimientos sólidos del tema que se enseña; sin embargo, no sólo basta conocer los procedimientos, fórmulas o definiciones de los conceptos matemáticos. De acuerdo con Godino, Batanero y Font (2003), las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas son un factor que condiciona su enseñanza. Por ello, dado que dicha naturaleza es tratar con objetos abstractos, es decir, los objetos matemáticos son una representación simbólica, no material, conviene reconocer el papel que juegan los símbolos y signos en la enseñanza de esta disciplina.

Macías-Sánchez (2014) menciona que “una característica propia y específica de las estructuras y conceptos matemáticos es la necesidad de emplear diversas representaciones para asimilarlos y aprehenderlos en toda su complejidad” (p. 31). Es decir, entre más representaciones se tenga de un objeto y se pueda transitar de una representación a otra, más cerca se está del significado de los conceptos matemáticos.

A partir de reconocer que el tránsito entre representaciones favorece la comprensión dado que contribuye a una mejor conceptualización

del objeto matemático, es preciso destacar que aprender matemáticas implica también desarrollar procesos cognitivos que favorezcan dicho tránsito. Al respecto, se destaca la noción de visualización, Cantoral y Montiel (2003) señalan que “es la habilidad para representar, transformar, generar, comunicar, documentar y reflejar información visual en el pensamiento y el lenguaje del que aprende” (p. 694) y subrayan que realizarla requiere de utilizar nociones matemáticas asociadas a aspectos numéricos, gráficos, algebraicos o verbales, es decir, la visualización matemática implica las distintas representaciones de un objeto. En este sentido, favorecer el tránsito entre las representaciones requiere promover el desarrollo de la visualización en el estudiante.

Para dar un ejemplo de lo expresado anteriormente, se presenta una situación tomada de Bolio (2017), referente al tema de integral definida de una función. Considérese la expresión:

$$\int_{-3}^3 |x + 2| dx$$

Si se solicita al estudiante determinar el valor de la integral anterior, este puede desarrollar un algoritmo para dar solución a partir de la

representación algebraica. No obstante, una correcta transformación de una representación a otra le permitirá reconocer que existe una acumulación de áreas cuando la variable cambia. Esto se aprecia mejor mediante una representación gráfica (figura 1), donde la expresión corresponde a la superficie color gris.



Figura 1. Representación gráfica de la expresión (Bolio, 2017).

Al movilizar el proceso de visualización, el estudiante logrará percibir que el valor del área dado por los dos triángulos rectángulos formados por la expresión corresponde a la solución de la integral. Es así como al interpretar una situación en más de una representación diferente a la que se le dio originalmente, se obtiene nueva información sobre el objeto representado.

Por consiguiente, para el aprendizaje de un objeto matemático “es

importante el aspecto representacional que lo configura y el desarrollo de un significado personal sobre este objeto” (Pérez, Reyes y Reyes, 2019, p. 20). Esto sugiere que se debe proveer al estudiante la oportunidad de entender de manera más precisa el tránsito entre representaciones, no sólo desde la perspectiva del docente, sino también desde su propia experiencia. Al respecto, Pérez, et al., (2019) sugieren que, “dentro del proceso de comprensión de un objeto matemático el estudiante debe ser capaz de manipularlo en toda su extensión” (p. 15). Ante esto, surge la necesidad de cuestionarse sobre los métodos de enseñanza que atiendan de manera pertinente la experimentación y manipulación de los objetos matemáticos.

Metodologías de enseñanza

Los estudiantes comprenden las matemáticas cuando identifican y utilizan conceptos, procedimientos y habilidades necesarias que les posibilitan emplear flexiblemente lo que saben en nuevas situaciones (Pérez, et al., 2019). Estos requerimientos ponen de manifiesto la importancia de reflexionar en el tipo de metodología que mejor atienda la enseñanza oportuna de los contenidos matemáticos.

Respecto a las nuevas formas de

enseñar, Santos (2000) menciona que una característica notable que distingue el uso de la tecnología es que permite a los estudiantes experimentar y examinar las relaciones matemáticas desde diversos ángulos o perspectivas. Por otra parte, Grisales-Aguirre (2018) discute que las metodologías tradicionales no ofrecen al estudiante experiencias que generen una real comprensión de los temas al no consentir una interacción con el objeto de conocimiento que $f(x) = \frac{x^4+x^3+x}{x^3+x+2}$, esta metodología tradicional es entendida como aquella en la que no se utiliza tecnología, limitándose al lápiz y papel. Ante estas dos perspectivas, analizar el uso las TIC es un aspecto fundamental para concebir una forma innovadora de enseñar las matemáticas.

Si bien, la tecnología tiene ventajas sobre la metodología tradicional en tanto posibilita una mayor manipulación del objeto matemático, es importante considerar que no todos los contenidos requieren el

uso de un recurso específico para su comprensión. Al respecto Grisales-Aguirre (2018) hace énfasis en la importancia de determinar qué tipo de contenidos deben orientarse mediante el uso de tecnologías. Esto no quiere decir que el uso de herramientas tecnológicas sea superior, sino que resulta conveniente analizar los contenidos en los que es necesario implementarlas, por ejemplo, en temas en los que los estudiantes presenten problemáticas de aprendizaje, aquellos con dificultades en la enseñanza o que requieran de mayor manipulación de los objetos matemáticos.

Para ilustrar lo anterior, se presenta una situación tomada de Pluvinage (2019) en donde, con apoyo del software Geogebra se muestran tres vistas de la función ,

a fin de realizar observaciones locales a partir del comando *zoom* que permite aproximar o alejar una figura trazada. El autor presenta en la figura 2 tres gráficas, la gráfica de la izquierda se sitúa en un micro-

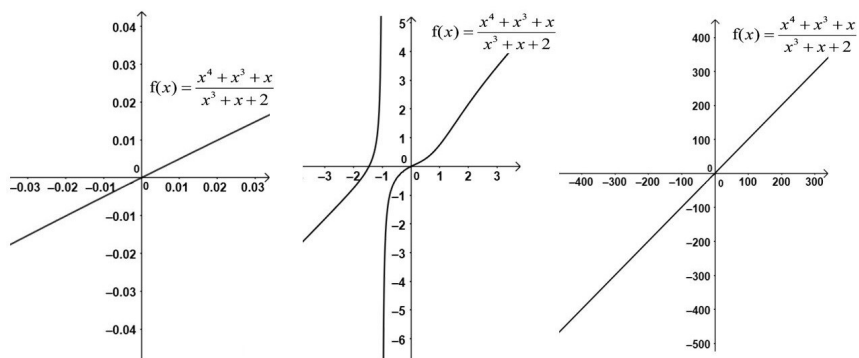


Figura 2. Tres vistas de la misma función, en el micro, meso y macro-espacio (Pluvinage, 2019).

espacio: las graduaciones de los ejes corresponden a centésimos; la gráfica del centro se sitúa en el meso-espacio: la graduación está en unidades y es la que usualmente se utiliza en la enseñanza; la gráfica de la derecha se sitúa en el macro-espacio: las graduaciones aparecen en centenas.

El fenómeno por destacar es que dos de estas gráficas se ven como rectas. De acuerdo con Pluinage (2019), el interés específico de la obtención de rectas, aun cuando son solamente aproximadas, es que son los objetos por excelencia de cálculos de tipo proporcionalidad, lo cual ayuda mucho a la formulación de predicciones.

De lo anterior, se enfatiza la oportunidad de exploración y manipulación que ofrecen las herramientas tecnológicas sobre las representaciones de los objetos matemáticos, lo cual sería difícil de analizar mediante medios tradicionales. No obstante, sería erróneo pensar que las herramientas tecnológicas son promotoras de una transformación educativa si no se cambian las prácticas educativas ni los enfoques didácticos (Arriasec y Santos, 2017), pues es necesario planificar y decidir cuándo y cómo deben integrarse las TIC, seleccionando los recursos que mejor se adecuen al aprendizaje esperado. Además, la aplicación de la tecnología

sin un criterio claro de su utilidad cae en un empleo inadecuado y deja de lado su potencial. Por tanto, es importante considerar que además de tener conocimiento sobre la disciplina y su enseñanza, también es necesario entender los usos educativos de la tecnología.

La tecnología como medio

La buena enseñanza con tecnología requiere de comprender las relaciones que se establecen entre las nociones en informática, los contenidos a enseñar y las estrategias didácticas (Triana-Muñoz, et al., 2016), las cuales se complementan entre sí para lograr una implementación óptima por parte del docente. En este sentido, si el profesor tiene conocimientos sobre la naturaleza de los contenidos matemáticos y una adecuada metodología de enseñanza, no sería condición suficiente para alcanzar los aprendizajes esperados haciendo uso de las TIC.

Con los avances tecnológicos se han desarrollado diversas herramientas digitales que pretenden mejorar la calidad en la enseñanza de diferentes contenidos matemáticos. Además, es posible acceder a una gran variedad de recursos en línea, los cuales pueden ser de tipo comercial o de uso libre. Ante la diversidad, es necesario analizar el uso potencial y las contribuciones



de la tecnología en la enseñanza matemática con la intención de discernir entre los recursos apropiados para desarrollar procesos cognitivos en los estudiantes de acuerdo con el área del conocimiento matemático que se trabaje.

En este sentido, se han creado distintas redes en las que se comparten recursos digitales que incorporan el uso graficadores y software matemático como GeoGebra, Descartes, Cabri Geometre, Derive, entre otros, mediante los cuales es posible realizar simulaciones interactivas. De acuerdo con Arnaldos y Faura (2012) estas simulaciones “son representaciones gráficas e interactivas de un fenómeno, que permiten al estudiante realizar cambios y observar su efecto en el fenómeno que se representa” (p. 131), lo que posibilita la interacción y experimentación con el objeto matemático.

Una de estas redes es el Proyecto Gauss creado por el Instituto de Tecnologías Educativas (ITE), el cual es una web en donde se presentan herramientas didácticas para diversos contenidos curriculares de Primaria, ESO y Bachillerato; un ejemplo se muestra en la figura 3. Diaz (2015) señala que “el material aportado es de muy buena calidad didáctica, ya que son una serie de recursos que permiten hacer la enseñanza de las

matemáticas más dinámica, aplicada en contextos, con animaciones y utilizando Geogebra” (p. 184).

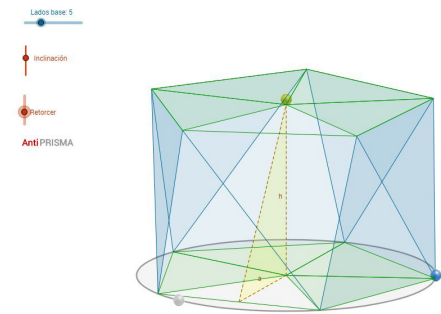


Figura 3. Imagen interactiva sobre el concepto de prisma y antiprisma. (Losada, s.f.).

Por otra parte, la literatura expone casos en los que este tipo de tecnología favorece una asimilación más dinámica y práctica, a partir de proveer al estudiante un aprendizaje desde su experiencia. Uno de ellos se evidencia en Santana y Gómez-Bancarte (2019), donde se da a conocer los resultados de la aplicación de una propuesta didáctica basada en la Experimentación, Modelación y Simulación (EMS) y el uso del software GeoGebra implementados en la formación de docentes de telesecundaria. A partir del estudio se reportó una mejora en el dominio de los contenidos matemáticos, en comparación con el grupo al que no se la aplicó la propuesta. Ante ello, los resultados revelan que emplear estrategias similares en el aula

generan ambientes innovadores para el aprendizaje de las matemáticas.

Asimismo, en un estudio realizado por Ramírez (2015) se reporta una experiencia de aprendizaje sobre el tema de transformación de funciones utilizando el programa *Mathematica 10*. La investigación sugiere que esta herramienta apoya al estudiante, no solo a visualizar el objeto matemático mediante su gráfica, sino también a manipularlo. Al posibilitarle variar de manera voluntaria distintos parámetros y experimentar con la representación algebraica del objeto en cuestión le ayuda a entender cómo estos aspectos generan transformaciones en la representación gráfica asociada. El autor señala que, desde el comienzo de la implementación de la herramienta en el aula, se vio un cambio en la motivación y seguridad de los estudiantes.

Estas experiencias confirman que la tecnología puede cumplir el objetivo de contribuir a los procesos cognitivos para una mejor comprensión de los objetos matemáticos. Al respecto, Ramírez (2015) menciona que “diversas investigaciones están demostrando que los estudiantes pueden aprender más matemáticas y de manera más profunda con el uso de una tecnología apropiada sin llegar a cometer el error de

usarla como sustituto de intuiciones y comprensiones conceptuales” (p. 67). Lo anterior denota un énfasis en la importancia de hacer uso responsable de los recursos tecnológicos, pues el estudiante no debe hacerse dependiente de la tecnología, sino que estos recursos deben considerarse como un medio para enriquecer el aprendizaje. En tal sentido, la labor del profesor “debe ser discriminar entre todos los recursos existentes, atendiendo a los objetivos que se persigan, motivar correctamente a los alumnos en su uso y valorar la eficacia del empleo de las mismas” (Arnaldos y Faura, 2012, p. 138).

Conclusiones

La inserción de la tecnología en la educación matemática demanda cambios en el quehacer del profesional en la docencia, ya que éste necesita estar preparado para ofrecer a sus estudiantes oportunidades de aprendizaje apoyados en las TIC. Sin embargo, de poco sirve el empleo de estos medios tecnológicos si no se es consciente de las implicaciones que conlleva usarlos de manera tal que se propicie un aprendizaje significativo. En este escrito se ha discutido sobre algunas implicaciones para que la inserción tecnológica en el procesos de enseñanza-aprendizaje de la



matemática sea pertinente. Es así, que estas implicaciones se observan desde tres aspectos: matemático, didáctico y tecnológico.

Sobre el conocimiento matemático del docente, es importante destacar que no se trata únicamente de la comprensión de los procesos, algoritmos o fórmulas para resolver ejercicios matemáticos. Si bien, este conocimiento es imprescindible para la enseñanza de la disciplina, también es importante que el docente conozca sobre los procesos cognitivos involucrados en la comprensión de los objetos matemáticos, así como los aspectos que favorecen su desarrollo. En este sentido, se destacan tres implicaciones: a) conocimiento sobre los conceptos matemáticos, b) reconocer la naturaleza abstracta de los objetos matemáticos y, c) conocimiento sobre los procesos cognitivos que permiten su apropiación.

En cuanto a las implicaciones didácticas, se parte de la necesidad de clarificar los aprendizajes esperados que guiarán los procesos de enseñanza y reconocer los beneficios que la tecnología propicia en el logro de los objetivos establecidos para determinados contenidos. Conviene recordar que en la consecución de estos objetivos de aprendizaje existen dificultades que los estudiantes

afrontan, los estudios presentados dan cuenta de que la tecnología es una opción pertinente para subsanar algunas de estas problemáticas. Por ello, las implicaciones a considerar son: a) conocimiento sobre las problemáticas de aprendizaje, b) identificar los contenidos en los que la enseñanza tradicional no es suficiente y, c) claridad en los aprendizajes esperados.

En relación con el aspecto tecnológico, al igual que en el conocimiento matemático, para implementar una herramienta es imprescindible saber cómo utilizarla, en términos del funcionamiento del ordenador y de la propia herramienta digital. No obstante, el conocimiento tecnológico no se limita a ello, sino que es preciso reconocer los procesos cognitivos que estos medios ayudan a desarrollar en el estudiante. Lo anterior, partiendo de considerar las problemáticas que ayudan corregir a fin de discernir entre la extensa variedad que la web ofrece. Ante esto se establecen las siguientes implicaciones: a) reconocer que la tecnología es solamente un medio, b) conocimiento sobre el uso de las herramientas, c) valorar lo que se obtiene con cada una de ellas en el aprendizaje de los estudiantes.

Ante lo anterior, se enfatiza la importancia de la labor del docente en este proceso, pues de él depende

que el uso de la tecnología, como estrategia adicional, permita desarrollar experiencias formativas y motivadoras en el estudiantado, llevándolo a afrontar la asignatura con una perspectiva diferente y más atractiva. Además de aumentar la posibilidad de otorgarle mayor autonomía en la interacción con los objetos matemáticos.

Por último, conviene mencionar que existen diversos retos que derivan de incorporar la tecnología en la educación matemática, más allá de la desinformación y falta de motivación,

las complicaciones van desde la alfabetización digital en docentes y estudiantes hasta la falta de recursos financieros para que las escuelas cuenten con estas herramientas. En este sentido, en este escrito no se pretendió profundizar en las diversas problemáticas, sino más bien es una invitación para que los docente que cuentan con las herramientas necesarias para incorporar las TIC en la educación matemática lo hagan de manera óptima, a partir de considerar los beneficios que estas coadyuvan en pro de un aprendizaje significativo.

Referencias

Arnaldos, F. y Faura, Ú. (2012). Aprendizajes de los fundamentos de la probabilidad apoyado en TICs. *@tic. Revista de innovación educativa* (9), 131-139. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3495/349532305017>.

Arriasecq, I. y Santos, G. (2017). Nuevas tecnologías de la información como facilitadoras de aprendizaje significativo. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 1-17. <https://doi.org/10.24215/23468866e030>.

Bolio, J. (2017). Pensamiento matemático en cálculo: Propuesta para el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista de investigación y divulgación en matemática educativa*, 7, 15-20. <https://bit.ly/2NtYRQk>.

Cantoral, R., y Montiel, G. (2003). Visualización y pensamiento matemático. *Acta latinoamericana de matemática educativa*, 16(2), 694-701. https://www.clame.org.mx/documentos/alme%2016_2.pdf.

Cruz, I. y Puentes, A. (2012). Innovación educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la matemática básica. *Revista de Educación Mediática y Tic*, 1, 127-147. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2855>.



Dreher, A. y Kuntze, S. (2015). Teachers' professional knowledge and noticing: The case of multiple representations in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 88(1), 89-114. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9577-8>.

García, N. (2015). Matemáticas creativas en proyecto Gauss. *NÚMEROS*, 89, 177-184. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166950>.

Godino, J., Batanero, C., y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4829>.

Grisales-Aguirre, A. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2654/265459295014>.

Losada, R. (s.f.). *Prismas y antiprismas*. Proyecto Gauss. Consultado el 21 de junio de 2020. http://geogebra.es/gauss/materiales_didacticos/primaria/actividades/geometria/cuerpos/prismas_antiprismas/actividad.html.

Macías, J. (2014). Los registros semióticos en matemáticas como elemento de personalización en el aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa Conect@2*, 4(9), 27-57. <http://www.movilred.co/images/uploads/325867118-Educacion.pdf>.

Pérez, B., Reyes, B. y Reyes, E. (2019). Algunas consideraciones sobre la comprensión de los contenidos matemáticos (Original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 15(2), 12-23. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/775>.

Pluvinage, F. (2019). Importancia de procesos cognitivos instrumentados en la enseñanza de las matemáticas. En Hernández, L., Borja, I., Slisko, J. y Juárez J. (Eds.). (2019). *Aportes a la educación matemática basados en la investigación* (pp. 79-96). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/publicaciones/APEMBI.pdf>.

Ramírez, C. (2015). Diseño de herramientas que fomentan el aprendizaje de matemáticas con ayuda de Mathematica 10. *Elementos*, 5, pp. 65-78. <http://dx.doi.org/10.15765/e.v5i5.613>.

Santana, A. y Gómez-Blancarte, A. (2019). Experimentación, modelación, simulación y el uso de GeoGebra en la formación matemática de profesoras de telesecundaria. En Hernández, L., Borja, I., Slisko, J. y Juárez, J. (Eds.). (2019). *Aportes a la educación matemática basados en la investigación* (pp. 59-78). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/publicaciones/APEMBI.pdf>.

Santos, M. (2000). Students approaches to the use of technology in mathematical problem solving. Paper presented at the working group Representation and Mathematics Visualization. Arizona: PMENA.

Triana-Muñoz, M., Ceballos-Londoño, J. y Villa-Ochoa, J. (2016). Una dimensión didáctica y conceptual de un instrumento para la Valoración de Objetos Virtuales de Aprendizaje. El caso de las fracciones. *Entramado*, 12 (2), pp. 166-186. <http://ref.scielo.org/gt77wz>.