



## ATRIBUTOS DE LA INNOVACIÓN EN EL MARCO DEL MOVIMIENTO EDUCATIVO ABIERTO PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

ATTRIBUTES OF INNOVATION WITHIN THE EDUCATIONAL  
MOVEMENT OPEN TO DEVELOP SKILLS MATH

**Volumen 15, Número 3**

Setiembre - Diciembre

pp.1-24

Este número se publicó el 1° de setiembre de 2015

DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i3.20653>

Libardo Antonio Pazos Trujillo  
Gloria Concepción Tenorio Sepúlveda  
María Soledad Ramírez Montoya

*Revista indizada en* [REDALYC](#), [SCIELO](#)

*Revista distribuida en las bases de datos:*

[CATÁLOGO DE LATINDEX](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),  
[SHERPA/ROMEO](#), [QUALIS](#), [MIAR](#)

*Revista registrada en los directorios:*

[ULRICH'S](#), [REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [CLACSO](#)

---

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



# ATRIBUTOS DE LA INNOVACIÓN EN EL MARCO DEL MOVIMIENTO EDUCATIVO ABIERTO PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

ATTRIBUTES OF INNOVATION WITHIN THE EDUCATIONAL MOVEMENT OPEN TO DEVELOP SKILLS MATH

Libardo Antonio Pazos Trujillo<sup>1</sup>  
Gloria Concepción Tenorio Sepúlveda<sup>2</sup>  
María Soledad Ramírez Montoya<sup>3</sup>

**Resumen:** Este artículo presenta aportes relevantes de una investigación que estudió el desarrollo de los atributos de la innovación educativa en el marco del movimiento educativo abierto, al fomentar las competencias matemáticas mediante la integración de Recursos Educativos Abiertos (REA) y Objetos de Aprendizaje (OA) en estudiantes de noveno grado de Educación Básica en una escuela pública de carácter rural ubicada en Colombia. Se utilizaron graficadores digitales en la enseñanza de las funciones lineal y cuadrática, con la finalidad de mejorar las prácticas educativas. La metodología se adscribe al paradigma cualitativo mediante la técnica de estudio de caso. Los participantes fueron: el profesor investigador, doce estudiantes de noveno año y dos docentes de la institución educativa. La recolección de datos se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas a estudiantes y docentes, y la observación participante del profesor. La información permitió evidenciar cómo se favorece el proceso educativo y potencializa el papel del docente como orientador y favorecedor en el desarrollo de la competencia de razonamiento y comunicación en matemáticas al incluir los REA y OA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras clave:** INNOVACIÓN EDUCATIVA, RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS, OBJETOS DE APRENDIZAJE, COMPETENCIA MATEMÁTICA, EDUCACIÓN BÁSICA, COLOMBIA.

**Abstract:** This paper presents relevant contributions of a research that studied the development of the attributes of educational innovation, in the framework of the open education movement, to encourage math skills through the integration of Open Educational Resources (OER) and Learning Object (LO) in ninth grade students of Basic Education in a public school located in the rural sector of Colombia. Digital plotters were used in the teaching of linear and quadratic functions, in order to improve educational practices. The methodology is assigned to the qualitative paradigm through technical case study. The participants were: the research professor, twelve students from ninth grade and two teachers from the school. Data collection was performed using semi-structured interviews with students and teachers and participant observation of the teacher. The information allowed to show how the educational process helps and potentiates the teacher's role as counselor and helps the development of competition in math reasoning and communication to include the REA and OA in the process of teaching and learning.

**Key words:** EDUCATIONAL INNOVATION, OPEN EDUCATIONAL RESOURCES, LEARNING OBJECTS, MATHEMATICAL COMPETENCE, BASIC EDUCATION, COLOMBIA.

---

<sup>1</sup> Docente de educación básica en el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Docente catedrático Universidad Minuto de Dios Colombia. Master en tecnología educativa. Dirección electrónica: [lianpatru@hotmail.com](mailto:lianpatru@hotmail.com)

<sup>2</sup> Docente en el Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, México. Master en Tecnología Educativa. Dirección electrónica: [gloria\\_cts@yahoo.com.mx](mailto:gloria_cts@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> Profesora investigadora titular del Tecnológico de Monterrey, México. Doctora en filosofía y ciencias de la educación. Dirección electrónica: [solramirez@itesm.mx](mailto:solramirez@itesm.mx)

**Artículo recibido:** 2 de diciembre, 2014

**Enviado a corrección:** 7 de mayo, 2015

**Aprobado:** 13 de julio, 2015

## 1. Introducción

El área de matemáticas es parte fundamental del plan de estudios de educación básica, desarrolla en el estudiante habilidades y competencias que le permiten afrontar las exigencias del mundo globalizado donde también el uso de la tecnología es primordial para mantener un buen desempeño, motivo por el cual los entornos escolares deben propiciar el acercamiento de los educandos al desarrollo pleno de estas competencias con el fin de generar estudiantes competitivos. Es ahí donde se presenta para el docente la oportunidad de innovar en el campo educativo al orientar y afianzar el desarrollo de las habilidades matemáticas que tiendan hacia una educación de calidad mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) logrando de esta forma que el estudiante adquiera competencias tanto matemáticas como digitales.

En América Latina, así como en el resto del mundo, las TIC han tenido un vertiginoso acceso en todos los ámbitos de la sociedad y la educación no ha sido la excepción. Al respecto la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), tiene como uno de sus temas prioritarios el estudio y análisis de políticas públicas que potencien el uso de las TIC en la educación (UNESCO, 2013). Se resalta la importancia que tiene para la sociedad la relación TIC y educación en la búsqueda de un desarrollo justo y equitativo del ser humano como uno de los caminos para alcanzar una mejor calidad de vida.

La incursión de las TIC en los procesos educativos requiere metodologías que permitan relacionar adecuadamente los aspectos pedagógico y didáctico con el tecnológico. En relación con esto la UNESCO (2013) enfatizó que aunque América Latina y el Caribe han presentado en los últimos años uno de los crecimientos más notables a nivel mundial con respecto a la incorporación de tecnología y conectividad en el sistema educativo, esto no ha revertido en un mejoramiento significativo en el aprendizaje de los estudiantes. Es imprescindible entonces ahondar en el proceso de innovación que se presenta cuando los recursos tecnológicos entran a potenciar los sistemas de enseñanza y aprendizaje a fin de comprender la forma en que la educación encuentra un beneficio al incluir las TIC dentro de los procesos de enseñanza.

Un ejemplo de la incursión de las TIC en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje se da en la presencia del movimiento educativo abierto en la educación básica cuando se favorece el alcance del conocimiento a través del uso y reutilización de recursos educativos de libre acceso en internet. Como señalan Seely y Adler (2008), uno de los mayores aportes

del internet a la educación ha sido el impulso que fomenta el movimiento educativo abierto a través de los Recursos Educativos Abiertos (REA) y los Objetos de Aprendizaje (OA) cuando facilitan el acceso a una gran gama de cursos y materiales educativos tanto a estudiantes como docentes que bajo la filosofía del movimiento buscan fortalecer el aprendizaje social a través de la accesibilidad, reusabilidad e interoperabilidad. En consecuencia, el uso de REA y OA presentan un potencial a explorar cuando se incorporan en el aula en busca de mejorar la práctica educativa en las diferentes áreas del saber dentro de la educación básica.

Específicamente, el mejoramiento de los procesos de aprendizaje para la adquisición de competencias matemáticas por parte de los estudiantes, es una de las prioridades si se quiere que éstos cuenten con las herramientas necesarias para ser parte activa de la sociedad del conocimiento. En este sentido, existe un conceso entre quienes diseñan las políticas educativas en los diferentes países y quienes las aplican, coincidiendo ambas partes en que para desempeñarse de forma eficaz en el actual contexto mundial es necesario saber aplicar los conocimientos matemáticos a la solución de problemas (OECD, 2014). Es por tanto necesaria la búsqueda de nuevas formas de mejoramiento de los procesos de enseñanza, donde la inclusión de las TIC y en especial la aplicación de REA presentan una oportunidad de progreso para el aprendizaje del estudiantado.

## **2. Breve referente teórico**

La escuela pública de carácter rural donde se desarrolló el estudio presta su servicio en educación básica y media como sede de una institución educativa en un municipio del departamento del Huila ubicado en el sur de Colombia. La institución educativa ha presentado un bajo desempeño en los resultados de las pruebas SABER aplicadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) durante los últimos años. Por lo tanto, se hace imperiosa la necesidad de buscar nuevas metodologías para mejorar las prácticas de enseñanza, el desempeño académico y la adquisición de las competencias matemáticas en los estudiantes (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, 2013). La inclusión de las TIC y en especial de los REA en los procesos de enseñanza - aprendizaje de las matemáticas se vislumbra como una alternativa para apoyar esta iniciativa.

El uso de REA en educación media ofrece un amplio espectro de aplicación. En este contexto los resultados presentados por Blanco (2012) en sus investigaciones señalan como una oportunidad analizar la influencia que tiene en el aprendizaje de los estudiantes el utilizar las TIC en el aula, entre ellas los REA. Los estudios realizados también exponen como una

oportunidad la inclusión de los REA en el mejoramiento de la competencia matemática al no requerir de grandes inversiones en el desarrollo de su implementación.

En Colombia, la búsqueda de una educación de calidad ha sido el derrotero a seguir por parte del MEN en los últimos años. Para alcanzar la meta, se debe contar con factores como: disminuir las brechas en acceso y permanencia entre la población rural y urbana, incorporar innovación en educación, reformulación del Programa de Educación Rural (PER) que busca el mejoramiento de la calidad de enseñanza en las áreas básicas, lenguaje, ciencias naturales y matemáticas, así como el fortalecimiento de servicios y acceso a TIC (Colombia, Ministerio de Educación Nacional, 2010). Así pues, se requirió indagar sobre cómo es el proceso que se lleva a cabo al usar los REA para el mejoramiento de la competencia matemática en relación con los actores presentes en el proceso de enseñanza aprendizaje y dar respuesta a la pregunta: ¿Cómo se desarrollan los atributos de innovación en el movimiento educativo abierto al desarrollar competencias matemáticas integrando REA y OA en educación básica?

La delimitación del efecto de la utilización de REA en el mejoramiento de la enseñanza de la matemática se restringió a la utilización de graficadores digitales basados en web para el desarrollo del tema de función lineal y función cuadrática.

## **2.1 Innovación educativa basada en evidencia y movimiento educativo abierto**

La necesidad de innovar para buscar un mejoramiento en un determinado proceso o sistema está relacionada con la búsqueda de cambio. Carbonell (2002) define la innovación educativa como un proceso sistematizado que introduce elementos nuevos en la práctica educativa buscando un mejoramiento perdurable tanto en la enseñanza como en el aprendizaje. Es así como en educación se hace necesario innovar para mejorar procesos o estrategias de enseñanza buscando una significativa mejora en los aprendizajes.

La innovación educativa está caracterizada por ciertos atributos que van a definir el cambio educativo. Cros (2009, citado por Ramírez, 2012, p. 42) señala que "la innovación puede tener cuatro poderosos atributos internos no contingentes: la idea de lo nuevo, el fenómeno de cambio, la acción final y el proceso". Estos atributos que soportan la definición de innovación educativa son a su vez elementos que caracterizan y dan una personalidad diferenciada a las innovaciones educativas.

Por otro lado, toda innovación requiere de un proceso de evaluación, y la innovación educativa no es la excepción. Para Ramírez (2012) la innovación educativa basada en

evidencia permite evaluar los cambios producidos por procesos de innovación en educación apoyándolos en pruebas sistematizadas y sustentadas científicamente. Los procesos de evaluación basada en evidencia permiten dar más seriedad a los resultados obtenidos en las innovaciones eliminando la intuición o la experiencia no sistemática a la vez que fortalecen la toma de decisiones y la medición del cambio.

En las últimas décadas, una de las formas más sobresalientes de innovación educativa es la utilización de REA, uno de los elementos más conocidos del movimiento educativo abierto. Este movimiento ha sido conceptualizado como una posibilidad de compartir, utilizar y construir conocimiento de forma abierta mediante internet (Geser, 2007; Seely y Adler, 2008). La utilización de REA para mejorar las prácticas de enseñanza son ejemplos de innovación educativa enmarcados dentro de la filosofía del movimiento educativo abierto.

Una de las tantas posibilidades que presentan los REA y OA como herramienta que facilita la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación básica y media es el uso de procesadores geométricos y graficadores. Los graficadores matemáticos son software de aplicación basados en geometría computacional que se valen de gráficos vectoriales para representar una línea, una curva o un polígono mediante la sucesión de pequeños puntos o píxeles con un color y luminosidad determinada. Estas aplicaciones pueden correr en distintos dispositivos que van desde calculadoras graficas hasta otras más sofisticadas que funcionan como un aplicativo para computadora ya sea como un programa informático o como servicio web.

Según la arquitectura constitutiva del software y el uso potencial de la aplicación en la enseñanza, los graficadores presentan una determinada clasificación. Kortenkamp y Fest (2009) definen dos categorías para programas graficadores: a) los sistemas de álgebra computacional (Computer Algebra Systems - CAS) y b) los sistemas de geometría dinámica (Dynamic Geometry Software - DGS). La primera categoría presenta como característica distintiva el recibir comandos esencialmente mediante el teclado, a esta categoría pertenecen aplicativos como: Derive, Matlab y Mapple entre otros. Por otro lado los DGS, presentan mayor interactividad y reconocen órdenes a través del mouse; son ejemplos de esta categoría software como: Cinderella, Geogebra y las aplicaciones web desarrollados en lenguaje java como Fooplots, Wolfram Alpha o el evaluador y graficador de funciones Zweig Media. Similar a la mayoría de aplicaciones para computadora, los graficadores en relación a la licencia pueden ser software propietario o software libre como Fooplots o Geogebra.

## 2.2 Enseñanza y desarrollo de competencias matemáticas.

El ser humano en sus dimensiones individual y social necesita para desenvolverse de manera autónoma y comunitaria desarrollar capacidades relacionadas con el pensamiento matemático. Para Goñi (2011) existen dos enfoques en la finalidad de la enseñanza de las matemáticas; el primero, privilegia la construcción del conocimiento matemático sobre su aplicabilidad centrándose en procedimientos y conceptos; el segundo, señala la razón de ser de las matemáticas en la posibilidad de aplicar los conocimientos a los contextos de uso de la vida en sus diferentes facetas. Esto indica que el área de aplicación de las matemáticas es diversa.

El enfoque de enseñanza basado en competencias matemáticas enuncia una serie de habilidades que, en conjunto, conforman dicha competencia. Para Niss & Højgaard (2011) la competencia matemática está conformada por ocho habilidades: pensar y razonar; argumentar; comunicar; construir modelos; plantear y resolver problemas; representar; utilizar un lenguaje simbólico, formal y técnico; utilizar herramientas de apoyo. Debido a que la presente investigación se enfocó básicamente a la comunicativa y a la de razonamiento matemático se amplía su definición.

La competencia comunicativa en matemáticas hace referencia a la capacidad de expresarse matemáticamente en forma oral y escrita, la habilidad para entender expresiones y transmitir ideas de tipo matemático. La OECD (2013, p. 30) la define como la capacidad para: "la lectura, la decodificación y la interpretación de las declaraciones, preguntas, tareas u objetos que permiten formar un modelo mental de la situación, que es un paso importante en la comprensión, aclaración y formulación de un problema". En el mismo apartado, la OECD añade: "Durante el proceso de solución, pueden necesitar resumir y presentar los resultados intermedios. Una vez que se ha encontrado una solución, es posible presentarla, y justificarla a los demás". En la definición se puede observar que el proceso de comunicación matemática está presente durante todo el transcurso cognitivo que se sigue desde que se enfrenta el problema hasta que se obtiene la solución del mismo.

La competencia de razonamiento matemático está relacionada con los procesos mentales mediante los cuales una persona, partiendo de un juicio o saber matemático, deriva la validez, posibilidad o falsedad de otro juicio o saber distinto o genera una conclusión. Niss & Højgaard (2011) indican algunas características que identifican al razonamiento matemático e incluyen: la evaluación de juicios matemáticos; comprensión y uso de la demostración; agudeza en la lógica del contraejemplo; realización de argumentos formales e

informales. Aunque los procesos de demostración son parte fundamental en el razonamiento matemático, no se reduce a ello únicamente, sino que incluyen también la capacidad de apreciar la validez de una determinada afirmación matemática ayudando a establecer si una respuesta dada es adecuada desde el punto de vista contextual.

En relación con la evaluación de las competencias matemáticas es importante tener en cuenta a la hora de su realización abarcar más de una competencia a la vez a fin de no caer en una atomización de las habilidades matemáticas. Al respecto Rico (2004, p. 10) aporta que "cualquier esfuerzo por evaluarlas individualmente puede resultar artificial y producir una compartimentación del dominio de alfabetización matemática innecesaria.". Esto implica que la evaluación de las competencias matemáticas debe realizarse de manera integral.

La incursión de las TIC en todos los campos de la sociedad no ha sido ajena a la enseñanza de las matemáticas. Para Collins y Halverson (2009, citados por Attard, 2011, p. 30) "las tecnologías informáticas están cambiando las propias formas de pensar y dar sentido a nuestro mundo". Los autores reconocen también la importancia que tiene la inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje a la vez que desarrollan las capacidades en los estudiantes necesarias para triunfar en la sociedad del Siglo XXI, este mismo sentido Andrade (2014) menciona que es indispensable desarrollar una didáctica acorde a la sociedad del conocimiento. Es por lo tanto fundamental que existan formas de enseñanza vanguardistas para el desarrollo de las competencias matemáticas en los educandos.

### **3. Metodología**

El objetivo general de este estudio fue analizar cómo se desarrollan los atributos de innovación -la idea de lo nuevo, el fenómeno de cambio, la acción final y el proceso- cuando se integran REA en los ambientes de aprendizaje de educación media que fomenten las competencias matemáticas de razonamiento y comunicativa en estudiantes del nivel de noveno que abordan el uso de graficadores digitales en la enseñanza de las funciones lineal y cuadrática, a través de la innovación educativa basada en evidencia, con la finalidad de mejorar las prácticas educativas.

Considerando la pregunta y el objetivo de investigación, se seleccionó el paradigma cualitativo para realizar el estudio. Para Mayan (2001) la investigación cualitativa se caracteriza por que busca describir y comprender a profundidad una realidad en particular explorando las experiencias de la gente en su vida cotidiana, donde el investigador no manipula el escenario de la investigación. Definido el enfoque, se procedió a escoger como

método de indagación el estudio de caso; definido por Merriam (2002), como aquél estudio que busca describir y analizar una unidad social o un fenómeno en profundidad buscando comprender una situación o fenómeno. Para dar respuesta a la pregunta de investigación se seleccionó como población al grupo de estudiantes que conforman el grado noveno de educación básica de una escuela rural del sur de Colombia.

Para Mayan (2001) el objetivo de la muestra en la investigación cualitativa es la comprensión del fenómeno de interés, a diferencia del muestreo cuantitativo que busca generalizar los hallazgos a la población desde donde se obtuvo la muestra. Para abordar el presente estudio se seleccionó un muestreo por conveniencia correspondiente también a los mismos 12 estudiantes que conformaban el curso. Adicionalmente, se solicitó la participación de dos docentes de la sede educativa encargados de orientar las áreas de tecnología y ciencias naturales.

La innovación educativa consistió en la utilización de OA como graficadores de funciones lineales y cuadráticas para apoyar el desarrollo de competencias matemáticas. Para reforzar el concepto de función y dependencia de variables durante las dos primeras sesiones se utilizó el OA denominado Máquina de funciones – eNLVM (Utah State University, 2008), seguidamente se visualizó un video introductorio al estudio de las funciones lineales que buscó fortalecer los apartados expuestos en el aula de clase, en las sesiones subsiguientes, se escogió el REA el dibujante de gráficos (Sánchez, 2009) y el OA fooplot (Venkatraman, 2007).

Para lograr el objetivo se consideraron tres categorías de análisis: a) la innovación educativa, b) los REA y los OA y c) la competencia matemática.

La categoría innovación educativa estuvo conformada por tres indicadores que corresponden con los cuatro atributos de la innovación: la idea de lo nuevo, el fenómeno de cambio, el proceso y la acción final (Ramírez, 2012). La categoría REA y OA surge como la implementación de lo nuevo en el proceso de enseñanza de las matemáticas aplicado al contexto educativo donde se desarrolló la investigación, sus indicadores fueron: selección de REA y OA, tipos de REA y OA así como la evaluación de la efectividad de su uso en los procesos de enseñanza. Finalmente, la tercera categoría comprendió las competencias matemáticas; esta categoría se analizó mediante tres indicadores: la enseñanza de las matemáticas, la competencia comunicativa y de razonamiento matemático.

Para la presente investigación se seleccionaron como fuentes de información los estudiantes del grado noveno de educación básica de una institución oficial de carácter rural

y dos docentes de la misma institución que participaron de manera voluntaria en el estudio. Las profesoras proporcionaron información relevante relacionada con la selección, uso y aplicación de métodos de enseñanza basada en el uso de REA. También se tomó como fuente de información los documentos de trabajo de los estudiantes en clase fruto de su interacción con los REA y OA en la clase de matemáticas.

Una vez seleccionadas las fuentes de información se determinaron las técnicas de recolección de datos. Un estudio de caso se beneficia de múltiples opciones para recabar datos como: documentos, entrevistas, observación directa u observación participante y la selección de dichas fuentes está determinada por cuales darán la mejor información para responder la pregunta (Yin, 2006; Merriam, 2002). Para la presente investigación se utilizaron como técnicas para recolección de datos la entrevista, la cual buscó indagar en estudiantes y docentes la manera como se desarrollaron los atributos de la innovación y el impacto del uso de REA en los procesos educativos, la bitácora para el registro de observación y de actividades académicas del personal docente y el análisis de documentos significativos como trabajos realizados por el estudiantado en clase, tareas y resolución de talleres individuales y grupales que sirvieron de soporte para evidenciar los efectos de los REA en el aprendizaje y el desarrollo de la competencia matemática.

Previamente a la aplicación de las entrevistas a los participantes de la investigación, se aplicó una prueba piloto a tres estudiantes y a un docente que ya había hecho uso de REA y OA en el proceso de enseñanza, buscando considerar la pertinencia de los instrumentos y su funcionalidad logrando realizar modificaciones a las entrevistas, a fin de generar resultados más consecuentes con la pregunta de investigación y hacerlos más entendibles a los entrevistados.

La aplicación de los instrumentos de recolección de los datos para la investigación se llevó a cabo previa solicitud de autorización ante los entes directivos de la institución educativa así como de los involucrados en el estudio de investigación. Se realizó la observación en las clases de matemática del grado noveno de la educación básica donde se utilizaron los REA y OA para mejorar los procesos de enseñanza de las funciones matemáticas, se plasmaron las observaciones en la bitácora así como la planeación, implementación y evaluación de la experiencia. También se realizó la aplicación de entrevistas a docentes y estudiantes.

Desde el inicio del proceso de observación y la toma de notas de campo se fueron analizando y obteniendo ideas relevantes que se iban descartando o corroborando en

función de las interacciones dadas en el aula. En la investigación cualitativa y en especial en el estudio de caso el investigador recolecta información, los analiza, recolecta más datos, los analiza y así sucesivamente a fin de construir y probar conjeturas (Mayan, 2001). Se revisó el desarrollo de actividades realizadas por los estudiantes y con base en la triangulación de la información recabada se buscó dar validez y confiabilidad a los resultados obtenidos.

#### **4. Resultados obtenidos**

Los resultados se presentan de acuerdo con las categorías definidas en el estudio.

##### **4.1 La innovación educativa.**

Se evidencia mayor elaboración en los aportes realizados por el estudiantado en relación a las definiciones de función consignadas por los estudiantes en sus respectivos cuadernos, sin embargo algunas definiciones se apoyan demasiado en el REA utilizado en la clase tal como lo muestra una de ellas: "es una máquina matemática que cambia elementos que entran a ella aplicándoles operaciones de suma, resta, multiplicación o división". Los aportes dados por los estudiantes muestran un acercamiento a la definición conceptual y a la utilidad de analizar y estudiar la función lineal.

La planeación de las clases con base en la utilización de los recursos educativos digitales es congruente con el modelo pedagógico de la institución educativa porque permite apoyar las estrategias didácticas que fortalecen el aprendizaje basado en la multimedia y que son la base de inicio en el proceso de enseñanza consignado en el proyecto educativo institucional. El uso de recursos educativos basados en servicios web para el área de matemáticas, posibilita también el desarrollo de habilidades tecnológicas y digitales, tal y como señala una de las docentes entrevistadas al afirmar: "los niños, fortalecen la curiosidad mediante la búsqueda de información en internet, durante el desarrollo de sus actividades escolares, mejorando también la capacidad crítica frente al cúmulo de conocimientos al que pueden acceder".

La importancia de las competencias digitales se evidenció en las respuestas dadas por docentes y estudiantes en las entrevistas cuando se les cuestionó sobre la innovación basada en el uso de TIC en el aula. Los estudiantes reconocieron la importancia del uso del computador para potenciar sus procesos de aprendizaje de las matemáticas y para facilitar el desarrollo de labores educativas. Algunas de las respuestas dadas fueron: "el programa de computador dejó que entendiera la relación entre los valores de X y de Y", "pude entender

cómo una variable depende de la otra según el tipo de ecuación que representa la máquina de funciones", "el computador me facilita la hechura de las gráficas". Lo anterior, aunado al aporte dado en la entrevista por los profesores muestra el amplio panorama que presenta el uso de REA y OA en los procesos educativos, lo que permite potenciar habilidades, tanto en docentes, como en estudiantes.

Para lograr una mayor identificación de los datos que fueron triangulados luego de la aplicación de instrumentos para la categoría de innovación educativa se muestra la Tabla 1, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

**Tabla 1**  
**Especificaciones de datos con mayor incidencia en la triangulación para la primera categoría**

<i>Indicadores</i>	Instrumentos utilizados	Datos con mayor incidencia
<i>Fenómeno de Cambio</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desinterés por el aprendizaje.</li> <li>2. Métodos de enseñanza no adecuados.</li> <li>3. Necesidad de planear actividades didácticas que mejoren el aprendizaje.</li> </ol>
<i>Idea de lo Nuevo</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Mayor interés hacia las actividades de clase.</li> <li>5. Las TIC posibilitan actividades de introducción a nuevas temáticas.</li> <li>6. La interacción con TIC motiva el aprendizaje.</li> </ol>
<i>Proceso y acción final</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Posibilita variedad de acciones pedagógicas para aprendizajes efectivos.</li> <li>8. Disminución de distracciones.</li> <li>9. Actividades didácticas basadas en TIC permiten el desarrollo de competencias matemáticas y digitales.</li> <li>10. Apoyo de directivas hacia el proceso de innovación es importante.</li> </ol>

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2 REA y OA

Las observaciones consignadas en la bitácora permitieron resaltar la importancia que se debe dar al momento de seleccionar los REA u OA a utilizar dentro del proceso educativo; la planeación didáctica que contiene los objetivos de aprendizaje es esencial para dicha escogencia y tal como señalan los profesores "los recursos digitales pueden afectar de manera positiva o negativa la enseñanza porque un elemento educativo digital muy

avanzado puede llevar a confusiones en los estudiantes", "un REA o un objeto digital no contextualizado puede causar malinterpretaciones en conceptos o procedimientos en los estudiantes si no se encaminan al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje".

La respuesta a una de las preguntas de la entrevista a estudiantes fue "los programas de internet me ayudan a relacionar lo copiado en clase con la aplicación de esos conocimientos", "un video que vimos sobre contaminación atmosférica no lo entendí porque no se escuchaba bien, y tenía palabras que no entendía". Por tanto la escogencia de REA y OA en el proceso educativo está en estrecha correspondencia con la efectividad de esos recursos en la enseñanza de las matemáticas.

El desarrollo de las primeras clases muestran cómo el uso del OA y los REA aumentó la motivación del estudiantado al realizar aportes relacionados con el tema orientado, hecho que se corroboró posteriormente al analizar las respuestas dadas por esta población a una de las preguntas plasmadas en la entrevista. En este sentido, se debe resaltar que la efectividad del uso de los REA está en estrecha dependencia con la creatividad y la habilidad del docente para lograr los objetivos propuestos en la planeación de la clase; la sola inclusión de un recurso tecnológico no asegura el alcance del objetivo.

La temática de sistema de ecuaciones lineales sustentada en el concepto de función y su gráfica se orientó haciendo uso de 6 sesiones y se cerró con la aplicación de una prueba escrita donde se observó que los conceptos fundamentales como la definición de función, definición de pendiente de la recta, interceptos con los ejes coordenados y función creciente y decreciente fue asimilado correctamente por los estudiantes; sin embargo los ejercicios de resolución de sistemas de ecuaciones lineales mostró que cinco estudiantes presentaron problemas relacionados con el uso correcto de operaciones aritméticas en especial al despejar la variable, por lo que se hizo necesario la implementación de clases de refuerzo y nivelación.

La triangulación de datos luego de la aplicación de instrumentos para la categoría de REA y OA se muestra la Tabla 2, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

**Tabla 2**

**Especificaciones de datos con mayor incidencia en la triangulación para la segunda categoría**

<i>Indicadores</i>	Instrumentos utilizados	Datos con mayor incidencia
<i>Selección de REA y OA</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<p>11. Selección de recursos digitales acordes con los objetivos de aprendizaje.</p> <p>12. Uso de recursos digitales debe estar apoyado en la planeación de actividades.</p> <p>13. La calidad de los recursos digitales para el aprendizaje es esencial.</p>
<i>Tipos de REA y OA</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<p>14. Los REA y OA permiten actividades de refuerzo y nivelación a estudiantes con dificultades de aprendizaje.</p> <p>15. REA y OA con características interactivas permiten confrontar los conocimientos adquiridos en las clases.</p>
<i>Evaluación de la efectividad</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<p>16. El aspecto visual de los REA y OA motiva hacia el aprendizaje.</p> <p>17. Los REA y OA permiten centrar la atención de los estudiantes.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3 La competencia matemática.

Las anotaciones consignadas en la bitácora permitieron afirmar que es esencial una adecuada selección de los recursos digitales para alcanzar objetivos de aprendizajes en el área de matemáticas. La utilización del video como herramienta que ayuda a introducir una temática nueva es esencial tal como lo muestran los comentarios de los estudiantes: "el video mostró que la función cuadrática tiene bastante aplicación en los deportes y en la construcción de puentes", "se puede ver las diferentes aplicaciones de las funciones, tanto lineales como cuadráticas", "me interesó la parte que dice cómo son necesaria las matemáticas para hacer la programación de juegos para computador".

La utilización de los REA en temáticas explicativas de carácter introductorio a nuevas temáticas es esencial tal como lo indican los docentes entrevistados: "los recursos educativos digitales y en especial el uso del video permite centrar la atención de los estudiantes en las aplicaciones que tienen en su contexto los conceptos y procedimientos propios de cada una de las áreas de saber", "los REA me han permitido motivar al estudiante porque dan la posibilidad de dar significancia concreta a los conocimientos que se imparten en la clase, los estudiantes visualizan y asimilan de una mejor manera los conceptos previos

necesarios para comprender temáticas que por su contenido requieren recordar elementos básicos para la asimilación de otros saberes".

Dentro de la síntesis escrita sobre la experiencia luego del trabajo en el OA sobresalieron los siguientes aportes: "la curva que produce la expresión matemática no podrá contener valores por debajo del vértice", "la forma de la curva es igual a ambos lados del eje que cruza sobre el vértice", "para este tipo de gráficas, siempre el eje simétrico es paralelo al eje de las ordenadas". Las expresiones aunque sencillas, emanaron a partir de la observación de la gráfica y la expresión algebraica que la genera.

El uso de los REA y OA facilitan el desarrollo de procesos de aprehensión de competencias relacionadas con el razonamiento matemático tal como se evidencia en el formato de registro de análisis a los trabajos presentados por los estudiantes al momento de sustentar la eliminación de una de las raíces de solución de ecuaciones de segundo grado y en la respuesta dada por los estudiantes en la entrevista cuando se cuestionó sobre el tema de competencias en matemáticas: "el programa para dibujar las gráficas me ayudó a comprender cómo influyen los valores de  $a$ ,  $b$  y  $c$  en la forma gráfica de la función cuadrática", "la gráfica en la pantalla me facilitó comprender por qué en algunos casos se debe descartar uno de los dos valores hallados al momento de solucionar una ecuación de segundo grado".

Una adecuada planeación de actividades apoyada en el uso de REA permite al docente de matemáticas orientar al estudiante sobre cómo las herramientas matemáticas sirven de apoyo a otras ciencias como la física para explicar fenómenos muy cercano a los contextos de los estudiantes como puede ser la explicación de la trayectoria parabólica que sigue el movimiento de un balón de fútbol al cobrarse un tiro libre, que relaciona variables como el tiempo y la distancia.

La triangulación de datos luego de la aplicación de instrumentos para la categoría de competencias matemáticas se muestra la Tabla 3, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

**Tabla 3**

**Especificaciones de datos con mayor incidencia en la triangulación para la tercera categoría**

<i>Indicadores</i>	Instrumentos utilizados	Datos con mayor incidencia
<i>Enseñanza de las matemáticas</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<p><b>18.</b> El uso de REA y OA es esencial en matemáticas para realizar introducción a nuevas temáticas y presentar su aplicabilidad en la vida real.</p> <p><b>19.</b> Los REA y OA brindan en el aprendizaje de las matemáticas mayor interactividad conceptual.</p>
<i>Competencia comunicativa en matemáticas</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<p><b>20.</b> El uso de REA y OA permite comunicar más fácilmente conceptos matemáticos.</p> <p><b>21.</b> El uso continuo de recursos digitales del área permite al estudiante familiarizarse con la terminología propia de las matemáticas.</p> <p><b>22.</b> La relación de los conceptos matemáticos con el aspecto visual de los REA y OA facilitan la expresión oral de ideas de corte matemático.</p>
<i>Competencia razonamiento matemático</i>	Bitácora Entrevista a docente y estudiantes Documentos significativos	<p><b>23.</b> Los REA y OA permiten plasmar representaciones mentales producto de razonamientos matemáticos.</p> <p><b>24.</b> Los REA y OA facilitan la adquisición de conceptos relacionados con las funciones matemáticas.</p> <p><b>25.</b> Los REA y OA facilitan procesos de comprobación tanto conceptual como procedimental.</p>

**Fuente:** Elaboración propia

## 5. Análisis e interpretación de resultados

La innovación en los procesos de enseñanza tiene su origen en la necesidad de cambio y búsqueda del mejoramiento en el aprendizaje. La entrevista a docentes y a estudiantes, evidenció la necesidad de modificar la metodología de enseñanza para lograr una mayor motivación hacia el aprendizaje. Carbonell (2002) señala que la innovación puede definirse como estrategias sistematizadas que buscan cambios en las prácticas educativas reinantes en búsqueda del mejoramiento. De tal forma que uno de los principales detonantes para innovar los procesos de enseñanza es la continua reflexión que debe darse en el docente sobre la practica pedagógica para abrir nuevos horizontes en la búsqueda de una formación integral del educando.

Son necesarios los procesos de capacitación a docentes con el fin de lograr alcanzar todas las potencialidades que presenta la incursión de las TIC en los procesos de enseñanza

aprendizaje y lograr que dicha irrupción no sea solamente una novedad, sino un proceso perenne y articulado con el proyecto educativo institucional. El estudiantado durante la entrevista manifestaron que el uso de TIC en las clases se hacía más efectivo mediante el acompañamiento oportuno del docente a fin de explicitar contenidos y lograr un aprendizaje más eficaz. Al respecto, Ramírez (2012) señala que la innovación debe ser contextualizada y significativa para que logre su objetivo.

Es por tanto, indispensable para la consecución de logros a través de la innovación la concientización y capacitación de personal docente en la forma de utilización eficiente de los recursos educativos digitales y la forma como deben articularlos y relacionarlos de manera efectiva en todas las áreas del conocimiento en el ámbito escolar para evitar vicios de uso durante la incursión de las TIC en el aprendizaje y la enseñanza.

Los procesos innovadores en la educación no pertenecen necesariamente a un ente educativo determinado sino que se generan a partir del consenso para el logro de un objetivo en particular. La necesidad del mejoramiento de la calidad educativa se encuentra en estrecha relación con la búsqueda de una mejor predisposición por parte del docente para enseñar y sus estudiantes para estar dispuesto a aprender tal como se evidenció en las actividades de planeamiento de las clases y en la entrevista a estudiantes al dar relevancia al por qué y para qué desarrollar un tema particularmente.

Consecuentemente, Cros (2009, citado por Ramírez, 2012) señala que la innovación se puede concebir como una mezcla inteligente de consensos y decisiones para buscar el mejoramiento y garantizar la continuidad de los procesos. No es condicionante entonces que los procesos de innovación sean motivados únicamente por los administradores educativos, los directivos o el cuerpo docente sino que parten de la necesidad de lograr mejores resultados en el aprendizaje mediante la articulación de las potencialidades de cada ente participante del proceso.

El uso de REA y OA como complemento y apoyo de las actividades didácticas requiere de una adecuada planeación con miras al cumplimiento de un objetivo determinado, en especial en lo referente a la escogencia del recurso educativo adecuado para la consecución de las metas planteadas al inicio de la actividad pedagógica. La obligatoriedad de un correcto proceso de análisis previo al uso de los REA u OA en las actividades de aula se evidenció mediante la bitácora del docente y el estudio de documentos significativos cuando se detectaron falencias en el manejo del plano cartesiano tras el uso del OA de graficación. Celaya, Lozano y Ramírez (2010) destacan la importancia al momento de seleccionar los

REA y los OA para las actividades de aula ya que ellos en sí mismos no son un fin, sino una oportunidad con la que cuenta el cuerpo docente para mejorar los procesos de enseñanza. La selección de los REA o los OA marcan en el momento de la planeación de actividades pedagógicas para el desempeño de la enseñanza un papel preponderante si el docente quiere lograr los objetivos planteados para un eficiente aprendizaje en el estudiantado.

Para la correcta selección de los REA en los procesos educativos es necesario que el personal docente conozca la variedad de OA y REA que existen y cuál se adapta mejor para el cumplimiento del objetivo planteado. En la planeación de clase fue necesario modificar el uso del OA footplot que se había seleccionado inicialmente para apoyar el desarrollo de la quinta sesión durante la explicación de la temática funciones lineales por un OA que permitiera de forma más básica explicar la ubicación de puntos sobre el plano cartesiano como actividades de refuerzo para los estudiantes que evidenciaron dificultades.

En este mismo sentido en la educación media se han venido introduciendo REA y OA en las prácticas educativas, fenómeno que se ha acentuado en los últimos años donde debe existir una planeación consciente, explícita y deliberada para su uso, relacionada con los objetivos del proceso de enseñanza que se desea llevar a cabo (McKerlich, Ives, y McGreal, 2013; Mortera, Salazar, Rodríguez y Pérez, 2011). Se reafirma entonces que las potencialidades del uso de los REA y OA para el mejoramiento de la enseñanza parten de una concienzuda planeación de las actividades a aplicar en el aula, lo cual implica que el docente se capacite incluso de manera autodidacta sobre los avances que presentan los REA disponibles para aplicarlos en el desarrollo de las clases.

El uso adecuado de los REA motiva al alumno a la realización de las labores académicas asignadas y facilita la adquisición de conceptos así como la disminución del tiempo dedicado a labores repetitivas. La entrevista realizada a las y los estudiantes mostró que la graficación de las funciones se facilitó con el uso del REA y les generó motivación en el cumplimiento de las labores que les fueron encomendadas en clase, esto se corroboró al realizar una inspección de los trabajos presentados por los estudiantes en la rejilla de documentos significativos. Avilés, Díaz, Esquivel y Hernández (2010) afirman que para que se presente un aprendizaje significativo a través de la utilización de REA es necesaria una interacción permanente entre el estudiante y el objeto de aprendizaje. El uso continuo y consciente de los REA y OA, es decir, el aseguramiento por parte del docente para que el estudiante comprenda las limitaciones del REA y el OA para el cumplimiento de sus

actividades así como la función que tienen en el aprendizaje permiten al alumno generar conocimientos más significativos.

La enseñanza de las matemáticas apoyada en el uso de OA permite comunicar a los estudiantes de forma más efectiva los conceptos relacionados con la teoría de las funciones de primer y segundo grado. Las repuestas dadas en las entrevistas practicadas al grupo estudiantil y a las docentes permiten concluir que los OA aumentan la efectividad para llevar las ideas de manera más visual al estudiante en relación a los valores que modifican la forma de la gráfica de las funciones lineales y de segundo grado, de igual manera, permiten que el docente optimice el tiempo de explicación de una temática posibilitando trabajar con un mayor número de ejemplos para mejorar el aprendizaje conceptual y procedimental.

Para Lestón (2005) la efectividad del uso de graficadores en matemáticas se inicia con la explicación adecuada por parte del docente del software que se va a utilizar y los usos que tendrán para el entendimiento del tema a desarrollar y la necesaria exploración y manipulación por parte del estudiante para sacar el mayor provecho del recurso educativo. Es posible inferir que el uso de los REA y OA orientados a la graficación de funciones posibilita que el docente comunique las ideas y conceptos matemáticos de forma más fluida y en tiempo real lo que permite que el alumno no disperse su atención y capte de forma más eficiente la dependencia de la forma de la gráfica en relación con los parámetros distintivos de las funciones de primer y segundo grado.

Cuando el estudiantado utiliza los OA y REA cuya funcionalidad permite la graficación de las líneas o curvas correspondientes a un determinado tipo de función, se desarrolla en el estudiante la habilidad para comunicarse en forma oral utilizando simbología matemática y conceptos característicos de la teoría de funciones. El continuo uso del OA graficador permitió al estudiante como se evidenció en los contenidos de trabajos presentados al docente, la apropiación léxica de símbolos y conceptos matemáticos en la explicación del ejercicio, lo anterior se corrobora también en la respuesta dada por el grupo de estudiantes en la entrevista en relación con la pregunta sobre la utilidad de los REA y OA en la transmisión y comunicación de ideas de corte matemático. Steyn y Plessis (2007) señalan que una estrategia de enseñanza y un enfoque pedagógico que brinde a los estudiantes no sólo contenidos matemáticos, sino también habilidades no matemáticas, mejora sus procesos de aprendizaje y su capacidad para hacer frente a la educación. El estudiante desarrolla habilidades de comunicación cuando se soporta en los graficadores diseñados mediante REA para sustentar la relación entre variables presentes en una función o explica

la solución a un problema planteado que incorpora para su solución el tratamiento de funciones de primer o segundo grado.

El uso de REA y OA diseñados para graficar funciones permiten al estudiante desarrollar habilidades relacionadas con el pensar y razonar matemáticamente al permitirle cuestionarse cuando utiliza un procedimiento matemático para hallar salidas validas en algunos casos y no viables en otros al encontrar la solución a problemas de contexto planteados para aplicar la teoría de funciones de primer y segundo grado. Los estudiantes al momento de solucionar ecuaciones de primer y segundo grado realizaron conjeturas cuando comparaban la solución hallada a un problema siguiendo procedimientos matemáticos y la compararon con la gráfica que representa la solución al problema y la viabilidad de la solución en un entorno real. Para Niss y Højgaard (2011), la competencia matemática de razonamiento apunta a que el individuo sea capaz de distinguir entre diferentes hipótesis halladas al solucionar un problema y determinar cuál es válida y cuál no basándose en la conceptualización matemática y la realidad donde se aplica. Es primordial que los estudiantes razonen matemáticamente y reconozcan a las matemáticas como una herramienta que ayuda a comprender los fenómenos presentes en la cotidianidad y por la tanto comprendan su extensión y sus limitaciones.

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

Como resultado de este estudio se encontraron los siguientes hallazgos que permitieron dar respuesta a la interrogante planteada, reconociendo aspectos relevantes que posibilitaron describir el desarrollo particular de cada uno de los atributos de innovación - la idea de lo nuevo, el fenómeno de cambio, la acción final y el proceso - para el ámbito educativo enmarcados dentro del desarrollo de las competencias de comunicación y razonamiento en el área de matemáticas.

- a) Respecto al fenómeno de cambio, la aplicación de REA y OA actuaron como elementos que buscaron mejorar las prácticas educativas en el área de matemáticas, se evidenció la importancia de la existencia de un elemento voluntario, deliberado e intencional que permite a la innovación su surgimiento, desarrollo y afianzamiento. El proceso que conduce al cambio requiere transformaciones en actitud y formas de pensar por parte de los actores educativos, lo cual incluye la decisión de adoptarlo y la firmeza para proseguirlo.

- b) La idea de lo nuevo en el proceso de innovación educativa se desarrolló con base en la inclusión de REA y OA como elemento motivador para el estudiante y de estrategia de enseñanza para el docente que permitió el mejoramiento de las competencias de razonamiento y comunicación matemática.
- c) El proceso como otro de los atributos presentes en la innovación evidenció su desarrollo en la investigación a modo de las acciones tendientes a la mejora de las prácticas educativas dentro del área de matemáticas, esto, al buscar facilitar en el estudiante la adquisición y afianzamiento de las competencias mencionadas. La inclusión de las TIC en el aula mediante el uso de REA u OA permite reflexionar sobre la importancia que reviste para el cuerpo docente y para el cumplimiento de las metas en el área que orienta, una planeación didáctica y pedagógica que contenga en primer lugar el para qué, es decir, el objetivo presente en la temática a orientar, seguido del contenido que permita el cumplimiento del objetivo planteado, incluyendo temas y subtemas a tratar, dando respuesta así al cómo se desarrollará la temática. En esta parte se deben tener en cuenta las estrategias, técnicas o actividades que permitan potenciar el proceso de enseñanza aprendizaje, que para este estudio de investigación se basó en la utilización de REA graficadores de funciones. Finalmente la planeación didáctica y pedagógica debe contener el proceso de evaluación que permita al docente medir el alcance de las metas propuestas y recibir realimentación sobre las prácticas educativas implementadas.
- d) El cuarto atributo presente en la innovación educativa es la acción final, la cual está relacionada con los valores. Durante el estudio de investigación, la acción final no presentó inconvenientes referentes al conflicto de poderes entre los diferentes actores educativos, se experimentó un trabajo mancomunado apoyado en el uso de los REA entre estos, que se evidenció en los directivos por el apoyo irrestricto referente a atreverse a innovar apoyados en el uso de TIC siguiendo el derrotero marcado por el MEN. En el personal docente, al observar las potencialidades que presentan los REA y OA al incluirlos como estrategias didácticas de apoyo en el desarrollo de las clases y por parte de los estudiantes fue marcada la aceptación de los recursos educativos digitales porque facilitó el aprendizaje del marco conceptual y procedimental de las funciones de primer y segundo grado así como el desarrollo de las actividades de evaluación soportadas en el graficador de funciones.

El análisis de los atributos de innovación sirvió como soporte para comprender el desarrollo de las competencias de razonamiento y comunicación matemática al permitir a los estudiantes expresar sus ideas partiendo de la relación hallada de forma visual en la gráfica de la función lineal o cuadrática y la expresión algebraica. El soporte brindado por los OA graficadores y los REA diseñados en Geogebra facilitaron al estudiante expresar, explorar, sustentar y demostrar la forma como se soluciona cada una de las funciones matemáticas exploradas y argumentar con léxico propio del área de las matemáticas el procedimiento seguido para llegar a la solución de problemas que para su comprensión y resolución requirieron de conceptos y procedimientos analizados de manera grupal en el aula de clase.

Los procesos de expresión oral y escrita propios de la competencia de comunicación matemática se facilitaron en el estudiante al utilizar las herramientas para graficar las funciones porque permitieron relacionar de forma visual los conceptos matemáticos, el léxico empleado y la solución al problema planteado. La argumentación realizada para sopesar o descartar una de las raíces o solución de las ecuaciones hace parte de los procesos mentales presentes en las matemáticas que permiten validar un juicio o saber matemático y que es característico de la competencia de razonamiento. Dichos procesos mentales se fortalecieron a través del uso de los graficadores porque el estudiante comprendió la relación entre la gráfica generada para cada polinomio analizado y la demostración matemática que llevo a la solución de problemas de corte lineal o de variación uno a uno, y el concepto de variables dependientes e independientes.

Sugerencias para los participantes del estudio: en primer lugar al personal docente que aportaron al trabajo de campo en el desarrollo del estudio de investigación, así como a aquellos que orientan las diferentes áreas del saber dentro de la institución educativa donde se llevó la investigación, se les sugiere: a) reconocer el papel preponderante que tiene el proceso de planeación pedagógico y didáctico en el mejoramiento de las prácticas de enseñanza dentro de las diferentes áreas del saber; b) aceptar la importancia que presentan los procesos de formación, capacitación y actualización profesional docente en relación con estrategias de enseñanza mediados por tecnología, y en especial aquellas soportadas en REA y OA por las ventajas que presentan para el sector educativo oficial en lo referente a costos de implementación y operación, así como también por la variedad de posibilidades con que cuentan para soportar el desarrollo de diversas temáticas educativas; c) para el fomento de las competencias básicas en las distintas áreas del saber es importante desarrollar el modelo pedagógico institucional que propende por el seguimiento de

estrategias de enseñanza que parten de la visualización al estudiante sobre la importancia y campo de aplicación del conocimiento conceptual y procedimental al momento de abordar una determinada temática.

Consecuentemente, se presentan aportes para el campo educativo: la utilización de REA u OA deben acompañarse de procesos de planeación que incluyan la selección del material educativo digital, indicado para el mejoramiento de las prácticas educativas y logro de metas de aprendizaje; se sugiere también el realizar seguimientos durante la fase de implementación de REA, en los procesos de enseñanza aprendizaje, para que permitan, mediante la retroalimentación, generar actividades tendientes a lograr innovaciones educativas ricas, duraderas y eficaces que redunden en el mejoramiento de la calidad educativa.

La investigación posibilita estudios futuros relacionados con la utilización de recursos digitales, como los REA u OA, para apoyar la labor docente en otras áreas del conocimiento en el nivel de básica secundaria que analice el impacto en la práctica docente al emplear esas herramientas como opción de mejora en los aprendizajes de los estudiantes.

## 7. Referencias

- Andrade, Javier. (2014). Creencias sobre el uso de las tecnologías de la información y la comunicación de los docentes de educación primaria en México. *Actualidades investigativas en educación*, 14(2), 1-29. Recuperado de <http://revista.inie.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/654>
- Attard, Catherine. (2011). Teaching with Technology. *Australian primary mathematics classroom*, 16(2), 30-32. Recuperado de ERIC (Document Reproduction Service No. EJ936536).
- Avilés, María del Rosario, Díaz, Jeimhy, Esquivel, Susana Leticia y Hernández, Graciela. (2010). Apoyo en el aprendizaje: REA, una opción tecnológica para el desarrollo de competencias en geometría y trigonometría a nivel bachillerato. María Soledad En Ramírez y José Vladimir Burgos (Eds.), *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa* (pp. 361-381). Recuperado de <http://catedra.ruv.itesm.mx/bitstream/987654321/566/8/ebook>
- Blanco, Patricia. (2012). Metodología para la inclusión de las TIC en el aula de matemáticas de secundaria (Tesis de Maestría). Recuperado de <https://es.slideshare.net/secret/JhUqIRZ1hWmrbc>
- Carbonell, Jaume. (2002). El profesorado y la innovación educativa. En Pedro Cañal de León (Coord.), *La innovación educativa* (pp. 11-26). Madrid, España: Universidad de Andalucía - Ediciones Akal S.A.

- Celaya, Rosario, Lozano, Fernando Gustavo y Ramírez, María Soledad. (2010). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan recursos educativos abiertos en educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(45), 487-513.
- Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Plan sectorial 2010-2014* (Documento N° 9). Bogotá, Colombia: MEN. Recuperado de [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-293647\\_archivo\\_pdf\\_plansectorial.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-293647_archivo_pdf_plansectorial.pdf)
- Geser, Guntram. (2007). *Open educational practices and resources*. Austria: EduMedia Group. Recuperado de [http://www.olcos.org/cms/upload/docs/olcos\\_roadmap.pdf](http://www.olcos.org/cms/upload/docs/olcos_roadmap.pdf)
- Goñi, Jesús María. (2011). Las finalidades del currículo de matemáticas en secundaria y bachillerato. En Jesús María Goñi (Ed.), *Didáctica de las matemáticas* (pp. 9-25). Barcelona, España: Editorial Graó.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2013). *Colombia en PISA 2012: Informe nacional de resultados*. Bogotá, Colombia: ICFES. Recuperado de [http://www.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc\\_download/183-resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012?Itemid=](http://www.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc_download/183-resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012?Itemid=)
- Kortenkamp, Ulrich y Fest, Andreas. (2009). From CAS/DGS integration to algorithms in educational math software. *Electronic journal of mathematics y technology*, 3(3), 261-273. Recuperado de EBSCO (Accession Number 48383566)
- Lestón, Patricia. (2005). El graficador como herramienta para la clase de matemática. *Sociedad Argentina de educación matemática, Revista Premisa*, 7(24), 9-15. Recuperado de <http://soarem.org.ar/Documentos/24%20Leston.pdf>
- Mayan, María. (2001). *Una Introducción a los Métodos Cualitativos: Módulo de Entrenamiento para Estudiantes y Profesionales* (eBook). Qual Institute Press. Recuperado de <http://www.ualberta.ca/~iiqm/pdfs/introduccion.pdf>
- McKerlich, Ross, Ives, Cindy y McGreal, Rory. (2013). Measuring use and creation of open educational resources in higher education. *International review of research in open y distance learning*, 14(4), 91-102.
- Merriam, Sharan B. (2002). *Qualitative research in practice: examples for discussion and analysis*. San Francisco, California, USA: Jossey-Bass.
- Mortera, Fernando Jorge, Salazar, Ana Lucrecia, Rodríguez, Jaime y Pérez, Juan Antonio. (2011). *Guía de referencia para el uso de recursos educativos abiertos (REA) y objetos de aprendizaje (OA)*. Montemorelos, Nuevo León, México: CUDI – CONACYT.
- Niss, Mogens y Højgaard, Tomas. (2011). *Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde, Dinamarca: IMFUFA, Roskilde University. Recuperado de [https://pure.au.dk/ws/files/41669781/THJ11\\_MN\\_KOM\\_in\\_english.pdf](https://pure.au.dk/ws/files/41669781/THJ11_MN_KOM_in_english.pdf)

- OECD. (2013). *Mathematics framework. PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. doi: [10.1787/19963777](https://doi.org/10.1787/19963777)
- OECD. (2014). *PISA 2012 results: what students know and can do: Student performance in mathematics, reading and science*. Programme for International Student Assessment. doi: [10.1787/9789264208780-en](https://doi.org/10.1787/9789264208780-en)
- Ramírez, María Soledad. (2012). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes presenciales y a distancia* [eBook]. México: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Rico, Luis. (2004). Evaluación de competencias matemáticas: proyecto PISA/OECD 2003. En Encarnación Castro y Enrique de la Torre (Eds.), *Investigación matemática: Octavo simposio de la Sociedad Española de investigación en educación matemática (S.E.I.E.M.)* (pp. 89-102). Recuperado de [http://funes.uniandes.edu.co/1351/1/Rico2004Evaluacion\\_SEIEM\\_89.pdf](http://funes.uniandes.edu.co/1351/1/Rico2004Evaluacion_SEIEM_89.pdf)
- Sánchez, Boris. (2009). *EDUTEKA - Matemática interactiva - El dibujante de gráficos*. Recuperado de <http://www.temoa.info/es/node/49027>
- Seely, John y Adler, Richard. (2008). Minds on Fire: Open Education, the Long Tail, and Learning 2.0. *Educase Review*, 43(1), 16-32. Recuperado de <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ERM0811.pdf>
- Steyn, Tobia y Plessis, Ina Du. (2007). Competence in mathematics-more than mathematical skills? *International Journal of Mathematical Education in Science y Technology*, 38(7), 881-890. Recuperado de EBSCO (Accession Number 26641392).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2013). *Enfoque estratégico sobre las tic en educación en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002232/223251s.pdf>
- Utah State University. (2008). *Function Machine* [objeto de aprendizaje] Extend and enhance National Library of Virtual Manipulatives. Recuperado de <http://www.temoa.info/es/node/70591>
- Venkatraman, Dheera. (2007). *Fooplot*. Recuperado de <http://fooplot.com>
- Yin, Robert K. (2006). Case study methods. En Judith L. Green, Gregory Camilli y Patricia Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 111-122). USA: Routledge. Recuperado de <http://www.cosmoscorp.com/docs/aeradraft.pdf>