



Entramado

ISSN: 1900-3803

Universidad Libre de Cali

Grisales-Aguirre, Andrés Mauricio

Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas*

Entramado, vol. 14, núm. 2, 2018, Julio-Diciembre, pp. 198-214

Universidad Libre de Cali

DOI: <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265459295014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH  redalyc.org


Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas*

Andrés Mauricio Grisales Aguirre

Docente investigador en el área de matemáticas y estadística en la Universidad Católica Luis Amigó, Regional Caldas - Manizales.
andres.grisalesag@amigo.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-4385-4474>

RESUMEN

El presente artículo muestra la revisión de literatura en cuanto al uso de recursos tecnológicos en procesos de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas en distintos contextos de formación con el fin de identificar cuáles son los aspectos teóricos y tecnológicos que se deben tener en cuenta para la creación de estos recursos, cuál ha sido el impacto de su aplicación y cuáles son los retos y perspectivas que se presentan en este campo de trabajo. Se hizo una revisión de 33 referencias seleccionadas después de una búsqueda en bases de datos aplicando ciertos criterios de inclusión y de exclusión y también una revisión de otros trabajos referenciados en estas mismas. Se concluye que el uso de este tipo de recursos en clases de matemáticas tiene un impacto positivo en los estudiantes, sin embargo hace falta realizar estudios que profundicen más respecto a este impacto en períodos más amplios de tiempo. Se plantea que para lograr aprendizajes significativos de la matemática utilizando recursos tecnológicos es necesario articular en los currículos de formación las competencias comunicativas y tecnológicas, no solo en los estudiantes sino también en los docentes quienes deben transformar los métodos tradiciones de enseñanza de esta área.

PALABRAS CLAVE

Educación matemática, aprendizaje virtual, aprendizaje asistido por ordenador, E-learning, tecnología de la información y educación

Use of resources TIC in the education of the mathematics: challenges and perspectives

ABSTRACT

The present article shows the literature review to the use of technological resources, these in the mathematics processes of education - learning in different academic training context. In order to identify first of all which are the theoretical and technological aspects that must be taken into consideration for the creation of these resources; second which has been the impact of its application and third which are the challenges and perspectives that are presented in this field work. After a search on the databases one revision of 33 selected references were made applying certain inclusion and exclusion criteria. Beside, one revision of other similar reference works were made. It follows that the use of this kind of resources in mathematic classes have a positive impact on students learning.

Recibido: 13/02/2018 **Aceptado:** 31/05/2018

* Este artículo se presenta como uno de los resultados del proyecto Fortalecimiento de competencias básicas de matemáticas en estudiantes de educación secundaria y superior; financiado por la Universidad Católica Luis Amigó y el Sena Regional Caldas.

<http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) Published by Universidad Libre - Cali, Colombia.

Cómo citar este artículo: GRISALES-AGUIRRE, Andrés Mauricio. Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *En:* Entramado. Julio - Diciembre, 2018. vol. 14, no. 2, p. 198-214 <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>



However, it is necessary to have additional studies which emphasize in this impact for longer period of time. It is argued that in order to achieve meaningful learning of mathematic knowledge through the technological resources it is necessary to articulate the communicative and technological competences in the curriculum design, not only in the students but also in the teachers who must transform the teaching methods of this area.

KEYWORDS

Mathematical education, E-learning, Learning represented by computer, technology of the information and education.

Uso de recursos de TIC no ensino de matemática: desafios e perspectivas

R E S U M O

Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre o uso de recursos tecnológicos no ensino - aprendizagem da matemática em diferentes contextos de formação, a fim de identificar os aspectos teóricos e tecnológicos que devem ser considerados para a criação são desses recursos, qual tem sido o impacto de sua aplicação e quais os desafios e perspectivas que surgem nesse campo de trabalho. Uma revisão de 33 referências selecionadas foi feita após uma busca em bases de dados aplicando certos critérios de inclusão e exclusão e também uma revisão de outros trabalhos referenciados neles. Conclui-se que o uso desses recursos nas aulas de matemática tem um impacto positivo sobre os alunos, no entanto estudos devem aprofundar mais sobre este impacto sobre longos períodos de tempo. Argumenta-se que, para alcançar a aprendizagem significativa da matemática usando recursos tecnológicos necessários para articular nos currículos de formação competência comunicativa e tecnológico, não só estudantes, mas também professores que devem transformar as tradições desta métodos de ensino da área.

PALAVRAS-CHAVE

Educação matemática, aprendizagem virtual, aprendizagem assistida por computador, E-learning, tecnologia da informação e educação

Introducción

La investigación en educación ha tenido un auge importante a partir del año 2001 en los ámbitos académicos (explicado en parte por la vinculación de las nuevas tecnologías a los procesos educativos), abarcando distintos sectores de la sociedad y logrando que instituciones de educación superior y entidades gubernamentales entre otros, incluyan los resultados de estas investigaciones como uno de los temas principales en sus agendas de trabajo con miras a la transformación de las políticas públicas en este campo y a la mejora del rendimiento académico de los estudiantes (Claro, 2016).

A nivel internacional existen varias organizaciones que se encargan de generar políticas públicas en materia educativa, generando resultados importantes para los procesos de mejora en esta área de conocimiento. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por ejemplo, promueve iniciativas como el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés), a través de las cuales se ha logrado evidenciar un bajo rendimiento en competencias básicas

para los estudiantes colombianos. A nivel nacional las pruebas SABER 11° y las pruebas SABER PRO, se han convertido en los referentes más importantes para evaluar la calidad de la educación de los estudiantes que terminan su ciclo de educación media y profesional, respectivamente (Ministerio de educación Nacional, 2015).

El diseño de estas pruebas (Saber 11°, Saber Pro, PISA, etc.), involucra en una muy buena proporción, preguntas de distintas ramas de la matemática y al igual que otras áreas como lenguaje y comprensión lectora, convierte estas en un componente fundamental de estas pruebas. Sin embargo, las dificultades del proceso de enseñanza – aprendizaje que se presentan, particularmente para el campo de las matemáticas, ha generado ciertos rechazos para el desarrollo de sus temas en los distintos círculos académicos, especialmente en los estudiantes de educación media, en donde es común encontrarse juicios tales como: es una materia de difícil comprensión, es la más difícil de superar, es la materia que siempre se pierde, etc. llevándolos incluso a orientar su formación profesional en programas que tengan el menor contenido matemático posible (Castellanos y Cervantes, 2018).

Estas observaciones suscitan el planteamiento de los retos que se le presentan al proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática y la necesidad de adaptarlo a los procesos de formación profesional integral (FPI). En primera medida se evidencia el hecho de que la matemática, al igual que la gran mayoría de los campos del conocimiento, se encuentra en un proceso de “súper especialización” (ampliación vertiginosa de la frontera de conocimiento) y cada día surgen nuevas aplicaciones, desarrollos y conceptos, que, junto con la manera de abordarlos, se transforman con la aparición de nuevas tecnologías. En segundo lugar, está el innegable hecho de que el estudio de esta materia no es un proceso simple y en los distintos contextos de formación se requiere actualizar los métodos de enseñanza, incorporando nuevas estrategias y tecnologías con el fin de generar motivación por parte de los estudiantes, llevándolos de paso a indagar sobre los alcances que tiene la matemática en una gran variedad de situaciones de su vida profesional y práctica (Soller, Cárdenas, Hernández, Monroy, 2017)

Estas observaciones sobre el proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas plantea importantes desafíos entre los cuales se puede mencionar: la manera como debe orientarse dicho proceso, los recursos que deben emplearse y la coherencia entre lo que se hace y lo que se quiere lograr (proceso de evaluación). A lo largo de los últimos 10 años, este marco de desafíos ha generado dos corrientes muy importantes. En primer lugar, la didáctica en la enseñanza de las matemáticas que ha alcanzado madurez científica, consolidándose como una disciplina de estudio que aborda los propósitos de la educación matemática en los contextos específicos en los que se desarrolla. En segunda instancia está la relación dialéctica entre el docente y el estudiante, en la cual el primero dista del segundo en metodologías, motivaciones y necesidades de formación específicas (Castellanos y Cervantes, 2017).

Estas reflexiones sobre la enseñanza de la matemática son de gran importancia en la sociedad de conocimiento actual, en la cual, hay una creciente necesidad de dominar desde los tópicos básicos hasta los más avanzados en todos los contextos de formación, ya que ésta es una disciplina que ha adquirido protagonismo en distintas mesas de trabajo, particularmente en áreas como el desarrollo científico y tecnológico. Sin embargo, a pesar de que la formación en este campo es un proceso que se inicia desde etapas muy tempranas, alcanzar niveles óptimos de calidad, pertinencia y dominio de conceptos básicos ha sido un proceso que ha revelado muchas dificultades por razones como la desmotivación por parte de los estudiantes y por las dificultades que encuentran los docentes para diseñar una orientación práctica y efectiva, convirtiendo estos hechos en la base para desarrollar múltiples investigaciones desde

la teoría cognitiva, a partir de la pedagogía y de la didáctica de la matemática (Donati, 2015).

Desde este punto de vista, la problemática que se plantea puede ser descrita desde dos perspectivas: por un lado, la necesidad de dominar los temas básicos, generada al interior de cada una de las instituciones de educación, donde se reconoce además que los conceptos que comprenden esta área son transversales a una gran variedad de campos del conocimiento; por otro lado, están los elementos que deben enmarcar el proceso de enseñanza – aprendizaje mediado por el uso de recursos tecnológicos. El presente documento aborda desde la revisión documental estas dos perspectivas respondiendo los siguientes interrogantes: ¿Cuál ha sido la evolución y el impacto de los recursos TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas? Y ¿Cuáles son los desafíos y perspectivas que se presentan en esta área de trabajo?

Con el objeto de dar respuesta a estos interrogantes se han incorporado como técnicas de análisis los métodos inductivo y deductivo, inherentes al diseño de investigación de tipo documental y de revisión bibliográfica (Hernández, Fernández, Baptista, 2010).

Este artículo está estructurado en 5 secciones: el primero que comprende la presente introducción donde se describen los antecedentes de este campo de investigación y las reflexiones que suscitaron este estudio. La segunda sección contiene los elementos teóricos que permiten comprender la evolución del uso de recursos tecnológicos en procesos de formación. La tercera sección presenta el proceso metodológico empleado para construcción del artículo. Posteriormente, en el cuarto apartado se exponen los principales resultados derivados de este análisis; por último, se presentan las conclusiones.

I. Elementos teóricos – Evolución de los recursos digitales en el aula de clase

A principios del año 2000, el uso de la web da un giro importante con la incorporación de herramientas que facilitaron la interacción de los usuarios entre sí y con la red misma, generando una gran diversificación de contenidos y una gran oportunidad para compartir experiencias e información general (Berners-Lee, Hendler y Lassila, 2001). Los primeros en aprovechar esta revolución tecnológica fueron las universidades e institutos de educación superior, quienes empezaron a desarrollar recursos como los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) o sistemas de gestión de aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) para el desarrollo de los contenidos de ciertos programas.

El impacto del uso de estos recursos empieza a hacerse evidente muy pronto en países como Inglaterra en donde el porcentaje de uso de LMS pasa de un 7% en 1994, a un 85% en el 2003 (Britain y Liber, 2004).

Para este año 2000, el surgimiento de las tecnologías digitales, entendidas como las soluciones tecnológicas inherentes a la era digital contemporánea y propias de los recursos computacionales, trae consigo una gama de nuevas áreas de estudio tales como el Analytics o Educational Data Mining (EDM) (Campbell, DeBlois y Oblinger, 2007), quienes se encargan de estudiar el impacto que tiene el uso de estos recursos en la comunidad estudiantil y establecer las estrategias para mejorar los resultados del aprendizaje. Muchos de los estudios que se dieron en esta línea de trabajo estuvieron basados en la idea de que las tecnologías digitales deberían tener un impacto positivo en los procesos educativos de la misma manera como lo tuvo en otros campos tales como el laboral, los medios de comunicación y el entretenimiento (García Aretio, 2017). Este supuesto se basa en el aumento exponencial que tuvo la disponibilidad de recursos tecnológicos en el mercado, el auge de herramientas y aplicaciones con mayor disponibilidad para el usuario común y la demanda de recursos tecnológicos por parte de los centros educativos. Sin embargo, este tipo de análisis fue requiriendo una revisión mucho más exhaustiva con el fin de determinar el impacto real de las tecnologías digitales en la calidad y pertinencia del aprendizaje.

Con la evolución de los recursos de internet y la manera cómo los usuarios interactúan con ellos, el uso de internet se vuelve más dinámico permitiendo crear comunidades virtuales de usuarios que comparten sus contenidos, brindando la posibilidad de que puedan proponer sus propios diseños, lo cual se convirtió también en una gran oportunidad para diversificar los procesos de enseñanza y aprendizaje de muchas disciplinas. Estas nuevas características del uso de internet fueron denominadas como web 2.0, término que fue utilizado por primera vez por Darcy DiNucci en 1999 y popularizado en 2005 por Tim O'Reilly, quien estableció que al mencionar el término 2.0 se está haciendo referencia al conjunto de aplicaciones y recursos de internet que se desarrollan de manera colectiva (software social) para generar una dinámica interactiva en la red (Escorcia – Oyola, Jaimes de Triviño, 2015).

Otro de los elementos asociados a la evolución en el uso de recursos TIC fue el concepto de sociedad de conocimiento. Aunque esta es una expresión que tuvo su aparición en etapas muy tempranas del desarrollo tecnológico (Drucker Peter, 1969), donde se entendió como una propuesta de considerar el conocimiento como eje central de la riqueza

y de la productividad, en la actualidad se entiende como un concepto pluralista, enfocado hacia las transformaciones sociales, económicas y culturales y caracterizado por la facilidad para el acceso a la información, la variedad lingüística y la libertad de expresión (UNESCO, 2005). Este elemento, asociado también al concepto de sociedad del saber o sociedad de la información, propende por las grandes transformaciones en materia educativa cuya finalidad es incorporar los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza – aprendizaje para ampliar las fronteras del conocimiento (Lankshear y Knobel, 2006).

Con la masificación de la información a través de los medios virtuales, se van creando nuevas herramientas que permiten un uso más eficiente y seguro de esta. Es así como aparecen estrategias como la de computación en la nube (Armbrust, *et al.* 2010), lo cual se asocia con la posibilidad de utilizar el internet mismo como un espacio de almacenamiento de la información, a la cual se puede acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento. Una oportunidad derivada de este hecho, es la de compartir grandes volúmenes de información, lo cual no se puede hacer a través de los medios tradicionales como el correo electrónico que se queda corto en relación al espacio virtual que van ocupando los contenidos digitales. Se abre también la posibilidad de trabajar de manera simultánea con otros usuarios en cualquier lugar del mundo gracias a la posibilidad de editar documentos compartidos por varios usuarios que disponen de enlaces o claves de acceso. Esto genera de paso una posibilidad de disminuir el riesgo de perder información valiosa cuando los equipos o dispositivos físicos de almacenamiento fallan, sin que se hayan elaborado copias de respaldo de los archivos.

Otro concepto que ha significado la transformación del rol pasivo de acceso y uso de los recursos de la red, a un rol activo y colaborativo por parte de los usuarios, es el de las redes sociales (Farnós, 2011). Este elemento marcó una evolución importante en la manera cómo las personas accedían a la información a través de medios tradicionales como periódicos, la radio y la televisión, dando apertura a medios tales como Twitter o Facebook (los más tradicionales actualmente), a través de los cuales, los usuarios no solo pueden visualizar contenidos abiertos de información de cualquier interés, sino también crear comunidades o grupos de usuarios especializados en temas específicos.

Una ventana de oportunidades que se abre para crear comunidades de aprendizaje que se unen para compartir recursos y experiencias en el aula de clases y que incluso han trascendido a medios como YouTube, Khan Academy, Descartes, entre muchas otras, es lo que se ha venido logrando a través de las redes de conocimiento o redes

de aprendizaje (Gutiérrez, Román, Sánchez, 2018), las cuales pueden ser entendidas como una estrategia de intercambio de información, metodologías, iniciativas de investigación, desarrollo de recursos, y en general, para el desarrollo del conocimiento, trascendiendo barreras locativas, geográficas e incluso idiomáticas (Luna G, 2015).

2. Metodología

El propósito de la revisión bibliográfica fue el de examinar la literatura existente acerca de los recursos TIC aplicados al proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática en distintos contextos de formación, describiendo cuáles han sido los fundamentos utilizados para el diseño de herramientas y recursos, el impacto generado con la utilización de estos elementos y estableciendo cuáles son las perspectivas y desafíos que se presentan en este campo desde el punto de vista de los distintos actores involucrados en el proceso (estudiantes, docentes, instituciones de educación y estamentos gubernamentales). La revisión se centra en el uso y evolución de los recursos TIC aplicados específicamente a la enseñanza de las matemáticas, puesto que el acervo de estudios en contextos generales de formación es suficientemente amplio y ha sido abordado con profundidad en estudios como Escudero (2017), Durán, Estay-Niculcar, Álvarez (2015) y Barriaga (2013). Así mismo, puesto que el tema no ha sido abordado con suficiente amplitud bajo los delimitadores establecidos en esta investigación, se ha incluido en el análisis toda la literatura que refiere algún tipo de investigación o caso específico de aplicación de TIC en matemáticas, bien sea en niveles de educación básica, educación media y/o educación superior.

En cuanto a la metodología, el trabajo se estructuró en dos momentos: en primer lugar, se hizo una inspección de los artículos relacionados bajo los delimitadores establecidos, utilizando para ello las bases de datos online Scopus, Scielo, Science Direct, EBSCO y Redalyc. En un segundo momento se revisaron las referencias encontradas con el fin de descubrir los tópicos relacionados, definir las categorías de análisis y revisar las referencias a otros autores cuyos trabajos se relacionan con el objetivo de búsqueda.

2.1. Criterios de inclusión y de exclusión de referencias consultadas.

Se incluyeron en la revisión los artículos que cumplieron las siguientes condiciones:

1. Artículos que se relacionan con uso de recursos TIC en matemáticas en cualquier nivel de formación.
2. Artículos que relacionan los factores que inciden en

el aprendizaje efectivo de las matemáticas utilizando recursos multimedia interactivos.

3. Artículos relacionados con el aprendizaje de la matemática en la sociedad contemporánea.
4. *Papers* publicados en revistas cuyo contenido está sometido a una revisión por parte de pares evaluadores.

Se excluyeron de la investigación artículos que:

1. No reportarán investigaciones o revisiones de estrategias, casos de estudio o demás, relacionados con el aprendizaje de las matemáticas usando recursos TIC.
2. Artículos que, aunque se refirieran al uso de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza – aprendizaje, no los enfocaran en el campo de la matemática.
3. Reportes de fuentes como capítulos de libros, memorias o conferencias por no ofrecer el rigor científico esperado en los resultados.
4. Literatura no convencional por no ofrecer la certeza de su rigor y verificabilidad.

3. Resultados

Con el fin de visualizar de manera sistemática la información encontrada, obtener el mayor provecho de cada uno de estos trabajos y en aras de cumplir el objetivo de la presente investigación, se establecieron tres categorías dentro de las cuales se agruparon los artículos incluidos. La Tabla 1 muestra esta categorización con las respectivas referencias que la soportan

3.1. Herramientas y recursos: Fundamentos teóricos para el diseño

Esta categoría se estableció con el fin de analizar aquellos casos en los que se han aplicado recursos TIC para desarrollar o apoyar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática en cualquier contexto de formación y determinar los referentes pedagógicos que sustentan el trabajo con recursos tecnológicos en este tipo de procesos, así como algunos de los fundamentos metodológicos que se deben tener en cuenta para su desarrollo.

El uso de TIC en educación ha tenido una importante evolución a lo largo de los últimos cuarenta años, tomando distintos referentes teóricos y pedagógicos como la teoría conductista, la cognitiva, la constructivista y la reciente teoría sociocultural (López, 2017). Cada una de estas teorías ha permitido evidenciar las transformaciones que se han dado en materia educativa a partir de la incorporación de las tecnologías digitales y el uso del computador. La matemática sin embargo, ha sido uno de los campos del

Tabla I.

Categorías y referencias.

CATEGORÍA	ARTÍCULOS INCLUIDOS
Herramientas y recursos: Fundamentos teóricos para el diseño y reportes de casos.	Aragón, Castro, Gómez y González (2009); Balanskat, Blamire y Kefala (2006); Barragués, Morais, Juncal y Guisasola (2013); Cardeño, Muñoz, Ortiz y Alzate (2017); Chiappe y Manjarrés (2013); García y Benítez (2011); García y Romero (2009); Leal (2015); López (2017); Luna (2009); Moreno y Montoya (2015); Ortega, Maldonado y Moreno (2016); Ramírez (2015); Triana, Ceballos y Villa 2016; Vega, Niño, Duarte y Cárdenas (2015).
Impacto del uso y apropiación de recursos TIC.	Bárcenas y Fernández (2013); Barrow, Markman y Rouse (2009); Lizcano (2010); Baumert, Kunter y Blum (2017); Morales (2015); Murcia y Córdoba (2011); Patiño, Rodríguez, Sánchez y Márquez, (2011); Román y Murillo (2014); Téliz (2015).
Retos y perspectivas del aprendizaje de las matemáticas mediado por las TIC	Almerich, Suárez y Jornet (2011); Andrade, López – Morteo (2012); Angel, Huertas, Cuypers y Loch (2012); Banerjee, Cole, Duflo y Linden (2007); Pérez, Matallana, Rodríguez, Moreno y Herrera (2011); Riveros, Mendoza y Castro (2011); Rodríguez, Sánchez y Márquez (2011); Serrano, Torrealba y Serrano(2010); Sucerquia, Londoño, Jaramillo y De Carvalho (2016), Villa, Galvis, Sierra y Velez (2014).

Fuente: Elaboración propia del autor.

saber que más ha tardado en incorporar estas estrategias y en dar un salto importante hacia la utilización de las TIC como apoyo a los procesos de aprendizaje, siendo todavía frecuente el uso de metodologías tradicionales y la realización de procesos mecánicos, descontextualizados y que no generan reflexiones importantes en los estudiantes sobre la utilidad que tienen los conceptos estudiados en su formación académica y en su vida cotidiana (Vega, *et al.* 2015).

En el aprendizaje de las matemáticas el uso de currículos estructurados y secuenciales ha sido la base para adquirir habilidades procedimentales, esenciales en el abordaje de conceptos matemáticos. Sin embargo, este no puede ser el fin principal del proceso formativo, ya que por otro lado se plantea la necesidad de que se desarrollen habilidades de reflexión y discusión en torno a los temas que se estudian y que van más allá de lo memorístico y mecánico. Esto establece un punto de partida esencial para el desarrollo de recursos interactivos como apoyo a la enseñanza y el aprendizaje de la matemática (Triana, *et al.* 2016).

Un caso particular que permite evidenciar la trascendencia del uso de herramientas tecnológicas en procesos de educación matemática lo encontramos en Ramírez (2015), donde a través del software mathematica 10 se desarrollan una serie de herramientas que facilitan el aprendizaje de ciertos temas de precálculo en estudiantes universitarios. El punto de partida de esta investigación es el hecho de que las metodologías tradicionales de aprendizaje no ofrecen al estudiante experiencias que generen una real comprensión de los temas al no permitir una interacción con el objeto de conocimiento que se está estudiando. Esta idea es discutida en Vega, *et al.* (2015), quienes establecen que la tecnología, como recurso de exploración y visualización, debe permitir que el estudiante establezca relaciones entre los distintos objetos matemáticos y se familiarice con las propiedades que estos cumplen, haciéndolos tangibles y manipulables en lugar de abstractos e imperceptibles. Bajo esta premisa, Ramírez (2015) encuentra que el aprendizaje de conceptos como el de función, operaciones con funciones y límites, se hace mucho más efectivo cuando el estudiante puede, a través de este programa, no solo visualizar el concepto como tal por medio de la graficación de funciones, sino también manipular

estos objetos para entender de manera dinámica cómo los aspectos algebraicos generan transformaciones al objeto gráfico asociado y así entender de manera más precisa dichas transformaciones, no sólo desde la perspectiva del profesor, sino también desde su propia experiencia al permitirse variar de manera voluntaria estos parámetros y experimentar con estos objetos de estudio.

Ahora bien, siendo la tecnología un recurso que ofrece grandes beneficios sobre los procesos educativos, es necesario establecer que, si bien el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática demanda la incorporación de recursos tecnológicos en aras de lograr mayor motivación por parte de los estudiantes y diversificación de los métodos de instrucción para los docentes, la utilización de estos elementos no puede hacerse de manera arbitraria y desarticulada ni de lo técnico ni de lo pedagógico, ya que como lo plantea Ramírez (2015), este tipo de estrategias son útiles cuando logran un enriquecimiento del aprendizaje matemático sin llegar a considerarlas como sustitutos de la labor y el acompañamiento docente quien debe jugar un rol, más como facilitador del aprendizaje que como el de dueño absoluto del conocimiento.

Estos aspectos permiten establecer un fundamento importante en el proceso de diseño y utilización de TIC en matemáticas. Por un lado, se ha creado la necesidad de generar recursos tecnológicos que proporcionen una real experiencia de aprendizaje en el estudiante, quien a través de la “experimentación matemática” se vuelve protagonista de su proceso de aprendizaje, siendo autónomo en la variación de los parámetros asociados al concepto que estudia y en las transformaciones que quiere darle a dicho objeto, lo cual se logra con herramientas de simulación y calculadoras online que se constituyen como recursos versátiles para permitir que el estudiante “juegue” con el objeto de estudio. Por otro lado, está el tiempo que quiera y pueda dedicarle al ejercicio de aprendizaje por fuera del aula de clase, accediendo de manera abierta a una gran cantidad de contenidos y creando comunidades de aprendizaje que le permitan conocer las experiencias de otros estudiantes y resolver en conjunto las dudas que puedan ir surgiendo en el desarrollo de estos ejercicios (Ortega, Maldonado y Moreno, 2016).

Esto último, ha sido la base para la creación de los cursos virtuales, estrategia que ha tomado gran auge en la actualidad y cuya evolución se describirá más adelante. Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) y los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) aparecen como estrategias efectivas para transformar las concepciones tradicionales de lo que significa enseñar y aprender matemáticas; el concepto clave es el trabajo colaborativo, mediante el cual, el estudiante vincula sus nuevos aprendizajes con experiencias de saber

previas y basa su aprendizaje en problemas que reflejan su realidad (Moreno y Montoya, 2015).

El otro aspecto importante que se pone de manifiesto en esta discusión es lo que se refiere al concepto de competencia (Aragón, *et al.* 2009). Las necesidades actuales de formación demandan un conjunto de competencias que abarcan desde las capacidades intrínsecas para la autoconstrucción del conocimiento hasta las habilidades y actitudes para construirlo colaborativamente con sus compañeros y docentes junto con la habilidad de comunicarlo de manera efectiva. García y Benítez (2011) establecen un grupo de competencias que abarcan todos los procesos intrínsecos de la enseñanza y aprendizaje en cualquier campo del saber: “a) capacidad de análisis y síntesis; b) capacidad de aprender; c) habilidad para resolver problemas; d) capacidad de aplicar el conocimiento; e) habilidad para manejar tecnologías digitales; f) destrezas para manejar la información y g) capacidad de trabajar autónomamente y en grupo”. En el caso puntual de enseñar y aprender matemáticas, desarrollar estas competencias requiere dejar de lado el modelo simple e instrumental que se venía aplicando tradicionalmente y lo enfrenta al reto de la resolución de problemas contextualizados en la realidad del estudiante, al desarrollo del razonamiento, la argumentación y a la construcción interactiva del conocimiento matemático (Barragüés, *et al.* 2013).

Estas posturas respecto al proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas llevan implícitas el referente teórico-pedagógico en el que se basa la construcción de entornos interactivos, el cual se conoce como constructivismo (Leal, 2015). Este modelo plantea que el estudiante adquiere un rol más activo en la construcción del conocimiento, en lugar del rol receptivo y pasivo propio de los modelos tradicionales. Un elemento clave en la aplicación de este tipo de modelos teóricos en la construcción de entornos interactivos es la identificación del contexto del estudiante ya que el aprendizaje le ofrece una manera de reconocer este entorno y establecer cómo desde su rol puede aportar soluciones importantes a las problemáticas que se le presentan en su día a día, dependiendo naturalmente de su experiencia y conocimiento (García y Romero, 2009).

A este modelo se incorpora la teoría sociocultural o teoría de la zona de desarrollo próximo propuesta por Lev Vygotsky, la cual establece que el aprendizaje no es un proceso que se pueda entender de manera aislada, sino que se da en forma colaborativa con los demás actores del proceso. Este soporte teórico plantea una nueva dinámica para los procesos de enseñanza – aprendizaje puesto que se logra trascender el aprendizaje individualista y memorístico hacia una construcción conjunta del conocimiento donde

intervienen, no solo el conocimiento implícito del propio estudiante, sino también el de sus compañeros y demás personas que le rodean, incluido el docente, condiciones ideales para el aprendizaje con recursos TIC y aprendizaje en línea (Vega, *et al.* 2015).

El concepto de desarrollo de competencias es un aspecto esencial que se debe considerar para el diseño de este tipo de recursos lo cual genera de paso, la necesidad de comprender lo que significa ser competente y la necesidad de incluir en este proceso el desarrollo de competencias en TIC. Un aporte importante al respecto lo plantean García y Benítez (2011) cuando establecen que ser competente en TIC es utilizar este tipo de herramientas como una forma alternativa de interactuar con el mundo y resolver las tareas que se presentan en la cotidianidad de forma efectiva y eficiente. Esto muestra también la necesidad de establecer qué tipo de competencias se quieren desarrollar con el diseño de un AVA ya que no todos proporcionan las mismas oportunidades, requiriendo por tanto que su diseño no se lleve a cabo de manera espontánea y desarticulada. Aquí es importante tener en cuenta que las áreas relacionadas con la matemática demandan un abordaje pedagógico y didáctico distinto a lo que requiere el área socio humanística, por ejemplo, entre otras razones, por el hecho de que en la construcción del conocimiento matemático se presentan muchos problemas de comunicación, que en últimas desembocan en una inadecuada orientación del proceso de enseñanza y aprendizaje (Ortega, *et al.* 2016).

Si bien la aplicación de recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas es una estrategia importante que se debe considerar si se quieren lograr aprendizajes significativos, hay que tener en cuenta que su aplicación demanda no solo aspectos del ámbito tecnológico, sino también otros elementos que delimiten la transformación esperada en el modo de aprender del estudiante. A este respecto, Vega, *et al.* (2015), plantean que “el componente formal de las matemáticas es fundamental en el desarrollo de los OVA y no puede ser minimizado por factores como la estética y la flexibilidad de un EVA” (p. 175). Ante esta perspectiva, el diseño de herramientas TIC como apoyo a los procesos de formación en matemáticas, debe estar soportado por referentes pedagógicos, disciplinares, contextuales y tecnológicos, teniendo en cuenta que estos elementos se desarrollan de manera cíclica durante todo el proceso de aplicación en contextos de formación.

Otro aspecto fundamental que se hace evidente en este proceso, es la evaluación permanente del uso, evolución e impacto de estos recursos en el desarrollo de los contenidos y en la manera cómo los estudiantes los están usando. A este respecto, Cardeño, *et al.* (2017)

plantean que la encuesta de caracterización, la observación participante, la observación estructurada, la entrevista, la prueba estandarizada diagnóstica y la prueba final, son estrategias muy efectivas para determinar cuál es el impacto de la aplicación de este tipo de estrategias en contextos de formación. Un aporte importante de este trabajo es el establecimiento de algunos principios clave a la hora de construir los Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA), al establecer que más que la incorporación de recursos, se requiere de un trabajo en red, donde todos los interesados intervengan en la construcción, transformación y evolución de los procesos de enseñanza – aprendizaje. De esta manera, describe cómo a través de redes colaborativas como Descartes JS y de Khan Academy, se puede acceder a una amplia gama de OIA diseñados y utilizados por otros usuarios en la propia experiencia del aula, observando que una de las características fundamentales del problema de enseñanza – aprendizaje de la matemática es que es un asunto multifactorial que requiere la realización de muchas observaciones y estudios.

Este proceso de evaluación es de gran importancia para lograr que tanto los estudiantes como los docentes encuentren en el uso de OIA una oportunidad para diversificar la enseñanza y el aprendizaje. Para estos últimos actores, los docentes, llega a ser sumamente esencial la valoración y evaluación de estas herramientas ya que al no disponer de criterios suficientemente sólidos que susciten su uso, no se ven motivados por llevar estos elementos a su aula de clase. En este orden de ideas, en Triana, *et al.* (2016) se hace una propuesta muy importante para establecer cuáles son las características que deben ser consideradas por un docente para valorar un OVA, aplicado específicamente al campo del contenido matemático, enumerando de paso la poca disponibilidad de este tipo de herramientas, tanto para profesores como para este campo particular.

En este trabajo se establece que las características generales que debe tener un OVA de modo que responda a la necesidad de mejorar el aprendizaje y que este sea significativo, son: reutilizable, en la medida que pueda ser usado en diversos contextos; interoperable, lo cual puede medirse en términos de que pueda ser utilizado en plataformas distintas; accesible, en la medida en que pueda ser ubicado fácilmente a partir de sus descriptores; durable, de modo que su contenido permanezca vigente en el tiempo; autónomo, dado que estos recursos deben funcionar no solo en el sitio y con los recursos que fueron creados y flexible, permitiendo que estos elementos puedan combinarse en otros campos. Ahora, si bien estos elementos son clave para valorar de manera integrada la potencialidad de un OVA, también es fundamental establecer el reto que se plantea en este marco de reflexión, ya que es fundamental trascender de

las potencialidades técnicas que tienen estos recursos, al impacto real que se tiene en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los conceptos matemáticos.

Finalmente hay que tener en cuenta que para integrar tecnologías digitales al trabajo del aula de clase, es necesario que los estudiantes desarrollen competencias relacionadas con el manejo de las TIC, para que su integración contribuya al logro de los aprendizajes propuestos (García, 2009); esta transformación deberá incluir también al docente quien debe generar un proceso de transformación de su labor desde los aspectos pedagógicos, sociales, organizativos y tecnológicos (Chiappe y Manjarrés, 2013). Estos elementos se plantean como retos para la implementación de los recursos TIC en matemáticas, lo cual será descrito más adelante.

3.2. Impacto del uso y apropiación de recursos TIC

Un punto de partida importante para entender el impacto que tiene el uso de tecnología en el aula de clase es entender que la sola disposición de estos recursos no constituye en sí misma la incorporación de TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que la sola disposición puede limitarse solamente al hecho del uso del computador para la búsqueda de información, por ejemplo, pero no necesariamente para dinamizar los procesos de clase (Murcia y Córdoba, 2011). Sobre este último aspecto, los países tanto desarrollados como en vía de desarrollo, han implementado programas para fomentar el uso de la tecnología en la pedagogía y en los procesos de enseñanza en distintas ramas del saber (Lizcano, 2010).

A nivel internacional se tienen indicadores de uso de computadores y disponibilidad de internet en escuelas públicas que muestran la intención de los distintos gobiernos de favorecer el uso de TIC en el aula. En Estados Unidos por ejemplo, para el año 2003, la gran mayoría de las escuelas públicas contaban con acceso a internet y el promedio de estudiantes por computador era de 4.4. En Europa, el compromiso adquirido por los entes gubernamentales de lograr que todos los currículos de los colegios públicos incluyeran el uso de TIC se venía dando desde antes del 2000 (Baumert, *et al.* 2017), logrando que para el 2003 la inversión para dotar las escuelas y colegios de recursos tecnológicos se duplicará, hecho que se hizo evidente en países como Reino Unido y Francia (Barrow, *et al.* 2009).

De manera simultánea al compromiso de favorecer el uso de TIC en educación, fue surgiendo la necesidad de establecer el impacto que este uso tiene en el rendimiento de los estudiantes (lo cual se midió a partir del rendimiento en materias como inglés, comprensión lectora y matemáticas) y

el nivel de incidencia para el acceso a la educación superior. Muchos de estos estudios estuvieron orientados hacia la identificación de relaciones causales entre el uso de estas herramientas y el logro escolar, sin embargo, los resultados no fueron concluyentes debido a la manera condicionada como fueron seleccionadas las variables. De esta forma, la información retrospectiva que se utilizó en estos análisis mostró resultados mixtos en cuanto a la efectividad de las TIC en el proceso escolar (Morales, 2015).

A partir del año 2008 surgen otro tipo de estrategias con el fin de evaluar de forma alternativa el impacto que tiene el uso de TIC en educación. Un caso particular se encuentra en Barrow, *et al.* (2009) quienes realizan un estudio experimental en tres distritos de Estados Unidos con el fin de evaluar el uso de un programa denominado I Can Learn. Mediante este programa los estudiantes desarrollan competencias en las ramas de pre – algebra y algebra. Para el desarrollo de este trabajo los investigadores aplicaron dos metodologías simultáneas. Por un lado, estimaron el impacto de la intención de tratamiento en el uso del programa basados en la técnica de regresión de mínimos cuadrados ordinarios. Por otro lado, utilizaron variables instrumentales con el fin de disminuir el sesgo y el margen de error en las estimaciones y el tratamiento de los datos (Rodríguez, *et al.* 2011). Con este estudio, los autores concluyen que el efecto del uso de TIC sobre el rendimiento académico es alto (Barrow, *et al.* 2009).

Los hallazgos en países en vía de desarrollo son variados. Banerjee, *et al.* (2007) en la India, aplican un programa de computador a niños de cuarto grado que les pide resolver problemas de matemáticas con un nivel de complejidad acorde a sus edades, los resultados muestran un efecto positivo y altamente significativo en el aprendizaje de los conceptos de esta área. En este mismo país, Luna (2009) plantea un experimento realizado en dos fases, uno entre el 2005 y el 2006 y el otro entre el 2006 y el 2007, para evaluar el impacto de la aplicación y uso de ciertas máquinas para el aprendizaje de inglés y matemáticas en estudiantes de educación básica. En el caso de la matemática, los resultados revelan que cuando se tiene el acompañamiento del docente hay un efecto significativo en el rendimiento de los estudiantes en las pruebas aplicadas, pero no son representativos cuando el estudiante no cuenta con un acompañamiento directo del docente. Para el caso de Europa, Balanskat, *et al.* (2006) refieren varios estudios en los cuales el uso de TIC no tiene una influencia positiva significativa en el logro escolar en matemáticas, como si lo tiene en el área de inglés. Sin embargo, sí se evidencia un impacto importante a largo plazo en los resultados de las pruebas PISA cuando las instituciones han usado estos recursos de manera frecuente y continua.

En Colombia, el Ministerio de las Tecnologías y la Información (MINTIC) desde el año 2000 ha venido liderando un programa denominado Computadores Para Educar (CPE), el cual ha contemplado como uno de sus objetivos el mejorar el desempeño y el rendimiento académico de los estudiantes y generar mayores oportunidades para desempeñarse en el mundo globalizado y en la sociedad del conocimiento y contempla también como uno de sus ejes de acción principales, brindar formación a los docentes en el uso de TIC. A través de este programa se ha dado la mayor oferta de recursos tecnológicos a las sedes educativas públicas en el territorio nacional, logrando que alrededor de 7.990.405 millones de estudiantes resulten beneficiados con este programa en más de 41 mil sedes a nivel nacional y formando más de 75000 docentes en el aprovechamiento de TIC (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

En el 2014, el Centro Nacional de Consultoría (CNC) realizó un estudio para evaluar el impacto del programa CPE en los resultados educativos en la educación básica y secundaria en Colombia, empleando una metodología mixta para el levantamiento de la información a través de entrevistas a docentes, padres de familia, directivos, usuarios de casas de la cultura y bibliotecas. En este estudio se consideró como población a las 43 mil instituciones educativas beneficiadas con el programa en todo el país, de las cuales se tomó una muestra efectiva de 1605 sedes educativas. Se consideraron también 140 bibliotecas y casas de la cultura en 70 municipios. A partir de este estudio se logra concluir que el programa CPE tiene un impacto positivo sobre la calidad educativa, lo cual se puede establecer a partir de los indicadores de deserción, repitencia, resultados obtenidos en pruebas SABER 11, los cuales fueron relativamente mejores en las áreas fundamentales dentro de las que se incluye matemática y en el porcentaje de estudiantes que ingresan a la educación superior. Además, este estudio concluye que la formación en TIC que reciben los docentes del programa es un componente fundamental para obtener los resultados óptimos en el rendimiento de los estudiantes puesto que si los docentes no tienen las competencias para implementar estos recursos en el aula de clases, su uso por parte de los estudiantes puede ser superficial y poco efectivo (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

Estos resultados respecto el impacto del programa CPE no son muy distintos a los encontrados en otros estudios de caso aplicados en instituciones específicas para determinar el impacto de uso de herramientas TIC para el aprendizaje de algunos temas específicos de matemáticas. En Patiño, *et al.* (2013) por ejemplo, se aplica un enfoque cualitativo para identificar y describir las estrategias mediadas por la tecnología para el aprendizaje de la matemática mediante el paradigma sociocultural. Con este estudio se encuentra que los docentes muestran un interés creciente

por la aplicación de recursos tecnológicos, sin embargo, dado que la institución no cuenta con las herramientas suficientes que faciliten su aplicación, el aprovechamiento de dichos recursos no es significativo, lo que conlleva a que los docentes no puedan trascender su rol de usuarios a creadores y desarrolladores de los mismos recursos y que el uso de estos no se haga de manera continua.

Otro caso de estudio se encuentra en Lizcano (2010) quien muestra la importancia de brindar variación de los estímulos en los estudiantes de educación básica a través de un menú de actividades, teniendo en cuenta que los niños tienden a dedicar poco tiempo a una misma actividad y teniendo en cuenta también la variabilidad de su nivel de competencias en el manejo de TIC. Después de implementar un OVA en el aprendizaje de los conceptos de matemáticas en estudiantes de primer grado, se encuentra que hay una mejoría general en su desempeño. Aun así, se establece la necesidad de realizar pruebas de varianza para establecer si las diferencias de desempeño pre test y pos test son significativas. Otro de los aspectos que hace falta considerar en este trabajo es la verificación de la permanencia del aprendizaje cuando ha transcurrido el tiempo (Castrillón y Álvarez, 2015). Se concluye que para la implementación y desarrollo de recursos tecnológicos en el aprendizaje, es fundamental realizar pruebas piloto como un aporte esencial para el ajuste del prototipo, lo cual es importante tanto desde el punto de vista computacional como desde el punto de vista pedagógico.

Los estudios que se encontraron para medir el impacto del uso de TIC en formación matemática en cualquier contexto de formación, son relativamente escasos y los que hay se han enfocado más en revisar el impacto a corto plazo que tienen estos recursos en términos generales de permanencia, deserción y tasas de ingreso a la educación superior y no tanto en establecer el nivel de motivación que alcanzan los estudiantes para el estudio de la matemática mediante estas estrategias y la calidad del aprendizaje alcanzado a largo plazo. Lizcano (2009) establece que la producción en proyectos de grado orientados a la educación básica en universidades colombianas alcanza un 27%, y de estos el 21% corresponden a trabajos de grado enfocados a estudiar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática. La situación llama la atención si se tiene en cuenta que en esta revisión la mayoría de estos trabajos hablan de algún tipo de desarrollo de software pero no reportan información importante sobre su uso permanente (Téliz, 2015).

Un hecho manifiesto a partir de esta revisión, es el hecho de que las estrategias de uso de TIC en procesos matemáticos se da generalmente de manera aislada y desarticulada entre los distintos estamentos educativos y se centra solo en un reporte de caso cuya trascendencia no se sigue de manera

detallada y continua (Morales, 2015). Los resultados de evaluación de estas estrategias revelan en la mayoría de los casos una buena acogida por parte de los estudiantes quienes encuentran en este tipo de estrategias una manera diferente de enfrentarse a los conceptos matemáticos, sin embargo no se alcanzó a tener un reporte que dejara ver cual es el efecto a largo plazo de este tipo de estrategias en distintos contextos. También es evidente el hecho de que la sola disponibilidad de recursos tecnológicos en el aula, incluso en el hogar, no es suficiente puesto que tanto docentes como estudiantes usan este tipo de recursos para otros fines diferentes a los fines académicos. Con esto, se pueden establecer algunos retos y perspectivas que se le plantean a la estrategia de recursos TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas en cualquier contexto de formación en donde se apliquen (Román y Murillo, 2014).

3.3. Retos y perspectivas del aprendizaje de las matemáticas mediado por las TIC

A partir de esta revisión se puede determinar que, en términos de utilización de TIC en el aula, es necesario un uso más activo de estos recursos. Además, estos requieren un desarrollo que se de en la medida de las necesidades que tiene cada contexto de formación. Sin embargo aún más allá de esta situación se demanda también la permanencia en el uso y evaluación del impacto que generan estas estrategias de manera que se pueda evaluar con un rango más amplio de tiempo los efectos reales en los procesos de aprendizaje (Patiño, *et al.* 2013).

Se destaca también a partir de esta revisión, el hecho de que los esfuerzos realizados por los países desde los ministerios de educación no han cobrado los efectos que se esperan ya que muchos educadores no alcanzan las competencias necesarias en el uso de TIC, entre varias razones, por el hecho de que las políticas institucionales y los lineamientos curriculares no se transforman a la par con estos nuevos desafíos (Castrillón y Álvarez, 2015).

Es claro que las tecnologías están creando una gran revolución en la forma como se imparte la enseñanza, especialmente en la educación superior, donde el uso de plataformas virtuales como moodle o blackboard ponen a disposición de sus estudiantes una gran variedad de recursos, no solo para aprender desde otras perspectivas, sino también para aprender de manera colectiva con otros estudiantes en cualquier parte del mundo. Esta revolución ha sido la base para el surgimiento de programas e incluso universidades virtuales, lo cual le ha dado una importante

dinámica a los procesos de formación, tanto de pregrados como de posgrados y formación complementaria, creando una mayor oferta de estos programas y generando oportunidades para aquellas personas que por distintas razones no pueden acceder a una formación presencial (Ángel A., Huertas, Cuypers, Loch, 2012).

A nivel de formación matemática esto también se puede ver como una oportunidad, puesto que los estudiantes pueden acceder a una gran variedad de recursos en línea como calculadoras paso a paso, graficadores online y simuladores de software matemático, permitiendo que la asimilación de muchos temas de diversas áreas de las matemáticas sea mucho más dinámica y práctica (Serrano, Torrealba y Serrano, 2010). El reto de este tipo de estrategias está en el hecho que se ha mencionado previamente y es la falta de generalización de este tipo de experiencias y su permanencia en el tiempo, lo que permitiría por un lado hacer un análisis más exhaustivo del impacto generado sobre el nivel de aprendizaje de los estudiantes y la oportunidad de diversificación de las clases que puede obtener un docente de esta área. Por otro lado, la posibilidad de enriquecer los recursos utilizados con nuevos desarrollos y mejoras planteados, no solo por docentes del área, sino también por expertos en desarrollo tecnológico quienes pueden trabajar a la par con el fortalecimiento pedagógico de los recursos; el intercambio de información en estas redes colaborativas se vuelve fundamental y la construcción de comunidades de aprendizaje para los docentes siembra las bases para la generación de un conocimiento colectivo. A este respecto estrategias como los blogs, los grupos de redes sociales, ciertos entornos web como Geogebra, khan academy y Descartes (Carrillo, 2009), brindan una gran oportunidad para compartir los diferentes recursos creados por varios usuarios y se convierten en muy buenas opciones para la exploración y enriquecimiento de estas estrategias (Sucerquia, *et al.* 2016).

Es importante establecer que el uso de recursos interactivos de aprendizaje no debe darse de manera desarticulada entre lo técnico y lo pedagógico, como ya se mencionó anteriormente, ya que se puede caer en un simple uso instrumental, dejando de lado el impacto real en la construcción del conocimiento, la consideración de los aspectos didácticos y la construcción del currículo. Bajo esta condición, el diseño de recursos TIC debe involucrar un diálogo permanente entre el docente y el experto técnico, ya que el primero es quién tiene el conocimiento de los contenidos que deben orientarse con base en el manejo constante que tiene del currículo y también los elementos pedagógicos que deben tenerse en cuenta para su construcción por parte del estudiante, entre los cuales pueden contarse: el tipo de ejemplos que ilustran

un concepto o idea, las ilustraciones y analogías que se pueden hacer entre objetos abstractos y objetos tangibles y la propuesta de ejercicios que afiancen efectivamente en el estudiante el aprendizaje del concepto estudiado (Andrade, *et al.* 2012). Desde el punto de vista técnico se debe jugar con la integración de elementos que mantengan la atención del estudiante pero que a su vez cumplan con los requisitos pedagógicos que se requieren, de este modo, la sola integración de los contenidos en plataformas virtuales no es condición suficiente para pretender resultados óptimos en procesos de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas, es esencial que el docente esté a la vanguardia de las necesidades pedagógicas de sus estudiantes y de la pertinencia de los conceptos que debe desarrollar; el reto que se plantea es el de poder establecer redes de trabajo, a través de las cuales se de una construcción conjunta y articulada de todos estos elementos y una evaluación permanente de todos los actores involucrados en el uso de estas estrategias que permita un enriquecimiento pleno del proceso en general (Andrade, *et al.* 2012; Villa, *et al.* 2014).

Otro reto importante es el replanteamiento del que hacer docente quien debe pensar sus clases orientadas más a la reflexión y a la discusión grupal que a la memorización de conceptos, lo que requiere de paso una transformación importante de los procesos evaluativos, en los cuales ya no se requiere medir la capacidad que tiene el estudiante para replicar lo que hace el profesor en clase, sino más bien la capacidad que tiene de utilizar estos conceptos en la solución de problemas reales (García y Benítez, 2009). Bajo esta dinámica también se crea la necesidad de que el profesor determine, a partir de su experticia docente, qué tipo de contenidos deben orientarse y evaluarse mediante el uso de TIC y qué tipo de recurso es apropiado en cada caso, ya que no todos los contenidos temáticos requieren un recurso específico para su comprensión por parte del estudiante, para el cual no todos los tópicos representan una dificultad muy grande en su aprendizaje.

Por otro lado, es clave entender que no cualquier tipo de recurso es apropiado para el aprendizaje efectivo de ciertos conceptos matemáticos y es el profesor quien debe evaluar en primera instancia la potencialidad de este recurso. Para esto, el docente debe contar con los criterios adecuados que le permitan valorar la eficiencia y la eficacia de los OVA y qué tanto se propicia el aprendizaje de los conceptos estudiados con su uso (Triana, *et al.* 2016). El reto que se le plantea al estudiante es que además de las competencias usuales inherentes al área específica de estudio, debe ser también competente en el uso de herramientas tecnológicas ya que por lo regular estos no ven las tecnologías como un recurso alternativo de aprendizaje, sino más bien como un recurso de búsqueda, lo cual, en la mayoría de los casos,

no lo realizan aplicando criterios rigurosos que le permitan utilizar información válida desde el punto de vista científico y académico (Riveros, *et al.* 2011). Un ejemplo sencillo que pone en evidencia esta necesidad se da cuando al estudiante se le plantea el ejercicio de hacer búsquedas por ejemplo en bases de datos o en buscadores académicos y no llegan a resultados concretos, no saben hacer la exploración a través de palabras claves y búsquedas avanzadas, y además utilizan información de sitios cuya confiabilidad y rigurosidad es baja.

Por otro lado, está el reto de transformar los currículos escolares y orientarlos hacia el uso de TIC y los aprendizajes colaborativos. Si bien muchas universidades e instituciones de educación superior a lo largo del mundo se han planteado este reto y ya se están dando importantes avances en esta materia, es claro que los procesos de educación básica primaria y educación secundaria se ven un poco rezagados frente a esta perspectiva y desafío, entre varias razones por factores como la poca disponibilidad de recursos tecnológicos para la cantidad de estudiantes, la poca preparación en manejo de TIC que se les brinda a los docentes, problemas de conectividad y acceso a la red, especialmente en zonas muy remotas y la evidencia de casos aislados en evaluación de aplicación de recursos TIC en el aprendizaje efectivo de las matemáticas (Pérez, *et al.* 2011). Para lograr transformar esto es importante plantear investigaciones que se preocupen por establecer el impacto real que tiene en los procesos de formación la incorporación de TIC en el aula, más allá de los estudios y reportes de caso, profundizando más en los resultados que se pueden alcanzar a mediano y largo plazo.

La formación en matemáticas requiere de un cambio sustancial en la forma como se orienta y en los resultados que se esperan de los estudiantes. Si bien el uso de recursos TIC no soluciona de manera definitiva los vacíos pedagógicos y las deficiencias conceptuales que se le presentan a un estudiante cuando cambia de nivel, sí pueden verse como una opción importante para empezar a generar estas transformaciones, dentro de las cuales una de las más importantes es aprender a ver los conceptos matemáticos de manera tangible con la posibilidad de explorarlos y manipularlos en aras de una comprensión mucho más funcional del concepto mismo, ya que como lo expresa Riveros, *et al.* (2011), “la matemática, quizás más que cualquier otra disciplina, necesita una buena codificación y organización de la información, así como simulaciones y multi-representaciones que faciliten la comprensión de los diversos conceptos” (p. 11).

En este nuevo escenario de transformación pedagógica, el docente adquiere nuevos roles en el papel de instructor y facilitador del aprendizaje y se plantea el reto de dedicar

un poco más de tiempo en la preparación de sus clases ya que uno de los propósitos centrales de su labor es permitir que el estudiante indague por sí mismo en la búsqueda de soluciones a los problemas que se le plantean y que estas no sean establecidas solo por el conocimiento que tiene de los contenidos que orienta. Esto a su vez es una oportunidad para replantear el sistema de evaluación tradicional del ensayo y error o de respuestas correctas, ya que a través de esta nueva estrategia, para el docente se hace evidente cómo está razonando el estudiante, cómo está manejando la información que recibe de los problemas planteados, cómo utiliza el conocimiento que ya posee para la búsqueda de soluciones de estos problemas y cómo es capaz de usar estas herramientas para validar las soluciones encontradas (Riveros, *et al.* 2011). Bajo esta mirada, los recursos tecnológicos en el salón de clases deben ser valorados por el alto potencial que tienen para la construcción del conocimiento matemático, cuya construcción empieza en el momento en el que el mismo docente experimenta las tecnologías y mide su potencial basado en el conocimiento del área que él tiene y en el conocimiento de las dificultades que entraña para un estudiante la asimilación de estos conceptos, producto también de la experiencia y conocimiento que le ha dado el ejercicio docente a lo largo de su vida profesional (Villa, *et al.* 2013).

Finalmente es importante establecer un reto de cambio de paradigma frente a la virtualidad de la educación y el uso de TIC en el aula de clases. Hay que cambiar la idea de que la formación virtual y el aprendizaje de conceptos mediante recursos tecnológicos es menos significativa que la formación presencial, sin menospreciar y mucho menos dejar de considerar la importancia que tiene el mantener un canal de comunicación y contacto activo docente - estudiante. Hoy por hoy el desarrollo de recursos interactivos está tomando gran auge en distintos círculos, no solo en el ámbito académico sino también en muchos e importantes sectores de la sociedad. Gran parte de la información que se requiere para propósitos específicos se encuentra en la web y su uso y disponibilidad se ha abierto a todo tipo de personas que la requieren para estos fines. Vivimos en una era tecnológica y los avances que se dan constantemente en términos de acceso y desarrollo de tecnologías son cada vez más importantes y de gran impacto. La globalización y la apertura del mundo gracias a la interconectividad de la web, requieren que los individuos estén a la vanguardia de todas las posibilidades que se tienen para acceder a esta sociedad interconectada y explorar las opciones que se le brindan. Hoy por hoy lo virtual se podría pensar como un universo paralelo en el cual cada día hay algo nuevo por descubrir y en el que se pueden encontrar posibilidades casi ilimitadas para mejorar significativamente los procesos que se desarrollan en la cotidianidad (Serrano, *et al.* 2010). El

reto es aprender a discernir entre aquellos recursos que realmente son favorables a estos propósitos y los que no, en aprender a utilizarlos adecuadamente y en abrir la mente a las nuevas posibilidades que se presentan en el día a día.

4. Conclusiones y recomendaciones

Esta revisión ha permitido precisar varios puntos. En primera medida, el hecho de que la utilización de recursos TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática no puede verse como un sustituto de la labor docente. La utilización de estos recursos debe verse como una estrategia adicional para lograr, por un lado, motivar al estudiante para la experimentación del concepto a través de simulaciones y herramientas interactivas, y por el otro, darle un rol más protagónico al estudiante mismo en la construcción del conocimiento, permitiendo que no sólo sea el docente el dueño absoluto de la información, sino que de manera conjunta estudiante – docente puedan lograr esta construcción.

Estas transformaciones de las dinámicas de clase traen implícitas otras exigencias. Una de ellas es establecer la necesidad de generar oportunidades para que tanto estudiantes como docentes, sean competentes en el uso de TIC, ya que la mera disposición de estos recursos en el aula de clase no es suficiente, se requiere de una apropiación por parte de estos dos actores para lograr optimizar y aprovechar las distintas herramientas de las que se dispongan. Otra de las exigencias es la necesidad de replantear los procesos tradicionales de evaluación puesto que se demanda que esta sea orientada hacia las competencias que va adquiriendo el estudiante para solucionar problemas de su cotidianidad a partir de las herramientas conceptuales adquiridas en el aula.

Otra de los puntos que se precisan a partir de este estudio es el hecho de que para lograr que las herramientas tecnológicas que se involucren en los procesos de instrucción de las matemáticas surtan los efectos deseados en materia de motivación y aprendizajes significativos, se requiere que el diseño, implementación y evaluación de OVA's, EVA's y todo este conjunto de recursos, se lleve a cabo de una manera rigurosa y estructurada en el marco de lo disciplinar (contenido), lo pedagógico y lo técnico (funcional). En este sentido, se establece como una recomendación a seguir que estos procesos se realicen desde la conformación de equipos transdisciplinarios que respondan a estas exigencias de manera conjunta y articulada y no en vías separadas desde los multidisciplinarios. Es muy importante establecer que este proceso no se debe interrumpir al finalizar la implementación del recurso, sino que debe ser de

evaluación y retroalimentación continua, lo que finalmente permitirá tener a disposición herramientas que respondan a las exigencias curriculares y cuyos resultados de impacto pueden ser establecidos en márgenes suficientemente amplios de tiempo.

Se puede concluir también, a partir de la revisión de los estudios presentados en este documento, que la utilización de recursos TIC en el aula ha sido más frecuentemente documentado y analizado en los grados de primaria y bachillerato y no tanto en programas de educación superior, evidenciado por la aplicación de estudios masivos como el de Computadores para educar del MEN. En ese orden de ideas se hace necesario diseñar propuestas de investigación que se orienten a la medición del impacto que tiene el uso de recursos en programas tecnológicos y profesionales, con trascendencia en el tiempo de manera que no solo se centren en medir los índices de repitencia y aprobación, sino también el impacto a largo plazo en resultados como por ejemplo pruebas Saber Pro en las competencias genéricas de razonamiento cuantitativo.

Adicionalmente a lo anteriormente dicho se establece la necesidad de que en las instituciones se propicien las condiciones ideales para que tanto docentes como estudiantes accedan de manera oportuna y eficiente al uso de estos recursos. Inicialmente deben considerarse las condiciones de infraestructura con una buena disponibilidad de equipos por estudiante y condiciones adecuadas de conectividad. Posteriormente debe enfocarse al ajuste de currículos donde se evidencie un apoyo a la programación docente orientada a la diversificación de contenidos y prácticas apoyados con el uso de recursos tecnológicos. Estos aspectos requieren que tanto a nivel institucional como a nivel de estamentos gubernamentales se esté al día con los avances tecnológicos y los nuevos desarrollos implementados en otras partes del mundo; trae consigo también la necesidad de generar programas de capacitación y formación en competencias de uso de TIC tanto para docentes como para estudiantes, de manera que ambos actores puedan sacar provecho del uso de estas herramientas y mermar considerablemente la llamada brecha digital.

En esencia, es claro que existe una tendencia de investigación alrededor del uso y apropiación de recursos TIC en el aula de clase y se ha encontrado evidencia del impacto positivo que tiene este uso en los procesos de aprendizaje de distintas áreas, incluida la matemática. Sin embargo, aún no hay conclusiones contundentes respecto a este impacto y en algunos casos los resultados no permiten hacer generalizaciones confiables. Se ha avanzado significativamente en la identificación de los modelos pedagógicos que relacionan el aprendizaje mediado por

TIC y que han permitido establecer, por ejemplo, que, dependiendo del tipo de tecnología y recurso usado, de las condiciones institucionales en que se usan y de las características individuales de quienes intervienen en este proceso, se logren o no resultados óptimos en la asimilación de conocimiento, no obstante, estas investigaciones se suelen realizar desde ámbitos variados del currículo y no específicamente de la matemática y además, muy pocas tienen prevalencia en el tiempo.

En esta medida se puede decir que este trabajo realiza un aporte importante a la identificación de los retos y perspectivas que se plantean al aprendizaje de la matemática mediado por recursos TIC en diversos contextos escolares, y sin ser exhaustivo en este propósito, puede servir como punto de partida para el planteamiento de investigaciones que se enfoquen en hacer evaluaciones más específicas de impacto y reflexiones en torno a la diversificación del proceso de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas, que en últimas permitirán establecer orientaciones claras a los estudiantes, docentes, instituciones y formuladores de políticas públicas en materia de educación.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. ALMERICH CERVERÓ, Gonzalo; SUÁREZ RODRÍGUEZ, Jesús M.; JORNÉT MELIÁ, Jesús M.; ORELLANA ALONSO, María Natividad. Las competencias y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación por el profesorado: estructura dimensional. *En: Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 13, no. 1, p. 28 – 42. Disponible http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100002
2. ANDRADE-ARÉCHIGA, María; LÓPEZ, Gilberto; LÓPEZ-MORTEO, Gabriel. Assessing effectiveness of learning units under the teaching unit model in an undergraduate mathematics course. *In: Computers & Education*, 2012. vol. 59, no 2, p. 594-606. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.010>
3. ARAGÓN C, Eduardo; CASTRO LING, Cynthia; GÓMEZ HEREDIA, Blas A.; GONZÁLES P, Rafael. Objetos de aprendizaje como recursos didácticos para la enseñanza de las matemáticas. *En: Innovación educativa*, 2009, vol. 9, no. 11, p. 100 - 111. Disponible en <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/123/122>
4. ARMBRUST, Michael; FOX, Armando; GRIFFITH, Rean; JOSEPH, Anthony et al. A View of Cloud Computing. *In: Communications of the ACM*. 2010, vol. 53, p. 50 – 58. Disponible en <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1721672>

5. BANERJEE, Abhijit; COLE, Shawn; DUFLO, Esther; LINDEN, Leigh. Remedying education: evidence from two Randomized experiments in india. *In: lessons from randomized evaluation in education and health*, 2007, no. 2, p. 151 – 178. Disponible en <https://www.nber.org/papers/w11904>
6. BARRAGUÉS, Jose I.; MORAIS, Adolfo; JUNCAL MANTEROLA, María; GUIASOLA, Jenaro. Una propuesta de uso de un Classroom Response System (CRS) para promover clases interactivas de Cálculo en la universidad. *En: Educación matemática*. 2013, vol. 25, no. 1, p. 63 – 109. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-58262013000100004&script=sci_abstract
7. BARRIAGA, Ángel. TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *En: Revista Iberoamericana de Educación Superior*. 2013, vol. 4, no. 10, p. 3 – 21. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71921-8](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71921-8)
8. BALANSKAT, Anja; BLAMIRE, Roger; KEFALA, Stella. The ICT Impact Report A review of studies of ICT impact on schools in Europe. *European Schoolnet in the framework of the European Commission's ICT cluster*, 2006. Disponible en <http://www.cominit.com/ict-4-development/content/ict-impact-report-review-studies-ict-impact-schools-europe>
9. BAUMERT, Jürgen; KUNTER, Mareike; BLUM, Werner; JORDAN, Alexander. Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *In: American Educational Research Journal*, 2017, vol. 47, no. 1, p. 133 – 180. Disponible en <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
10. BARROW, Lisa; MARKMAN, Lisa; ROUSE, Cecilia. Technology's Edge: The Educational Benefits of Computer-Aided Instruction. *In: American Economic Journal*, 2009, vol. 1, no. 1, p. 52 – 74. Disponible en <https://www.nber.org/papers/w14240>
11. BERNERS – LEE, Tim; HENDLER, James; LASILA, Oli. The Semantic Web. *In: Scientific American*. 2001, vol. 284, no. 5, p. 28 – 37. Disponible en https://www.sop.inria.fr/acacia/cours/essi2006/Scientific%20American_%20Feature%20Article_%20The%20Semantic%20Web_%20May%202001.pdf
12. BRITAIN, Sandy; LIBER, Oleg. A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. *In: Educational Cybernetics*. 2004, vol. 2. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696234/document>
13. CAMPBELL, John; DEBLOIS, Peter; OBLINGER, Diana. Academics Analytics A New Tool for a New Era. *In: Educause*, 2007, vol. 34, no. 4, p. 41 – 59. Disponible en <https://er.educause.edu/articles/2007/7/academic-analytics-a-new-tool-for-a-new-era>
14. CARDEÑO ESPINOSA, Jorge; MUÑOZ MARÍN, Luis Guillermo; ORTÍZ ALZATE, Hernán Darío; ALZATE OSORNO, Natalia Cristina. La incidencia de los objetos de aprendizaje interactivos en el aprendizaje de las matemáticas básicas en Colombia. *En: Ciencia Tecnología Sociedad*, 2017, vol. 9, no. 16, p. 63 – 84. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5763488>
15. CARRILLO DE ALBORNOZ, Agustín. Geogebra, mucho más que geometría dinámica. Madrid. Ra-Ma Editorial. 2009. 200p.
16. CASTRILLÓN DÍAZ, Luis Eduardo; ÁLVAREZ SANTOLLO, Juan Hildebrando. Impacto del programa Ciudadano Digital en la incorporación de TIC en el proceso de enseñanza por parte de algunos maestros en la Institución Educativa Centro de Comercio de Piedecuesta, Santander. *En: Zona Próxima*, 2015, no. 23, p. 118 – 130. Disponible <http://dx.doi.org/10.14482/zp.23.6093>
17. CHIAPPE, Andrés; MANJARRÉS, Guillermo Antonio. Incidencia de un ambiente de aprendizaje blended, en la transformación de competencias matemáticas en estudiantes universitarios. 2013, vol. 19, no. 1, p. 113 – 122. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132013000100008&script=sci_abstract&tlng=es
18. CLARO, Magdalena. Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado de arte. *En: Informe técnico Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 2016. Disponible en <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37811/lcw339.pdf>
19. DONATI, Pierpaolo. El reto educativo: análisis y propuestas. *En: Educación y Educadores*. 2015, vol. 18, no. 2, p. 307 – 329. <https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.2.7>
20. DRUCKER, Peter. The Age of Discontinuity Guidelines to Our Changing Society. 1969. 369 p. ISBN: 978-0-434-90395-5. Disponible en <https://www.elsevier.com/books/the-age-of-discontinuity/drucker/978-0-434-90395-5>
21. DURÁN, Rodrigo; ESTAY-NICULCAR, Christian; ÁLVAREZ, Humberto. Adopción de buenas prácticas en la educación virtual en la educación superior. *En: Aula abierta*, 2015, vol. 43, p. 77 – 86. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aula.2015.01.001>
22. ESCORCIA-OYOLA, Ludmila; JAIMES DETRIVIÑO, Clara. Tendencias de uso de las TIC en el contexto escolar a partir de las experiencias de los docentes. *En: Educación y Educadores*. 2015, vol. 18, no. 1 p. 137 – 152. <https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.8>
23. ESCUDERO N, Alexandro. Aportaciones al proceso horizontal de transversalización de la Educación a Distancia en las instituciones de educación superior. *En: Revista de la Educación Superior*, 2017, vol. 46, no. 182, p. 57 – 69. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.02.003>
24. FARNÓS MIRÓ, Juan Domingo. Las redes sociales en la educación. *En: Revista Mexicana de comunicación*. 2011, vol. 23, no. 127, p. 29 – 43. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5495201>
25. FREDES, Claudio A.; HERNÁNDEZ, Juan P.; DÍAZ, Daniel A. Potencial y Problemas de la Simulación en Ambientes Virtuales para el Aprendizaje. *En: Formación universitaria*, 2012, vol. 5, no. 1, p. 45 – 56. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000100006>
26. GARCÍA LÓPEZ, María del Mar; ROMERO ALBALADEJO, Isabel María. Influencia de las Nuevas Tecnologías en la Evolución del Aprendizaje y las Actitudes Matemáticas de Estudiantes de Secundaria. *En: Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2009, vol. 7, no. 17, p. 369 – 396. Disponible en <http://ojs.ual.es/ojs/index.php/EJREP/article/view/1346>

27. GARCIA ARETIO, Lorenzo. Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. En: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. Julio, 2017, vol. 20, no. 2, p. 9 – 25. Disponible en <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/18737>
28. GARCIA, Martha L.; BENITEZ, Alma A. Competencias Matemáticas Desarrolladas en Ambientes Virtuales de Aprendizaje: el Caso de MOODLE. En: Formación universitaria, 2011, no. 4, p. 31 – 41. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v4n3/art05.pdf>
29. GUTIERREZ PORLÁN, Isabel; ROMÁN GARCÍA, Marimar; SANCHEZ VERA, Marial del Pilar. Estrategias para la comunicación y el trabajo colaborativo en red de los estudiantes universitarios. En: Comunicar. 2018. Vol. 26, no. 54, p. 91 - 109. Disponible en <https://recyt.fecyt.es/index.php/comunicar/article/view/62681>
30. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. Quinta edición. México: Mc McGraw-Hill, 2010. 656 p. ISBN: 978-607-15-0291-9.
31. JUAN, Ángel A.; HUERTAS, María Antonia; CUYERS, Hans; LOCH, Birgit. Aprendizaje virtual de las matemáticas. En: RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 2012, vol. 9, no. 1, p. 86 – 91. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/780/78023415007/>
32. LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. Nuevos alfabetismos: su práctica cotidiana y el aprendizaje en el aula. Traducido por Pablo Manzano Bernáñez. Ediciones Morata, 2006.
33. LEAL ACEVEDO, Yudy Milena. Ambiente virtual de aprendizaje en el área de matemáticas en modelo flexible postprimaria grados sexto y séptimo, para fortalecer el trabajo colaborativo. En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 2015, p. 47 – 59. Disponible en <http://funes.uniandes.edu.co/10675/1/Leal2015Ambiente.pdf>
34. LIZCANO DALLOS, Adriana Rocío. Prototipo de objeto virtual de aprendizaje para la ejercitación en matemáticas de primer grado de educación básica. En: Revista Colombiana de Educación, 2010, no. 58, p. 96 – 115. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4136/413635664005.pdf>
35. LÓPEZ NEIRA, Leonardo Rodrigo. Indagación en la relación aprendizaje-tecnologías digitales. En: Educación y educadores, 2017, vol. 20, no. 1, p. 91 – 105. Disponible en <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/6374>
36. LUNA SCOTT, Cynthia. The futures of learning 3: what kind of pedagogies for the 21st century? In: Educational Research, diciembre de 2015, vol. 3, no. 4 p. 50 – 72. Available in <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243126>
37. LUNA GONZÁLEZ, Mary Eugenia. Organización del conocimiento en la red digital. En: Investigación bibliotecológica. 2015, vol. 29, no. 67, p. 77 - 89. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2015000300077
38. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Informe de gestión 2010 – 2014. Educación de Calidad: el camino para la prosperidad. Bogotá: Punto Aparte, 2015. 368p.
39. MORALES LÓPEZ, Yuri. Uso de tecnología en educación: las habilidades básicas del maestro de primaria en la clase de matemática. En: Tecnología en marcha, 2015, vol. 28, no. 4, p. 108 – 121. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5280241>
40. MORENO CADAVID, Julián; MONTOYA GÓMEZ, Luis F. Uso de un entorno virtual de aprendizaje ludificado como estrategia didáctica en un curso de pre cálculo: Estudio de caso en la Universidad Nacional de Colombia. En: Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información RISTI, 2015, no. 16, p. 1 – 16. Disponible en http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1646-98952015000400002&lng=es&nrm=iso
41. MURCIA LONDOÑO, Euclides; CÓRDOBA VARGAS, Héctor. Enseñar matemáticas usando OVA en la Universidad Católica de Pereira. En: Entre ciencia e ingeniería, 2010, num. 10, p. 148 – 162. Disponible en <http://biblioteca.ucp.edu.co/OJS/index.php/entrecei/article/view/565>
42. ORTEGA FERREIRA, Sandra Constanza; MALDONADO CURREA, Adriana; MORENO SALAMANCA, María Carolina. Efectos de la electividad en los bloques temáticos en las áreas del conocimiento matemáticas y socio - humanísticas, sobre la calidad del aprendizaje en entornos virtuales. En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 2016, no. 48, p. 5 -14. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/1942/194245902002/>
43. PATIÑO CHICUÉ, Norma Constanza; BÁRCENAS, Salomón de Jesús; FERNÁNDEZ CÁRDENAS, Juan Manuel. Estrategias mediadas por la tecnología que contribuyen al desarrollo y socialización del conocimiento en matemáticas. En: Zona próxima, 2013, no. 19, p. 95 – 106. Disponible en <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewArticle/4216>
44. PÉREZ PEREGRINO, Luis Eduardo; MARITZA MATA LLANA, Adriana; RODRÍGUEZ PÉREZ, Frey; MORENO PINILLA, Alejandro; HERRERA CUBIDES, Jhon. Teach me: Implementation of mobile environments to teach - learning process. In: Journal of Information Systems and Technology Management, 2011, vol. 8, no. 1, p. 179 – 212. Available in http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-17752011000100010&script=sci_arttext
45. RAMÍREZ, Camilo Andrés. Diseño de herramientas que fomentan el aprendizaje de matemáticas con ayuda de Mathematica 10. En: Revista Elementos, 2015, no. 5, p. 65-78. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5179413>
46. RIVEROS V., Víctor; MENDOZA BERNAL, María Inés; CASTRO, Rene. Las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de instrucción de la matemática. En: Quórum Académico, 2011, vol. 8, no. 1, p. 111 – 130. Disponible en https://www.redalyc.org/pdf/1990/Resumen/Resumen_199018964007_1.pdf
47. RODRIGUEZ ORGALES, Catherine; SÁNCHEZ TORRES, Fabio; MÁRQUEZ ZUÑIGA, Juliana. Impacto del Programa “Computadores para Educar” en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación superior. En: Centro de estudios sobre desarrollo económico, marzo de 2011, 68p. Disponible en <http://computadores->

paraeducar.gov.co/sites/default/files/inline-files/Impacto-de-Computadores-para-Educar%20-Universidad-de-los-Andes.pdf

48. ROMAN, Marcela; MURILLO, F. Javier. Disponibilidad y uso de TIC en escuelas latinoamericanas: Incidencia en el rendimiento escolar. *En: Educación y búsqueda*, 2014, vol. 40, no. 4, p. 869 – 895. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/ep/v40n4/02.pdf>
49. SERRANO GÓMEZ, Rovimar; TORREALBA, Hermelinda; SERRANO GÓMEZ, Wladimir. Currículo, internet y matemáticas escolares. *En: Integra Educativa*, 2010, vol. 3, no. 2, p. 263 – 278. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1997-40432010000200009
50. SOLER C, Manuel G.; CÁRDENAS SALGADO, Fidel A.; HERNANDEZ-PINA, Fuensanta; MONROY HERNANDEZ, Fuensanta. Enfoques de aprendizaje y enfoques de enseñanza: origen y evolución. *En: Educación y Educadores*, 2017, vol. 20, no. 1, p. 65 – 88. Disponible en <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/6454/4535>
51. SUCERQUIA VEGA, Edison Alberto; LONDOÑO CANO, René Alejandro; JARAMILLO LÓPEZ, Carlos Mario; DE CARVALHO BORBA, Marcelo. La educación a distancia virtual: desarrollo y características en cursos de matemáticas. *En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 2016, no. 48, p. 33 – 55. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/1942/194245902004/>
52. TELIZ, Fabián. Uso didáctico de las TIC en las buenas prácticas de la enseñanza de las matemáticas. Estudio de las opiniones y concepciones de docentes de educación secundaria en el departamento de Artigas. *En: Cuadernos de investigación educativa*, 2015, vol. 6. No. 2, p. 13 - 31. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-93042015000200002&script=sci_abstract
53. TRIANA-MUÑOZ, Mónica María; CEBALLOS-LONDOÑO, Juan Fernando; VILLA-OCHOA, Jhony Alexander. Una dimensión didáctica y conceptual de un instrumento para la Valoración de Objetos Virtuales de Aprendizaje. El caso de las fracciones. *En: Entramado*. Julio - Diciembre, 2016 vol. 12, no. 2, p. 166-186. Disponible en <http://revistasoj.s.unilibrecali.edu.co/index.php/entramado/article/view/368>
54. UNESCO. Hacia las sociedades del conocimiento. París: Ediciones Unesco, 2005. 240p. ISBN 92-3-304000-3.
55. VEGA VEGA, Juan Carlos; NIÑO DUARTE, Franklin; CÁRDENA, Yini Paola. Enseñanza de las matemáticas básicas en un entorno e-Learning: un estudio de caso de la Universidad Manuela Beltrán Virtual. *En: Revista Escuela de Administración de Negocios*, 2015, no. 79, p. 172 – 185. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602015000200011
56. VILLA OCHOA, Jhony Alexander; GALVIS, Jackeline; SIERRA, Ruben; VELEZ, Lida. Integración de tecnologías en el aula de clase. El caso de los profesores implicados en el proyecto Teso. *En: Tecnologías Digitais em Educação: perspectivas teóricas e metodológicas sobre formação e prática docente*. Curitiba: Editora CRV. 2014, p. 35-56.