

INNOVACIÓN EDUCATIVA PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN EL MARCO DEL MOVIMIENTO EDUCATIVO ABIERTO

EDUCATIONAL INNOVATION TO DEVELOP MATHEMATICAL COMPETENCE
IN THE FRAMEWORK OF OPEN EDUCATIONAL MOVEMENT

*Libardo Antonio Pazos Trujillo*¹

*Gloria Concepción Tenorio Sepúlveda*²

*María Soledad Ramírez Montoya*³

Resumen: Este artículo presenta los apartes más relevantes de una investigación que estudio la manera como se desarrollaron los atributos de innovación en el marco del movimiento educativo abierto al desarrollar competencias matemáticas integrando Recursos Educativos Abiertos (REA) y Objetos de Aprendizaje (OA) en el nivel de educación básica para una escuela pública de carácter rural ubicada en Colombia. Se buscó identificar a través del uso e interacción con REA y OA, cómo fue el desarrollo de los atributos de innovación -la idea de lo nuevo, el fenómeno de cambio, la acción final y el proceso- en los ambientes de aprendizaje para fomentar la competencia matemática de razonamiento y comunicativa en estudiantes de noveno grado al abordar 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. Se decidió utilizar el paradigma cualitativo con estudio de caso para abordar la investigación. Los resultados indican que el desarrollo de los atributos de innovación al utilizar los REA y OA como un recurso innovador en la enseñanza de las matemáticas permite evidenciar cómo se favorece el proceso educativo y potencializa el papel del docente como orientador y favorecedor en el desarrollo de la competencia de comunicación y de razonamiento matemático.

Palabras claves: INNOVACIÓN EDUCATIVA, RECURSOS EDUCATIVOS, OBJETOS DE APRENDIZAJE, COMPETENCIA MATEMÁTICA, EDUCACIÓN BÁSICA.

Abstract: This article shows the most relevant parts of a research which studies the way how the innovation attributes were developed within a framework of an open education movement to develop mathematical competencies by integrating Open Educational Resources (OER) and learning objects (LO), in basic education in rural public schools in Colombia. The aim of the research was look for, through the use and interaction between OER and LO, how was the development of the innovation attributes – the idea of the new, phenomena of change, the final action and the process – in learning environments, to promote the communicative and reasoning mathematical competencies in ninth grade students, by addressing the use of digital plotters in quadratic and linear teaching, through an educational innovation based on evidence, in order to improve educational practice. It

¹ Docente de educación básica en el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Docente catedrático Universidad Minuto de Dios Colombia. Master en tecnología educativa. Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones. Especialista en Redes y Servicios Telemáticos. Dirección electrónica: lianpatru@hotmail.com

² Docente Tecnológico de Monterrey. Master en Dirección electrónica:

³ Docente Tecnológico de Monterrey. Doctora en ... Dirección electrónica:

was decided to use the qualitative paradigm with a case of study, to address the research. The results show that the development of innovation attributes with the use of OER and LO as an innovative resource in mathematical teaching, allowed to prove how promotes the educational process and potentiates the role of the teacher as a mentor and facilitator in the development of communication competence and mathematical reasoning.

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

1. Introducción

El área de matemáticas es parte fundamental del plan de estudios de educación básica y desarrolla en el estudiante habilidades y competencias que le permiten afrontar las exigencias del mundo globalizado. El mundo como aldea global requiere además de ciudadanos competentes en el uso de las nuevas tecnologías y el entorno escolar es de gran importancia para el acercamiento de los estudiantes a las potencialidades que presentan estos recursos para apoyarlos y complementar sus procesos de aprendizaje. Se presenta para el docente la oportunidad de innovar en el campo educativo al orientar y afianzar el desarrollo de las habilidades matemáticas que propendan por una educación de calidad mediante el uso de las tecnologías logrando de esta forma que el estudiante adquiera competencias tanto matemáticas como digitales y reconozca la importancia de la tecnología como herramienta que permite al ser humano potenciar sus capacidades.

En América Latina así como en el mundo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (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 de metodologías que permitan relacionar adecuadamente el aspecto pedagógico y didáctico con el tecnológico con miras a lograr eficiencia en la incorporación de las tecnologías en el campo de la educación. En relación a 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 favorece el alcance del conocimiento a través del uso y reutilización de recursos educativos de libre acceso soportado en la plataforma tecnológica de 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.

El mejoramiento de los procesos de aprendizaje y específicamente 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. Existe un conceso entre quienes diseñan las políticas educativas en los diferentes países y quienes las aplican, coincidiendo ambas partes 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 necesario 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 de los estudiantes.

2. Breve referente teórico

La escuela pública de carácter rural donde se desarrolló el estudio presta su servicio en 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 (en adelante MEN) durante los últimos años. Es necesario, buscar nuevas metodologías para mejorar las prácticas de enseñanza, el desempeño académico y la adquisición de la competencia matemática en los estudiantes (ICFES, 2013). La inclusión de las TIC y en especial de los REA en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática presenta una oportunidad para la búsqueda del mejoramiento.

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 de investigación futura el 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 (en adelante 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 (MEN, 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 recursos educativos abiertos y objetos de aprendizaje en educación básica?

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 recursos educativos abiertos en los ambientes de aprendizaje de educación media que fomenten las competencia matemática 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.

En concordancia con el objetivo y la naturaleza del estudio se planteó el siguiente

supuesto de investigación: La utilización de REA en educación básica sustentados en estrategias de indagación como la innovación educativa basada en evidencia y una adecuada planeación didáctica y pedagógica permite mejorar la enseñanza y fomentar el desarrollo de competencias matemáticas en comunicación y razonamiento al utilizar los graficadores digitales como sustento en la enseñanza y el aprendizaje de las funciones lineales y cuadráticas.

La presente investigación fue importante para el ámbito educativo porque permitió explorar el efecto que tiene la incorporación de recursos educativos abiertos como los graficadores digitales en el mejoramiento de los procesos de enseñanza de la matemática, así como el impacto que tiene en el desarrollo de la competencia de razonamiento y de comunicación matemática.

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 (2012) definen 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.

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, que son uno de los ejemplos más conocidos del movimiento educativo abierto. El movimiento educativo abierto ha sido conceptualizado por varios autores Geser (2007) y Seely & Adler (2008) como una posibilidad de compartir, utilizar y construir conocimiento de forma abierta mediante internet. 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, los sistemas de álgebra computacional (Computer Algebra Systems, en adelante CAS) y los sistemas de geometría dinámica (Dynamic Geometry Software, en adelante 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 Fooplot, 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 pago o software libre como Fooplot 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 la matemática, el primero privilegia la construcción del conocimiento matemático sobre su aplicabilidad centrándose en procedimientos y conceptos, el segundo señala la razón de ser de la matemática en la posibilidad de aplicar los conocimientos a los contextos de uso de la vida en sus diferentes facetas. Organizaciones de carácter internacional como UNESCO o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) apoyadas por teóricos en el área se inclinan más por la enseñanza de la matemática desde el segundo enfoque que se denomina enseñanza matemática basada en competencias (Goñi, 2011).

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 hace referencia principalmente a dos de las competencias anteriormente señaladas, es necesario ampliar su definición.

La competencia comunicativa en matemática 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) define la competencia comunicativa en matemáticas 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 el cual 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 razonamientos 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 e 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.”.

La incursión de las TIC en todos los campos de la sociedad no ha sido ajena al de la enseñanza de las matemáticas. Para Collins y Halverson (2009, citado 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.

3. Metodología

Considerando la pregunta de investigación, el paradigma que más se ajusta para el análisis es el cualitativo. 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 cualitativo para el desarrollo de la investigación, 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 estudio de caso al grupo de estudiantes que conforman el grado noveno de educación básica de una escuela rural del sur de Colombia específicamente en la utilización como apoyo didáctico de REA y OA cumpliendo el papel de graficadores digitales para el desarrollo de

los temas función lineal y cuadrática en el área de matemáticas.

El objetivo de la investigación fue analizar el desarrollo de los atributos de innovación al aplicar en el proceso de enseñanza los REA y OA en las clases de matemática. La innovación educativa consistió en la utilización de OA como graficadores de funciones lineales y cuadráticas para apoyar el desarrollo de competencias matemáticas.

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia diseñó una guía que contiene los estándares básicos de competencias matemáticas como orientación para las Instituciones de educación básica y media del país; entre éstos se hallan los relacionados con la interpretación y análisis de funciones de primer y segundo grado para el nivel de noveno de educación básica (MEN, 2006). Los contenidos temáticos necesarios para que el estudiante alcance dichos estándares básicos de competencias comprende la conceptualización de función, elementos y representación de funciones, función lineal, sistemas de ecuaciones lineales, función cuadrática y sus elementos, raíces de la función cuadrática y solución de ecuaciones cuadráticas. La enseñanza y orientación de éstos contenidos se apoyó en la utilización de REA y OA con el objetivo de ayudar en la conceptualización de los temas y la graficación de funciones. Los recursos con que cuenta el área de matemáticas para el desarrollo de los objetivos además de los básicos como salón y mobiliario son: libros de texto, computadoras, proyectores y REA y OA. La metodología de evaluación es la consignada en el plan curricular y de área de la institución educativa que abarca desde el desarrollo de talleres individuales y grupales, la participación activa en el desarrollo de la clase y la realización y sustentación de tareas.

Para Mayán (2001), el objetivo de la muestra en la investigación cualitativa es la comprensión del fenómeno de interés, a diferencia del muestreo cualitativo que busca generalizar los hallazgos a la población desde donde se obtuvo la muestra. Para abordar el presente estudio el docente investigador se seleccionó como población el grado noveno de educación básica de una escuela pública rural del sur de Colombia y un muestreo por conveniencia correspondiente también a los mismos 12 estudiantes que conforman el curso. Adicionalmente se solicitó la participación de dos docentes de la sede educativa encargados de orientar las áreas de tecnología y ciencias naturales para indagar sobre los atributos de innovación, la enseñanza de las matemáticas y su aplicabilidad en las diferentes áreas del saber.

Valenzuela y Flores (2012) señalan que el tema de investigación tiene origen en la

realidad en que se ubica el investigador, en su experiencia y en sus intereses. El tema del presente estudio es la innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto. Las categorías se desglosan a partir del tema, de la pregunta de investigación y del objetivo de la misma. Se trabajó con las siguientes categorías: la innovación educativa, Los REA y los OA y la competencia matemática.

La categoría de innovación educativa consta de tres indicadores, que se 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 segunda categoría de REA y OA surge como la implementación de lo nuevo en el proceso de enseñanza de la matemática aplicado al contexto educativo en donde se desarrolló la investigación. Ésta categoría consta de los indicadores: 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, orientado principalmente al desarrollo de la competencia matemática de comunicación y razonamiento. Finalmente, la tercera categoría comprende las competencias matemáticas; ésta categoría se analiza mediante tres indicadores: la enseñanza de la matemática y la competencia comunicativa y de razonamiento matemático.

Para Mayan (2001), las fuentes de información se basan en individuos, documentos o contextos. Para la presente investigación se seleccionaron como fuentes de investigación los estudiantes del grado noveno de educación básica de una institución oficial de carácter rural y algunos docentes que participaron de manera voluntaria en el estudio; los profesores actuaron como fuente de información proporcionando 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 matemática.

Yin (2006) y Merriam (2002) indican que un estudio de caso se beneficia de múltiples fuentes de datos como: documentos, entrevistas, observación directa u observación participante y la selección de dichas fuentes está determinada por cuales darán la mejor información con la cual responder la pregunta. Para la presente investigación se utilizó como técnicas para recolección de datos la entrevista que 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 de los docentes y el análisis de documentos significativos como trabajos realizados por los alumnos 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.

La prueba piloto es definida por Valenzuela y Flores (2012, p. 161), como un “procedimiento que prueba la funcionalidad de los instrumentos de una investigación a fin de proveer información acerca de deficiencias y sugerencias para su posterior mejoramiento”. Previamente a la aplicación de la entrevista a los participantes de la investigación, se aplicó la misma a un docente que ya ha hecho uso de REA y OA en el proceso de enseñanza, buscando considerar la pertinencia del instrumento diseñado y su funcionalidad para el estudio de caso logrando realizar modificaciones a la entrevista, a fin de generar resultados más consecuentes con la pregunta de investigación y hacerlo más entendible al entrevistado.

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 entrevista a docentes y alumnos.

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). Por tanto, 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, el desarrollo de actividades realizadas por los estudiantes y con base en la triangulación de la información recabada buscando dar validez y confiabilidad a los resultados obtenidos.

4. Resultados obtenidos

El capítulo presenta los resultados del trabajo de campo al analizar el caso de estudio escogido luego de aplicar los instrumentos generados a partir del cuadro de triple

entrada. Dado el carácter cualitativo de la metodología de investigación seleccionada en la indagación, en la que se utilizó el estudio de caso se presenta la respectiva descripción y análisis.

4.1 La innovación educativa.

La necesidad de mejorar el desempeño de los estudiantes en las pruebas externas fue uno de los objetivos propuestos por la nueva administración del establecimiento educativo ahora en su calidad de sede educativa. El área de matemática de la institución a través de la coordinación académica solicitó a los docentes del área en la sede reforzar los conocimientos relacionados con el pensamiento variacional y los sistemas algebraicos; lo anterior se acordó en la reunión del área de matemáticas trabajarlo a través de la utilización de las TIC, en concordancia con las políticas educativas del gobierno Colombiano. Los lineamientos dados por la coordinación académica de la institución educativa surten como una oportunidad de innovar en las prácticas educativas seguidas hasta ese momento en la escuela y permiten al estudiante reconocer la importancia y aplicación de las nuevas tecnologías en los procesos de aprendizaje tal como lo expuso la docente de tecnología en la entrevista al cuestionarla sobre la influencia que tienen las TIC en los procesos de enseñanza: “el uso de software para explicar, explorar o profundizar las diferentes temáticas en una determinada área del conocimiento permite al estudiante reconocer la importancia de la utilización de computador para mejorar el aprendizaje y mejorar la presentación de los trabajos propuestos por los docentes”.

4.1.1 Fenómeno de cambio. El desempeño académico de los alumnos del grado noveno durante los 4 meses anteriores no ha sido el mejor en la jornada matutina, los informes académicos socializados a los padres de familia específicamente en el área de matemáticas señalan falencias en el logro de objetivos planteados. La información suministrada por los estudiantes y profesores mediante la aplicación de uno de los instrumentos de captura de datos utilizados en la investigación como lo fue la entrevista tanto a alumnos como a docentes evidenciaron cierta apatía por parte de los estudiantes a la hora de enfrentar la orientación de conceptos y procedimientos propios de la materia de estudio al explicitar en la entrevista frases como: “hay cosas de matemáticas que no voy a usar nunca”; “la clase no me gusta cuando hay que escribir mucho, no veo para que me sirve lo que copio en el cuaderno”; “cuando hago los dibujos de las líneas no me quedan bien”. Los aportes brindados por los dos docentes que diligenciaron la entrevista en relación con la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje señalan la necesidad de

un cambio en la actitud del maestro, cambio que incluye la empatía con la generación que se está ayudando a formar y la búsqueda de metodologías alternas a la planeación de las actividades de aula basadas únicamente en clases magistrales.

4.1.2. Idea de lo nuevo. La segunda sesión de clases inicia con una invitación a los alumnos para desplazarse hasta la sala de sistemas previamente reservada ante la profesora del área de informática; la sala está dotada de 20 computadoras con conexión a internet, un video beam, tablero acrílico y sillas plásticas. La clase fue planeada para reforzar el concepto de función y particularizar el de función lineal con ayuda del video y el OA. Para el desarrollo de la clase se utilizó el OA denominado Máquina de funciones – eNLVM (Utah State University, 2008) que permitió reforzar el concepto de función y dependencia de variables, seguidamente se visualizó un video introductorio al estudio de las funciones lineales que buscó fortalecer los apartados expuestos en el aula de clase. Se evidencia mayor elaboración en los aportes realizados por los alumnos 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.

4.1.3 Proceso y acción final. 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 la exploración de un tema determinado en el área de matemáticas posibilita también el desarrollo de habilidades tecnológicas y digitales tal y como señala uno de los docentes entrevistados al afirmar “los niños fortalecen la curiosidad mediante la búsqueda de información en internet durante el desarrollo de sus actividades escolares desarrollando también la capacidad crítica frente al cumulo de conocimientos al que pueden acceder”.

El apoyo brindado por las directivas de la institución y por el Ministerio de Educación a aquellas metodologías que implementan TIC en los procesos educativos es fundamental

para que la planeación didáctica que cuenta entre sus recursos de apoyo con el uso de REA permitan desarrollar tanto en docentes como en estudiantes competencias digitales.

La importancia de las competencias digitales se evidenció en las respuestas dadas por los docentes y estudiantes a la entrevista 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 No. 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 alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desinterés por el aprendizaje. ▪ Métodos de enseñanza no adecuados. ▪ Necesidad de planear actividades didácticas que mejoren el aprendizaje.
<i>Idea de lo nuevo</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor interés hacia las actividades de clase. ▪ Las TIC posibilitan actividades de introducción a nuevas temáticas. ▪ La interacción con TIC motiva el aprendizaje.
<i>Proceso y acción final</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posibilita variedad de acciones pedagógicas para aprendizajes efectivos. ▪ Disminución de distracciones. ▪ Actividades didácticas basadas en TIC permiten el desarrollo de competencias matemáticas y digitales. ▪ Apoyo de directivas hacia el proceso de innovación es importante.

Fuente: Elaboración propia del autor (2014).

4.2 Recursos educativos abiertos y objetos de aprendizaje.

Los apartados relacionados con la representación de funciones lineales y los conceptos de variables dependiente e independiente, utilizando para tal fin los REA y OA seleccionados en la planeación de las actividades didácticas se orientaron en las siguientes tres sesiones de clase.

4.2.1 Selección de REA y OA. Para el cumplimiento de los objetivos en las sesiones subsiguientes, se escogió el REA el dibujante de gráficos (Sánchez, 2009) y el OA fooplot (Venkatraman, 2007). Además de los conceptos y procedimientos matemáticos necesarios se orienta sobre el uso del OA fooplot, sus características, la manera de tratar las escalas de las gráficas generadas, las lecturas disponibles en el plano graficado y la forma de manipular la visualización de la gráfica de la función de primer grado para interpretar el concepto de dependencia e independencia de variables matemáticas. Posteriormente se propuso graficar algunas funciones lineales utilizando para ello el OA a fin de afianzar los conceptos estudiados.

Las observaciones consignadas en la bitácora permiten 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 en el apartado de REA y OA: “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.

4.2.2 Tipos de REA y OA. Debido a las falencias detectadas en los trabajos realizados en clase y en los que presentaron los estudiantes como tareas a realizar fuera del aula de clase; se hizo necesario reforzar conceptos y procedimientos relacionados con el plano de coordenadas cartesianas y parejas ordenadas. Las actividades se planearon mediante el uso del REA el dibujante de gráficos (Sánchez, 2009) que explicita y ejercita

la ubicación de puntos en el plano cartesiano y el reconocimiento de cuadrantes.

La utilización del OA fooplot fue fundamental para explicar los elementos constitutivos de la ecuación canónica de la función lineal ya que permitió ver la variación en tiempo real de la recta sobre el plano cartesiano al variar el valor de la pendiente y del intercepto con el eje de las ordenadas; también sirvió como soporte al estudiante para explicar la definición de creciente y decreciente en relación con la orientación de las rectas graficadas y asimilar el concepto de posición relativa de dos rectas en un plano.

4.2.3 Evaluación de la efectividad. El desarrollo de las primeras clases muestran cómo el uso del OA y los REA aumentó la motivación de los estudiantes al realizar aportes relacionados con el tema orientado, hecho que se corroboró posteriormente al analizar las respuestas dadas por los alumnos a una de las preguntas plasmadas en la entrevista. En éste 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 recursos educativos abiertos y objetos de aprendizaje se muestra la tabla 2, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

Tabla No. 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 alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none">▪ Selección de recursos digitales acordes con los objetivos de aprendizaje.▪ Uso de recursos digitales debe estar

<i>Tipos de REA y OA</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<p>apoyado en la planeación de actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La calidad de los recursos digitales para el aprendizaje es esencial. ▪ Los REA y OA permiten actividades de refuerzo y nivelación a estudiantes con dificultades de aprendizaje. ▪ REA y OA con características interactivas permiten confrontar los conocimientos adquiridos en las clases.
<i>Evaluación de la efectividad</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El aspecto visual de los REA y OA motiva hacia el aprendizaje. ▪ Los REA y OA permiten centrar la atención de los estudiantes.

Fuente: Elaboración propia del autor (2014).

4.3 La competencia matemática.

La enseñanza del tema de funciones para el nivel de noveno grado regido por el plan de aula de la institución educativa señala que la temática a cubrir luego de haber cumplido los objetivos en el aprendizaje de la función lineal es explorar conceptual y procedimentalmente el estudio de las funciones de segundo grado. En este sentido el Ministerio de educación en los estándares básicos de competencias (MEN, 2006) recomienda mantener una coherencia vertical de los saberes a impartir donde el objetivo del proceso educativo es el desarrollo de competencias en las diferentes áreas del saber.

4.3.1 Enseñanza de las matemáticas. Para la presente investigación se trabajó en el estudio del desarrollo de las competencias matemáticas de comunicación y razonamiento apoyadas en el uso de los REA y OA. El análisis del desarrollo de las competencias matemáticas se centró en el uso de material audiovisual, específicamente la proyección y análisis de videos educativos con contenido matemático y la utilización del OA fooplot como graficador de funciones matemáticas tanto de primer como de segundo grado. La orientación de la temática funciones de segundo grado se planeó mediante el análisis de un video con las aplicaciones que tiene la función cuadrática en la vida diaria así como el aporte que ha tenido en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la ingeniería desarrollada por la humanidad.

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 indica 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”.

4.3.2 La comunicación de conceptos matemáticos. Después de la introducción a la temática, se planteó a los estudiantes un problema que para su solución requería de métodos para resolución de ecuaciones de segundo grado. Seguidamente, se utilizó el OA fooplot para graficar la función básica representativa de la función de segundo grado y $= x^2$ para conceptualizar los elementos distintivos de la parábola como son la abertura, el vértice, el eje de simetría, también se analizaron los valores de dominio y rango de la función analizada. Después se solicitó a los alumnos generar la tabla de valores de la función graficada en fooplot y analizar y exponer la manera como variaban los valores en el eje de las ordenadas en relación con el de las abscisas; se enfatizó dentro de los criterios de evaluación para la actividad el logro de una comunicación fluida basada en el uso adecuado de términos matemáticos relacionados tanto con operaciones básicas de aritmética como la definición de símbolos y representaciones algebraicas.

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, se genera a partir de la observación de la gráfica y la expresión algebraica que la genera.

4.3.3 El razonamiento matemático. Durante las tres sesiones siguientes se explicó la dependencia de la gráfica de la función de segundo grado en relación con los valores

numéricos que pueden tomar a , b y c dentro de la ecuación explícita y la forma en que variaban el sentido de la parábola, la abertura y la posición del vértice. Se utilizó el OA fooplot para ver como variaba la parábola cuando b y c se hacían cero. Se solicitó a los estudiantes graficar distintas funciones cuadráticas en fooplot y determinar visualmente las coordenadas del vértice de cada una de ellas. Finalmente, en las últimas cuatro sesiones de clase relacionadas con el tema de funciones de primer y segundo grado, se oriento acerca de los diferentes métodos para hallar los ceros, raíces o soluciones de las ecuaciones cuadráticas mediante el uso de casos de factorización o la utilización de la fórmula de solución de ecuaciones de segundo grado, analizando los casos en que se presentaban raíces reales y raíces complejas.

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 ayudo 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 porque 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 No. 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</i>	Bitácora	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El uso de REA y OA es esencial en

<i>las matemáticas</i>	Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	matemáticas para realizar introducción a nuevas temáticas y presentar su aplicabilidad en la vida real. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Los REA y OA brindan en el aprendizaje de las matemáticas mayor interactividad conceptual.
<i>Competencia comunicativa en matemáticas</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El uso de REA y OA permite comunicar más fácilmente conceptos matemáticos. ▪ El uso continuo de recursos digitales del área permite al estudiante familiarizarse con la terminología propia de las matemáticas. ▪ La relación de los conceptos matemáticos con el aspecto visual de los REA y OA facilitan la expresión oral de ideas de corte matemático.
<i>Competencia razonamiento matemático</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los REA y OA permiten plasmar representaciones mentales producto de razonamientos matemáticos. ▪ Los REA y OA facilitan la adquisición de conceptos relacionados con las funciones matemáticas. ▪ Los REA y OA facilitan procesos de comprobación tanto conceptual como procedimental.

Fuente: Elaboración propia del autor (2014).

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 alumnos 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 busca 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. Los alumnos 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 inevitable para la consecución de logros a través de la innovación la concientización y capacitación de los docentes 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 en particular sino que se genera a partir del conceso para el logro de un objetivo en particular. La necesidad del mejoramiento de la calidad educativa está en estrecha relación con la búsqueda de una mejor predisposición por parte del docente para enseñar y del alumno 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 a el 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, las directivas o los docentes 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 la 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. 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, la obligatoriedad de un correcto proceso de análisis previo al uso de los REA u OA en las actividades de aula. Celaya, Lozano y Ramírez (2010) destacan la importancia al momento 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 que cuenta el docente para mejorar los procesos de enseñanza. De igual manera Mortera, Salazar, Rodríguez y

Pérez (2011) aportan en éste sentido que debe existir una planeación consciente, explícita y deliberada para el uso de los REA y OA relacionada con los objetivos del proceso de enseñanza que se desea llevar a cabo. 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 los alumnos.

Para la correcta selección de los REA en los procesos educativos es necesario que el 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. El aporte de McKerlich, Ives, y McGreal (2013) en éste sentido menciona que en educación media se han venido introduciendo REA en las prácticas de enseñanza en las aulas, fenómeno que se ha acentuado en los últimos años siguiendo la filosofía del compartir el conocimiento iniciado por las Universidades en Estados Unidos, el tipo de REA disponible incluye lecciones y módulos de cursos, guías, textos electrónicos, multimedia y materiales soportados en web. 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 o forme de manera autodidacta sobre los avances que presentan los recursos educativos libres 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 los estudiantes mostró que la graficación de las funciones se facilitó con el uso del REA y los motivó 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 la matemática apoyada en el uso de recursos educativos digitales como los 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 la entrevista practicada a los estudiantes y a los 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 maximice 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 los alumnos utilizan 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 alumno como se evidenció en la sustentación de trabajos presentados al docente, la apropiación léxica de símbolos y conceptos matemáticos en la explicación del ejercicio, sustentado en las gráficas desarrolladas; lo anterior se corrobora también en la respuesta dada por los 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 universitaria. 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 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 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 cual no basado en la conceptualización matemática y la realidad en donde se aplica. Es primordial que los estudiantes razonen matemáticamente y reconozcan a la matemática como una herramienta que ayuda a comprender los fenómenos presentes en la cotidianidad y por la tanto comprenda su extensión y sus limitaciones.

6. Conclusiones y recomendaciones

En este apartado se valoraron y compararon los hallazgos con la pregunta de investigación, los supuestos y los objetivos planteados. Como resultado de este estudio se identificaron 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) enunciados por Cros (2009, citado por Ramírez 2012) para el ámbito educativo enmarcados dentro del desarrollo de las competencias de comunicación y razonamiento en el área de matemáticas. A continuación se presentan los hallazgos relacionados con cada tópico:

a) El fenómeno de cambio forma parte de los atributos de la innovación y en el estudio de investigación donde 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 permita 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 adopción del cambio y la firmeza para proseguirlo.

b) La idea de lo nuevo en el proceso de innovación educativa se desarrolló en base a 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 al buscar facilitar en el estudiante la adquisición y afianzamiento de las competencias anteriormente 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 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 permite el cumplimiento del objetivo planteado, e incluye 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 permiten potenciar el proceso de enseñanza aprendizaje, que para el estudio de investigación se basó en la utilización de REA graficadores de funciones. Finalmente la planeación didáctica y pedagógica contiene el proceso de evaluación que permite 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, que 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 éstos, que se evidenció en las directivas por el apoyo irrestricto referente a atreverse a innovar apoyados en el uso de TIC siguiendo el derrotero marcado por el MEN; en los docentes 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.

Por lo anteriormente señalado. el supuesto de la investigación: “La utilización de REA en educación básica sustentados en estrategias de indagación como la innovación educativa basada en evidencia y una adecuada planeación didáctica y pedagógica permite mejorar la enseñanza y fomentar el desarrollo de competencias matemáticas en comunicación y razonamiento al utilizar los graficadores digitales como sustento en la enseñanza y el aprendizaje de las funciones lineales y cuadráticas” fue acertado porque mediante la estrategia investigativa de innovación educativa basada en evidencia se comprobó que se desarrollaron competencias matemáticas soportadas en el uso de REA

graficadores de funciones lineales y de segundo grado basándose en una planeación didáctica y pedagógica congruente con las metas de la temática desarrollada para el grado noveno de educación básica. El uso de graficadores permitió a los estudiantes apoyar sus exposiciones orales y escritas, además de hallar la relación presente entre las variables implicadas en la expresión algebraica y comprobar la correlación existente entre las soluciones gráficas y las determinadas por procedimientos aritméticos y algebraicos, permitiéndoles comprobar o descartar raíces presentes en la solución que no son aplicables en un contexto real sino que son exclusivas del universo matemático.

Recomendaciones: En primer lugar a los docentes que aportaron al trabajo de campo en el desarrollo del estudio de investigación así como también a aquellos que orientan las diferentes áreas del saber dentro de la institución educativa donde se llevó la investigación, se recomienda: 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 a estrategias de enseñanza mediados por tecnología, y en especial aquellos soportados 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 realizan las siguientes sugerencias y recomendaciones al campo educativo: La utilización de REA u OA por sí solos no pueden generar aprendizajes significativos y desarrollo de competencias en las diferentes áreas del conocimiento si no se acompañan 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. Realizar seguimientos durante la fase de implementación de REA en los procesos de enseñanza aprendizaje 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

Attard, C. (2011). Teaching with Technology. *Australian primary mathematics classroom*, 16(2), 30-32. Recuperado de ERIC (Document Reproduction Service No. EJ936536).

Avilés, M. R., Díaz, J., Esquivel, S. y Hernández, G. (2010). Apoyo en el aprendizaje: REA, una opción tecnológica para el desarrollo de competencias en geometría y trigonometría a nivel bachillerato. En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.), *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa* (pp. 361-381). Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey, en el sitio Web: <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/566>.

Blanco, P. (2012). *Metodología para la inclusión de las TIC en el aula de matemáticas de secundaria* (Tesis de Maestría). Recuperado de: http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1193/2012_12_12_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1

Carbonell, J. (2002). El profesorado y la innovación educativa. En Cañal de León P. (Coord.), *La innovación educativa* (pp. 11-26). Madrid, España: Universidad de Andalucía - Ediciones Akal S.A.

Celaya R., Lozano F. y Ramírez M. S. (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. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá, Colombia: MEN. Recuperado de: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf.pdf

Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Plan sectorial 2010-2014*, documento número 9. Bogotá, Colombia: MEN. Recuperado de: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-293647_archivo_pdf_plansectorial.pdf

Geser, G. (2007). *Open educational practices and resources*. Austria: EduMedia Group. Recuperado de: http://www.olcos.org/cms/upload/docs/olcos_roadmap.pdf

- Goñi, J. M. (2011). Las finalidades del currículo de matemáticas en secundaria y bachillerato. En Goñi, J.M. (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=
- Kortenkamp, U. y Fest, A. (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, P. (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, M. (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, R., Ives, C., y McGreal, R. (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, S. B. (2002). *Qualitative research in practice: examples for discussion and analysis*. San Francisco, California, USA: Jossey-Bass.
- Mortera, F. J., Salazar, A. L., Rodríguez, J. y Pérez, J. A. (2011). *Guía de referencia para el uso de recursos educativos abiertos (REA) y objetos de aprendizaje (OA)*. Montemorelos, Nuevo León, México: CUDI – CONACYT.
- Niss, M. y Højgaard, T. (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
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). Mathematics framework. PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy.
doi:10.1787/9789264190511-en.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (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.
- Ramírez, M. S. (2012). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes presenciales*

- y a distancia* [eBook]. México: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Rico, L. (2004). Evaluación de competencias matemáticas: proyecto PISA/OECD 2003. En Castro, E. y de la Torre, E. (Eds.), *Investigación matemática: Octavo simposio de la Sociedad Española de investigación en educación matemática (S.E.I.E.M.)*. Recuperado de:
http://funes.uniandes.edu.co/1351/1/Rico2004Evaluacion_SEIEM_89.pdf
- Sánchez Molano, Boris (2009). *El dibujante de gráficos*, EDUTEKA. Recuperado del sitio temoa <http://www.temoa.info/es/node/49027>.
- Seely, J. y Adler, R. P. (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, T. y Plessis, I. D. (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).
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2013). *Enfoque estratégico sobre las tics 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. Disponible en Temoa: <http://www.temoa.info/es/node/70591>
- Valenzuela, J. R. y Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa. Volúmenes 2 y 3* (eBook). México: Editorial digital Tecnológico de Monterrey.
- Venkatraman, Dheera (2007). Fooplots. Recuperado de: <http://fooplots.com>
- Yin, R. K. (2006). Case study methods. En J. L. Green, G. Camilli, P. Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 111-122). USA: Routledge. Recuperado de: <http://www.cosmoscorp.com/docs/aeradraft.pdf>