

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

**Libardo Antonio Pazos Trujillo**

Trabajo de grado para optar al título de:

**Magister en Tecnología Educativa y  
Medios Innovadores para la Educación**

**Mag. Gloria Concepción Tenorio Sepúlveda**  
Asesor tutor

**Dra. María Soledad Ramírez Montoya**  
Asesor titular

**TECNOLÓGICO DE MONTERREY**  
Escuela de Graduados en Educación  
Monterrey, Nuevo León. México

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**  
Facultad de Educación  
Bucaramanga, Santander. Colombia

**2014**

## **Agradecimientos**

A mis hijos Diego Alejandro y Ángela María

Por permitirme robarles un poco del tiempo que compartíamos en días anteriores.

A Ximena Andrea

Por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A mis padres

Por su amor, enseñanzas

A mis compañeras Milena y Bellanid

Por su ejemplo de entrega, sacrificio y perseverancia

A la Dra. María Soledad Ramírez y la Maestra Gloria Concepción Tenorio

Por la orientación y las enseñanza brindadas

# **Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto**

## **Resumen**

El propósito de esta investigación fue dar respuesta a ¿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?, siendo el objetivo general 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 básica que fomenten las competencias matemáticas de razonamiento y comunicativa en estudiantes del grado 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. Se buscó identificar a través del uso e interacción con recursos educativos abiertos (REA) y objetos de aprendizaje (OA), los atributos de la innovación en ambientes de educación básica. La revisión de la literatura, se estructuró en tres partes que fueron: 1) innovación educativa basada en evidencia y movimiento educativo abierto, 2) enseñanza y desarrollo de competencias matemáticas e 3) investigaciones relacionadas al tema. Se decidió utilizar el paradigma cualitativo con estudio de caso para abordar la investigación. Los instrumentos utilizados para la obtención de datos fueron, la entrevista, el análisis de documentos significativos y la bitácora. Se trabajó con los 12 estudiantes que conforman el grado noveno de la institución educativa, dos docentes de las áreas de tecnología y ciencias naturales y el docente investigador. 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 un mejoramiento de la competencia de comunicación y de razonamiento matemático, al apoyar la argumentación en la utilización de los graficadores y relacionar de forma visual la forma de la curva generada y la solución mediante desarrollos aritméticos.

## Índice

<b>Capítulo 1: Naturaleza y dimensión de la investigación</b> .....	1
1.1 Marco contextual .....	1
1.2 Antecedentes del problema.....	5
1.3 Planteamiento del problema .....	6
1.4 Objetivo de la investigación .....	8
1.5 Supuestos de la investigación .....	8
1.6 Justificación de la investigación .....	9
1.7 Limitaciones y delimitaciones de la investigación .....	10
1.8 Definición de términos.....	11
<b>Capítulo 2: Revisión de la literatura</b> .....	13
2.1 Innovación educativa basada en evidencia y movimiento educativo abierto.....	13
2.1.1 Conceptualizaciones de la innovación educativa basada en evidencia. ....	13
2.1.2 El movimiento educativo abierto .....	20
2.1.3 Recursos Educativos Abiertos y Objetos de Aprendizaje .....	22
2.2 Enseñanza de las matemáticas y desarrollo de competencias matemáticas.....	25
2.2.1 Enseñanza de las matemáticas.....	26
2.2.2 Conceptualizaciones de las competencias matemáticas .....	29
2.2.3 Evaluación de las competencias matemáticas.....	35
2.3 Investigaciones relacionadas de REA y desarrollo de habilidades matemáticas... 35	
<b>Capítulo 3: Metodología general</b> .....	44
3.1 Método de investigación .....	44
3.2 Situación educativa .....	47
3.3 Población y muestra .....	51
3.4 Tema, categorías e indicadores de estudio .....	52
3.5 Fuentes de información .....	54
3.6 Técnicas de recolección de datos.....	54
3.7 Prueba piloto.....	57

3.8 Aplicación de instrumentos .....	58
3.9 Captura y análisis de datos .....	59
<b>Capítulo 4: Resultados obtenidos.....</b>	<b>61</b>
4.1 Presentación de resultados.....	61
4.1.1 La innovación educativa. ....	61
4.1.2 Recursos educativos abiertos y objetos de aprendizaje .....	69
4.1.3 La competencia matemática .....	74
4.2 Análisis e interpretación de resultados.....	80
<b>Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>87</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 1:</b> Carta de consentimiento alumno .....	103
<b>Anexo 2:</b> Carta de consentimiento Institución Educativa .....	105
<b>Anexo 3:</b> Cuadro de triple entrada.....	106
<b>Anexo 4:</b> Formato para entrevista a alumnos .....	110
<b>Anexo 5:</b> Formato para entrevista a docentes .....	111
<b>Anexo 6:</b> Formato bitácora del docente investigador .....	113
<b>Anexo 7:</b> Formato de registro para análisis de documentos significativos .....	116
<b>Anexo 8:</b> Evidencias fotográficas .....	118
<b>Currículum Vitae .....</b>	<b>121</b>

## **Introducción**

El área de matemáticas como parte fundamental del plan de estudios de educación básica posibilita en el estudiante el desarrollo del pensamiento lógico y la comprensión de sus leyes y procedimientos permite 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. 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 soportados en el servicio de internet.

Los resultados obtenidos proporcionan información acerca de cómo se desarrollaron los atributos de la innovación en educación al incluir las TIC para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Con la investigación se evaluó la aplicación y uso de graficadores digitales en las clases como un proceso

innovador que favorece el desarrollo de las competencias matemáticas de comunicación y razonamiento.

La tesis consta de cinco capítulos. El primer capítulo llamado naturaleza y dimensión del tema de investigación, profundiza en el contexto donde se desarrolló el estudio, los antecedentes de la investigación donde se aborda la necesidad de mejoramiento en los resultados académicos en el área de matemáticas tanto en pruebas internas como externas y la oportunidad que para el alcance de este meta tiene el uso de REA tanto en los procesos de enseñanza como de aprendizaje. El objetivo de la investigación 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 básica que fomenten las competencias matemáticas de razonamiento y comunicativa en estudiantes del grado 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.

El capítulo dos, titulado revisión de literatura, permite identificar los referentes teóricos en la innovación educativa basada en evidencia, la conceptualización del movimiento educativo abierto que incluye uno de sus elementos más distintivos como lo son los recursos educativos abiertos conocidos como REA y los objetos de aprendizaje; también se aborda la enseñanza y conceptualización de competencias matemáticas. Así mismo se presentan investigaciones previas relacionadas con el estudio abordado.

En el capítulo tres se desarrolla la metodología empleada en la investigación abordada mediante un enfoque cualitativo con estudio de caso, donde la población y la

muestra corresponde a los 12 estudiantes que cursan el grado noveno en la institución educativa, así como dos docentes que orientan en ese grado las áreas de tecnología y ciencias naturales y el docente investigador. Para obtener los datos para el análisis se emplearon tres instrumentos: entrevistas a los dos docentes y a los estudiantes del grado noveno, la bitácora del investigador y el análisis de documentos significativos. El capítulo cuatro presenta los hallazgos relevantes mediante el análisis del caso de estudio, así como el análisis de resultados a los que se llegó una vez triangulada la información.

Finalmente, en el capítulo cinco se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, así como los aportes al campo educativo, emitiendo una serie de recomendaciones para quienes participaron en estudio y para futuras investigaciones.



# Capítulo 1

## Naturaleza y dimensión del tema de investigación

Este capítulo presenta el marco contextual de la investigación describiendo el escenario y las condiciones donde se llevó a cabo el estudio, se indican los antecedentes del problema y se citan algunas investigaciones relacionadas con la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante TIC) en procesos educativos y el uso de recursos educativos abiertos en el área de matemáticas. También describe el planteamiento del problema centrándose en la pregunta que guía la presente investigación así como el objetivo, los supuestos de la investigación y la justificación de la misma. Finalmente, se dan a conocer las limitaciones y delimitaciones del presente estudio así como la definición de los términos más importantes que se utilizaron en el desarrollo de la investigación.

### 1.1 Marco contextual

En América Latina así como en el 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 (en adelante 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 relación TIC y educación requiere de un análisis reflexivo que permita una planeación con miras a sacar el máximo beneficio en los procesos educativos. 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 realizar un análisis crítico y reflexivo en torno a la forma en que la educación encuentra un beneficio al incluir las TIC, donde uno de los ejemplos más representativos son los recursos educativos abiertos (en adelante REA) y los objetos de aprendizaje (en adelante OA).

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.

En el contexto latinoamericano, Colombia ve con preocupación los resultados obtenidos en las pruebas internas y externas que se aplican para medir la adquisición de competencias en los estudiantes. Los resultados reportados en el área matemática por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES, 2013) en la prueba diseñada por el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (en adelante PISA) indican que el puntaje promedio de Colombia en la prueba es de 376 puntos, siendo inferior al obtenido por 61 países que presentaron la misma prueba y no es estadísticamente diferente a los observados en los tres países que obtuvieron los resultados más bajos, lo que es realmente preocupante puesto que señala una debilidad del estudiante para aplicar las matemáticas en la solución de problemas de contexto y no presupone un buen futuro para nuestros adolescentes al enfrentar la educación superior o la inserción en el mercado laboral. Se hace entonces necesario buscar alternativas a los métodos tradicionales de enseñanza de las matemáticas que redunden en un mejoramiento del aprendizaje y adquisición de competencias de nuestros estudiantes.

El estudio de investigación se realizó en una escuela del sur de Colombia ubicada en una población del centro del departamento del Huila, específicamente en el municipio de Garzón. En una sede de una institución educativa de carácter oficial situada en un entorno rural. La sede brinda el servicio de educación en los niveles preescolar, básica y media atendiendo a los estudiantes en dos jornadas. El nivel socioeconómico del poblado donde se ubica la sede de la institución educativa se encuentra en un estrato bajo basando el sustento de sus habitantes en la pesca y actividades agrícolas relacionadas con el cultivo de tabaco y melón. El estudio se centra específicamente en

el grado noveno de educación básica que cuenta con 12 estudiantes con edades entre los 13 y los 15 años.

La escuela pasó por un proceso de fusión institucional, ya que por problemas administrativos y de cobertura la Secretaría de Educación del Departamento (en adelante SED) decidió quitarle el carácter de institución educativa y convertirla en sede de otra institución educativa. La fusión afectó procesos como la redistribución de la carga académica, manejo de recursos financieros y de infraestructura así como misión, visión, proyecto educativo institucional y modelo pedagógico que venía desarrollando la escuela. Por diversas situaciones, el desempeño académico de los alumnos de grado noveno se ha afectado, obteniendo en los dos últimos años un desempeño inferior en el área matemática en la evaluación externa que deben presentar los estudiantes colombianos denominada pruebas SABER.

En el transcurso del último año que la escuela ha oficiado como sede rural de otra institución educativa se asignó una nueva coordinadora de sede quien redistribuyó la carga académica entre los siete docentes de secundaria lo que incluye la asignación del área de matemáticas al docente investigador. El objetivo primordial de la nueva administración de la sede es mejorar los resultados en pruebas externas, por lo que se propuso una reflexión por parte de cada uno de los docentes a sus estrategias de enseñanza buscando mejores resultados en los aprendizajes de los estudiantes. Este panorama presenta una oportunidad al docente del área de matemáticas para innovar a través de la incursión de herramientas TIC y específicamente en el uso de REA en el aula buscando mejorar las prácticas educativas.

La sede cuenta con una sala de sistemas con una infraestructura hardware compuesta por 18 computadoras conectadas en red y con acceso a internet. El uso de la sala es primordialmente para desarrollar actividades del área de tecnología e informática con la posibilidad de asignar a otras áreas académicas que lo soliciten, una hora semanal por nivel académico para tener acceso al uso de los equipos.

## **1.2 Antecedentes del problema**

La educación en Colombia, en especial la relacionada con el área de matemática presenta diversas dificultades evidenciadas en los resultados en evaluaciones externas como las pruebas PISA (ICFES, 2013) o las pruebas SABER aplicadas por el Ministerio de Educación Nacional (en adelante MEN). Por tanto, es necesario, buscar nuevas metodologías para mejorar las prácticas de enseñanza, el desempeño académico y la adquisición de las competencias matemáticas 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 presentan una oportunidad para la búsqueda del mejoramiento.

El uso de REA en la enseñanza de la matemática es una oportunidad de mejorar el proceso de aprendizaje y enseñar a los alumnos la importancia de la incorporación de las TIC para potenciar el desempeño de los seres humanos en las diferentes actividades que enfrentan. La investigación adelantada por Blanco (2012) señala como una oportunidad e investigación futura analizar la influencia que tiene en el aprendizaje de los estudiantes utilizar las TIC en el aula.

Para Pulido y Zambrano (2010) uno de los grandes puntos a favor de la inclusión de los REA en la educación es que no requiere grandes inversiones para utilizarlos en el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje; lo señalado por los autores adquiere gran importancia cuando se trata de aplicar innovaciones educativas enfocadas al uso de TIC en la enseñanza de nivel básica y media para el sector público en el contexto colombiano, más aún cuando ni en la sede ni en la institución educativa se han desarrollado investigaciones relacionadas con la inclusión de las TIC en el quehacer pedagógico. La investigación realizó un proceso de innovación educativa sustentado en el uso de las TIC y el movimiento educativo abierto como mecanismo de respuesta a las necesidades de cambio, buscando crear condiciones para desarrollar las competencias matemáticas en los estudiantes del grado noveno de educación básica.

### **1.3 Planteamiento del problema**

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) y fortalecimiento de servicios y acceso a TIC (MEN, 2010). Es entonces perentorio, realizar cambios en los modelos pedagógicos de las instituciones educativas tendientes a innovar e incorporar las TIC en los procesos educativos.

Una de las formas de innovar e incorporar las TIC en el aula es mediante el uso de REA. Ha pasado más de una década desde que surgió el movimiento educativo abierto que dio origen a la definición de REA como una forma de compartir el

conocimiento y hacerlo accesible a todos (Seely y Adler, 2008), sin embargo, aún no se explota todo el potencial de los REA en la educación básica y específicamente en el área de matemática, ni se tiene claro cuál es el impacto en los procesos de aprendizaje de los alumnos.

Es perentorio incorporar nuevas estrategias de enseñanza buscando mejorar los procesos de aprendizaje y desarrollar las competencias matemáticas. Los resultados presentados para Colombia en matemática en las pruebas PISA denotan una diferencia notable a favor del sector urbano en comparación con el rural; la brecha entre la zona rural y urbana en educación ha sido establecida por la OECD para Colombia de año y medio de escolaridad (MEN, 2013). El plan sectorial 2010-2014 emanado del MEN emprende la fase II del PER con apoyo económico del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (en adelante BIRF) donde se fija entre otros compromisos garantizar calidad en la educación rural, disminuir la brecha digital y disminuir la inequidad frente a la situación educativa (MEN, 2010). El uso de los REA en los procesos de enseñanza aprendizaje presenta una oportunidad de mejoramiento tanto en el desempeño académico en pruebas internas y externas como en las competencias matemáticas en los estudiantes.

Se hace entonces necesario incorporar cambios en los procesos de enseñanza para mejorar las competencias matemáticas, donde dichos cambios se pueden introducir mediante la innovación educativa basada en el uso de REA y OA. Así pues, se requirió indagar sobre cómo es el proceso que se lleva a cabo al usar los REA para el mejoramiento de las competencias matemáticas en relación a 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?

#### **1.4 Objetivo de la investigación**

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 básica que fomenten las competencias matemáticas de razonamiento y comunicativa en estudiantes del grado 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.

#### **1.5 Supuestos de la investigación**

Las investigaciones adelantadas por Pulido y Zambrano (2010) y Blanco (2012) reseñadas en el apartado 1.2, muestran una relación positiva y potencial entre la inclusión de las TIC para la innovación de la práctica educativa y el mejoramiento del aprendizaje y desarrollo de las competencias matemáticas. En especial la incorporación de REA en el aula de clase posibilita mejorar los métodos de enseñanza al permitir a los docentes desarrollar una relación de complementariedad entre las tecnologías digitales y los procesos pedagógicos y didácticos necesarios al orientar las clases de matemática.

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.

## **1.6 Justificación de la investigación**

El plan sectorial en educación 2010 - 2014 emitido por el gobierno colombiano (MEN, 2010), define entre sus metas más sobresalientes: a) educar con pertinencia e incorporar innovación en la educación, b) disminuir la brecha digital en acceso y permanencia entre la población rural y urbana y c) fortalecer en acceso y servicios TIC; metas que mediante el apoyo y planeación de los ministerios de Educación y de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia viene orientando en el sector educativo de la zona rural a través del programa PER.

Es por ello que la presente investigación es pertinente en el ámbito educativo porque permite seguir los lineamientos en educación enunciados por el MEN a través del PER e incluye elementos presentes en las metas del plan sectorial de educación como son la innovación educativa, el fomento al uso de TIC en el sector educativo rural y el desarrollo de competencias básicas en los estudiantes. De manera específica, la investigación permitió analizar el efecto que tiene la incorporación de REA y OA cuando cumplen la función de graficadores digitales en el mejoramiento de la enseñanza de la matemática, así como el impacto que tiene en el desarrollo de la competencia de razonamiento y de comunicación matemática.

Adicionalmente, permitió explorar formas de mejorar los procesos de enseñanza en la sede de la institución educativa mediante procesos de innovación en educación basados en el uso de REA y OA, buscando aprendizajes significativos y la motivación hacia el estudio de la matemática con el objetivo de alcanzar en los estudiantes una conceptualización e interpretación de la función lineal y cuadrática así como el desarrollo de las competencias matemáticas que permitan un mejor desempeño en futuras evaluaciones tanto internas como externas.

Los resultados de la investigación permitieron beneficiar en primer lugar a los estudiantes del grado noveno de la institución educativa porque brindó la posibilidad de innovar mediante la aplicación de las TIC como apoyo al proceso de aprendizaje y a los docentes de las diferentes sedes del establecimiento educativo al permitirles conocer de cerca nuevas formas de desempeñar la labor docente a través de la inclusión de los REA y OA como oportunidad de mejoramiento en las prácticas educativas.

### **1.7 Limitaciones y delimitaciones de la investigación**

Entre las limitaciones que se presentaron en el desarrollo de la investigación se pueden destacar el acceso condicionado que se tuvo para la utilización de los equipos de cómputo ubicados en la sala de sistema de la sede en la institución educativa; el escaso conocimiento que presentaban los estudiantes del grado noveno al inicio de la investigación en relación con el uso de simuladores y graficadores matemáticos; la baja calidad del servicio de internet con que cuenta la institución educativa al estar ubicada en una zona rural.

Con respecto a las delimitaciones espaciales, la investigación se situó en una sede rural de una institución educativa ubicada en el sur de Colombia. En relación al aspecto poblacional, el estudio se realizó en el grado noveno de educación básica conformado por doce estudiantes. El efecto de la utilización de REA y OA 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.

### **1.8 Definición de términos**

A continuación se listan y definen los términos que más se utilizaron durante el desarrollo de la presente investigación:

*Recurso educativo abierto:* son elementos de naturaleza digital de carácter gratuito o de acceso libre en internet que permiten al usuario el acceso a información o al conocimiento para el uso en la enseñanza, el aprendizaje o la investigación (OECD, 2007).

*Graficadores:* 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 (Kortenkamp y Fest, 2009).

*Objetos de aprendizaje:* son entidades de carácter digital que posibilitan el acceso al conocimiento, la generación de actitudes o el desarrollo de habilidades (Ramírez, 2007).

*Tecnologías de la información y la comunicación:* son aquellas herramientas de corte tecnológico que posibilitan el acceso a la información y la comunicación entre

individuos u organizaciones a través de la telefonía, las computadoras e internet (OSILAC, 2004).

*Competencia matemática:* Se relaciona con la habilidad para identificar, comprender y tener la capacidad para utilizar conocimientos y procesos matemáticos a la hora de enfrentar y solucionar problemas que requieren su uso para llevar a cabo una tarea o actividad (Niss y Højgaard, 2011).

En este capítulo se planteó el problema de investigación, exponiendo inicialmente de forma contextualizada la importancia del desarrollo de las diferentes competencias matemáticas y la posibilidad que brindan las TIC para un óptimo desarrollo de las mismas en las aulas de clase. En los resultados de las pruebas externas PISA y SABER se evidencia una debilidad en las competencias matemáticas y el uso de la tecnología lo cual presenta una oportunidad de mejoramiento para su desarrollo al potenciar los procesos de enseñanza a través del uso de REA y OA en el aula de clase. El objetivo del presente estudio es conocer cómo se desarrollan los atributos de la innovación al emplear la tecnología en el aula y en especial el uso de REA y OA para mejorar las competencias matemáticas de comunicación y razonamiento al estudiar las funciones lineales y cuadráticas en estudiantes del grado noveno de educación básica.

## Capítulo 2

### Revisión de la literatura

El presente capítulo expone una conceptualización de la innovación y del modelo de enseñanza aprendizaje conocido como innovación educativa basada en evidencia; también se realiza un recorrido por el origen e historia del movimiento educativo abierto como base de uno de los aportes más significativos que hacen las TIC a la educación como lo son los REA y los OA; se hace un análisis también de la enseñanza de la matemática y la conceptualización de competencia matemática así como su importancia para la formación integral de todo ciudadano que conforma la sociedad del conocimiento.

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

La educación como proceso social y dinámico continuamente busca incorporar innovaciones en los procesos de enseñanza aspirando en otros objetivos mejorar los procesos de aprendizaje; una de las innovaciones que presenta una oportunidad de avance para los procesos educativos es la incorporación de la tecnología en el aula.

**2.1.1 Conceptualizaciones de la innovación educativa basada en evidencia.** En el ámbito educativo, las palabras atribuidas a Albert Einstein “No pretendamos que las cosas cambien si siempre hacemos lo mismo” (Torán, 2012, p. 18), hoy por hoy se hacen más vigentes, en un mundo en constante cambio y evolución, en el que las TIC fomentan y facilitan el ingreso, la inmersión y el conocimiento de nuevas culturas, el acceso a grandes volúmenes de información y renuevan la potencialidad del autodidactismo y el aprendizaje colaborativo; generando de esta forma la necesidad de mejoramiento y

evolución en la educación, donde la innovación basada en TIC brinda la posibilidad de explorar oportunidades de cambio y mejora al sistema de enseñanza.

Aunado a lo anterior y reforzando la necesidad de cambio en el sistema educativo, se mira con preocupación el informe de la OECD (2014) donde da a conocer los resultados de 2012 en las pruebas PISA en los que Colombia evidencia resultados en habilidad lectora, matemáticas y ciencias inferiores a otros países de la región como Chile, México, Brasil y Uruguay. Es importante resaltar que de las áreas de conocimiento evaluadas los resultados más bajos para Colombia se presentaron en el área matemática.

La necesidad de innovar para buscar un mejoramiento en un determinado proceso o sistema está relacionada con la búsqueda de cambio. Carbonell (2002, p. 11), define la innovación educativa como el “conjunto de ideas, procesos y estrategias, más o menos sistematizados, mediante las cuales se trata de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes”; en esta definición sobresalen algunos conceptos, como el de cambio, sistematización y procesos.

En educación, uno de los gestores de cambio es la inclusión de las TIC en la sociedad; dichos cambios requieren procesos de innovación educativa que permitan enfrentar las exigencias que demanda la llamada sociedad del conocimiento a aquellos que quieren y deben ser parte de ella. El cambio es necesario para adaptarse y mejorar, y aunque no todos los cambios producen un progreso, es cierto que ellos se gestan para enriquecer un método, sistema o estrategia (Looney, 2009). Los procesos de inclusión de las TIC en el aula brindan la posibilidad de cambio a los procesos de enseñanza en busca de mejorar el aprendizaje y formar de manera más integra a los alumnos.

Otro de los conceptos es el de sistematización entendida como la organización o estructuración de un conjunto de estrategias buscando en ellas un orden determinado y lógico. La sistematización posibilita planificar y ejecutar y es la base para el mejoramiento de los procesos de innovación educativa ya que permite hacerles seguimiento (Vargas, 2012). La acción de sistematizar las experiencias fruto de los procesos de innovación permite generar o enriquecer el conocimiento ya existente.

El tercer concepto es el de proceso que define a la innovación como una sucesión de fases interrelacionadas. Carbonell (2002) a partir de su definición enfatiza el hecho de la innovación educativa no como un elemento puntual sino como un proceso, en el que se deben tener en cuenta aspectos como la interrelación docente alumno en el aula, la dinámica de la comunidad educativa y la organización de la institución; Looney (2009) diferencia dos casos de innovación, una en productos (bienes o servicios) y la otra en procesos (métodos, prácticas y estrategias) e indica que las innovaciones educativas se enmarcan dentro de la segunda categoría al proponer nuevas o mejores estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

La definición de innovación en educación concede a ésta una caracterización resaltada por los atributos que le dan forma. 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.

La idea de lo nuevo está relacionada con novedad, tanto en conceptos, como en enfoques y en entornos, etimológicamente la palabra innovación contiene el término nuevo, vocablo que puede tener distintas acepciones: lo nuevo puede no serlo en sí mismo, pero sí para quien lo emplea, o nuevo puede ser también en educación un concepto, enfoque o estrategia de enseñanza reestructurado; sin embargo, un elemento novedoso por sí solo no es garantía de innovación. En referencia a esto, Barraza (2005, p. 22) indica que “una innovación para ser considerada como tal, necesita ser duradera, tener alto índice de utilización y estar relacionada con mejoras sustanciales de la práctica profesional, esto establecerá la diferencia entre simples novedades y la auténtica innovación”. Es importante por lo tanto, resaltar que los procesos de innovación en educación tienen un componente altamente situacional es decir que su connotación tiene sentido en relación a los actores y el contexto en donde se implementa.

El fenómeno de cambio relacionado con la innovación implica búsqueda de mejoramiento lo cual ya se considera un cambio pues se pasa de lo que se venía haciendo o realizando a algo con un mayor valor actitudinal o procedimental. Ramírez (2012, p. 42) indica que “la novedad en la innovación está en relación con el inmediato y el contexto que lo articula”. Cambio e innovación no significan lo mismo, el cambio es parte de la innovación; un cambio puede ocurrir de manera no esperada, pero la innovación se considera algo más planeado y sistematizado, quien plantea el proceso de innovación lo hace de manera deliberada buscando obtener resultados positivos es decir la intención es mejorar.

La acción final hace referencia a valores que surgen en la búsqueda de la innovación, es decir del mejoramiento. Para Ramírez (2012), existe el riesgo de que en



el desarrollo de una innovación en la escuela, se presenten conflictos de valores o de poder, sí los generados por los cambios entran en contraposición a los defendidos por la institución. Los valores están relacionados entonces con los objetivos y las metas de la innovación, elementos que pueden estar apoyando o contradiciendo aquellos que rigen el contexto organizacional de la institución educativa.

Finalmente, dentro de los atributos de la innovación educativa está el proceso, que resalta como se mencionó en párrafos anteriores, el hecho de la innovación no como algo puntual, sino, que se deben sistematizar las prácticas que posibilitan un mejoramiento de la calidad educativa.

Habiendo revisado los diferentes elementos que constituyen la innovación educativa, es necesario, enfocarnos en las acciones que permiten que un determinado proceso de innovación en la educación cumpla con los objetivos y metas trazados. Para Ramírez (2012), las acciones que posibilitan integrar de forma correcta la innovación en el sistema educativo son la integración, la formación y la evaluación.

La acción de integración en todo proceso de innovación es intrínseca a la definición de innovación. Para Zabalza y Zabalza (2012) la introducción de elementos o estrategias nuevas en una acción que ya se venía realizando es lo que define la integración, los autores indican que ésta necesita dos elementos sustanciales para llevarse a cabo y son la estructura y la información. La estructura hace referencia a los cambios o modificaciones que deben llevarse a cabo en la organización y funcionamiento de la institución educativa para que la innovación se incorpore de manera efectiva en la cultura institucional. La información por otro lado se necesita para dar a conocer las características y objetivos de la innovación que se desea implementar.

En relación con el proceso de información es necesario puntualizar el grado de importancia que tiene para llevar a buen término un proceso de innovación. Zabalza y Zabalza (2012, p. 32) señalan, “Algunos profesores y profesoras innovadores se desesperan por la lentitud de las primeras fases y por la gran cantidad de tiempo que se pierde discutiendo cuestiones aparentemente sin importancia y dando explicaciones”. La información es imprescindible en las primeras etapas, para lograr formar un equipo dentro de la institución que permita sacar adelante el proceso de innovación educativa.

La acción de formación dentro del proceso de innovación se refiere a la preparación que requieren los individuos y el equipo que tomará parte del cambio educativo. Para llevar a buen término el proceso de innovación educativa se requiere entre otros elementos, que los involucrados quieran impulsar las modificaciones, es decir la actitud positiva frente al cambio, pero esto no es suficiente, es necesario además formación y actualización pedagógica, disciplinar y tecnológica que se consigue mediante la capacitación, siendo deseable entonces un proceso paralelo de formación al de la innovación.

Como tercera acción que posibilita el éxito de la innovación educativa está su evaluación. Los procesos evaluativos para la innovación educativa no están aún estandarizados. En este sentido, existen varias propuestas de acercamiento. Caravannis, Gonzalez, y Wetter (2003, citados por Malian y Nevin, 2005) proponen cuatro dimensiones que servirían de apoyo a la evaluación de la innovación: proceso, contenido, contexto e impacto.

Otra propuesta relacionada con evaluación y que se basa en la implementación, desarrollo y cambios logrados en la propia innovación educativa es la enunciada por

Maninova y Phillimore (2003, citados por Malian y Nevin, 2005) en la que formulan la evaluación de una innovación educativa utilizando el concepto de caja negra, que conceptualiza la innovación como un flujo de entrada, el proceso (caja negra) y el resultado; esta propuesta sugiere tener en cuenta tanto el proceso como el producto de la misma.

Otros autores como Zabalza y Zabalza (2012) se inclinan más por una evaluación secuencial durante todo el proceso de la innovación educativa en el que la evaluación de cada etapa sirva como derrotero a seguir para el desarrollo de la siguiente. De los tres enfoques listados, el último presenta bondades al permitir inmediatez en la optimización del proceso de innovación posibilitando un mejoramiento continuo y progresivo en la innovación educativa.

Habiendo explorado el concepto de innovación en educación se hace necesario como menciona Tejedor (2007), establecer una conexión entre la investigación y la práctica educativa. Uno de los modelos de enseñanza aprendizaje que sustenta dicha conexión es la innovación educativa basada en evidencia (en adelante IEBE). Para Ramírez (2012, p. 112) la innovación educativa basada en evidencia consiste en “basar las innovaciones en pruebas sustentadas científicamente, sometidas a evaluación, para la toma de decisiones y la mejora de la práctica profesional”. Tejedor (2007) coincide con esta definición, señalando que es conveniente fundamentar los cambios frutos de la innovación educativa en evidencias científicas de manera acumulativa.

La implementación de IEBE en la escuela, permite al docente adentrarse en un modelo o estrategia en el que los procesos de innovación están fundamentados mediante las experiencias que se van adquiriendo y normalizando en el desarrollo de la propia

actividad innovadora de aula. Oakley (2000, citado por Thomas y Pring, 2004) recomiendan que la práctica basada en evidencia debe guiarse por la relevancia práctica, la validez y la sistematicidad en los procesos adelantados con miras a mejorar la capacidad en la toma de decisiones. La acción de fundamentar los conocimientos y experiencias adquiridas fruto de los cambios alcanzados en la aplicación de una innovación en la escuela es lo que le da el sentido de notabilidad e importancia al posibilitar difundir los resultados relevantes para el ámbito educativo.

La estrategia de enseñanza denominada IEBE está basada en los procesos sistematizados aplicados en el campo de la medicina. Tejedor (2007) realiza una propuesta de adaptación del paradigma de Medicina Basada en Evidencia donde recomienda seis fases para la IEBE: plantear el objeto de innovación, localizar evidencias relacionadas, evaluar de manera crítica las evidencias recolectadas, aplicar los resultados de la innovación evaluada a la práctica profesional, evaluar la actividad desarrollada buscando oportunidades de mejoramiento y finalmente dar a conocer a otros profesionales las experiencias ya evaluadas.

**2.1.2 El movimiento educativo abierto.** La fundación William y Flora Hewlett citada por Geser (2007, p. 16) definen la filosofía del movimiento educativo abierto como la “idea simple y poderosa que el conocimiento del mundo es un bien público y que la tecnología en general y la World Wide Web, en particular, ofrecen una oportunidad extraordinaria para que todos puedan compartir, utilizar y reutilizar el conocimiento”. Los orígenes del movimiento educativo abierto se remontan según Seely y Adler (2008) al año 2001 cuando las fundaciones William y Flora Hewlett y la

Andrew W. Melon junto con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (en adelante MIT) fundaron el OpenCourseWare (en adelante OCW) que ofrecía el libre acceso a materiales y módulos educativos para pregrado y postgrado. La iniciativa del MIT buscaba inspirar a otras universidades en Estados Unidos a seguir su ejemplo y contribuir con otros recursos educativos abiertos.

El surgimiento del movimiento educativo abierto en Latinoamérica es más reciente y tiene menos de una década, entre los primeros casos está la iniciativa planteada por el Tecnológico de Monterrey (México) en el año 2007 con el proyecto Knowledge Hub que posteriormente fue renombrado a temoa que significa buscar, investigar e indagar (Ramírez y Burgos, 2011). Para Contreras, García, Ramírez y Burgos (2012) son ejemplos del Movimiento Educativo Abierto en Latinoamérica y más específicamente en México los trabajos adelantados en universidades como el Tecnológico de Monterrey, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma del Estado de México y la Universidad de Guadalajara.

El movimiento educativo abierto contempla una serie de pasos o fases que ayudan a potenciar la movilización del conocimiento y que Lázaro, Ocaña, Ramírez y Burgos (2012, p.76) identifican como: producción, selección, diseminación y movilización, cuyo objetivo es mantener la filosofía que dio inicio al movimiento, compartiendo recursos de calidad y de fácil acceso.

Lo relacionado con el licenciamiento debe ser tomado en cuenta para todo el ciclo que ofrece el contenido educativo abierto. Los creadores de contenido abierto cuentan con una herramienta que permite compartir contenido abierto, dando el respectivo crédito a su autor; esta herramienta se conoce con el nombre de Creative Commons y

maneja seis distintos tipos de licencia: Reconocimiento, Reconocimiento-Sin Obra Derivada, Reconocimiento-No comercial-Compartir Igual, Reconocimiento-Compartir Igual, Reconocimiento-No Comercial y Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada (Geser, 2007).

Por otro lado, los repositorios de contenido abierto garantizan la compartición haciendo uso de formatos electrónicos estándar en internet, garantizando el acceso abierto, y cuya operación y mantenimiento está a cargo de alguna institución académica, sociedad sin ánimo de lucro o agencia gubernamental (Ramírez y Careaga, 2012). Un ejemplo de repositorio de REA lo encontramos en el portal temoa, que contiene recursos abiertos de diferentes áreas (Ramírez, 2009).

**2.1.3 Recursos Educativos Abiertos y Objetos de Aprendizaje.** La definición de REA, es un término adoptado por la UNESCO en el año 2002. Ramírez y Burgos (2010, p. 3) indican que los REA tienen “el objetivo de ofrecer de forma abierta recursos educativos provistos por medio de las tecnologías de información y comunicación, para su consulta, uso y adaptación con fines no comerciales”. Para Hylén (2006), los REA son un fenómeno relativamente nuevo que brinda la oportunidad de una apertura de la educación superior a aquellos sectores que tradicionalmente se encuentran excluidos.

Relacionados directamente en cuanto a su finalidad tanto los REA como los OA posibilitan para el docente la implementación de prácticas innovadoras en los procesos educativos. Ramírez (2007, p. 356) define un OA como “una entidad informativa digital desarrollada para la generación de conocimiento, habilidades actitudes, que tiene sentido en función de las necesidades del sujeto y que corresponde con una realidad concreta”. Los OA por tanto, pueden ser utilizados en diversos contextos educativos para potenciar

los procesos de enseñanza y colaborar en el cumplimiento de los objetivos trazados por el docente al orientar un determinado tipo de aprendizaje.

Se debe tener siempre en mente al momento de utilizar los REA y los OA en el aula de clase que ellos en sí mismos no son un fin, sino una oportunidad con que cuenta el docente para mejorar los procesos de enseñanza. Celaya, Lozano y Ramírez (2010, p. 505) señalan que “El dominio que el profesor adquiere en el uso de REA se manifiesta en la estrategia que sigue en la selección del recurso que va a adoptar en su clase...”. El aporte de estos autores refuerza la idea de que la implementación de los Recursos Educativos Abiertos en los sistemas de educación debe iniciar con una minuciosa escogencia del material que va a servir de apoyo a los procesos de enseñanza.

El beneficio que se obtiene en los procesos de enseñanza con el uso de REA depende de la habilidad del docente para incorporarlos en los procesos educativos. Al respecto, Kay y Knaack (2009), Akpınar (2008) y Barbour (2007) señalan que el impacto positivo de la inclusión de las TIC en los procesos aprendizaje está en proporción directa a la forma como el docente conoce, valora y usa la tecnología. El conocimiento y utilización por parte del docente de la variedad de REA y OA existentes, permite que éste realice una mejor planeación de sus clases posibilitándole prácticas educativas más efectivas y aprendizaje más duraderos.

La utilización de REA y OA en los procesos educativos requiere que los docentes se formen y capaciten para el uso y creación de los mismos para incorporarlos de manera eficaz y eficiente en los procesos de enseñanza. Para Mortera, Salazar, Rodríguez y Pérez (2011) 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. Es evidente entonces, que los REA y OA no son en sí mismos los responsables del mejoramiento de los procesos de enseñanza, sino la forma como el docente los incorpore en sus acciones pedagógicas y didácticas partiendo de una planeación de las actividades curriculares tendientes a llevar a cabo un proceso de aprendizaje significativo.

Dentro de la movilización y casos de éxito relacionados con la implementación del movimiento educativo abierto y más específicamente del uso de REA, Burgos (2010) menciona como ejemplos de movilización a nivel mundial: el Consorcio OCW apoyado por más de 200 instituciones alrededor del mundo, la iniciativa de la universidad de Yale denominada Open Yale Courses, la soportada por la Universidad de Carnegie Mellon llamada Iniciativa Abierta de Aprendizaje (OLI por sus siglas en inglés), entre otras.

En el contexto latinoamericano, autores como Burgos (2010) y Lázaro, Ocaña, Ramírez y Burgos (2012) destacan ejemplos del movimiento educativo abierto como el de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey que hace parte del consorcio OCW o iniciativas a nivel mundial y regional que cuentan con herramientas de búsqueda, catalogación y clasificación como OER Commons, Merlot, Intute y temoa del Instituto Tecnológico de Monterrey.

Se hace necesario ahora explorar las condiciones necesarias para que un recurso de aprendizaje se considere dentro de la categoría de REA. Blackall (2008) indica que para que un recurso educativo se considere abierto debe poseer: accesibilidad, re-usabilidad e interoperabilidad. Los elementos mencionados garantizan el cumplimiento de la filosofía de los recursos abiertos. La accesibilidad se garantiza mediante la publicación abierta de materiales en la red de redes. La re-usabilidad inicia con el uso de licencias



Creative Commons y se formaliza a través del estándar SCORM (del inglés Sharable Content Object Reference Model) con el cual se comparte en red. Por otro lado, es necesario entender que la interoperabilidad está relacionada directamente con la re-usabilidad, ya que un REA debe contar con la capacidad para utilizar componentes constitutivos en distintas plataformas y soportes.

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. Según McKerlich, Ives, y McGreal (2013, p.91) los “Tipos de REA incluyen lecciones, módulos, cursos o programas completos, guías, textos electrónicos, artículos, pistas de audio, videos, multimedia, y cualquier otro material de aprendizaje”. Atkins, Brown y Hammond (2007, citados por Lázaro, Ocaña, Ramírez y Burgos, 2012, p.76) coinciden en los tipos de REA para la educación cuando señalan que “Los REA incluyen cursos completos, módulos, libros de textos, videos, exámenes, software y cualquier herramienta, material o técnicas que se utilizan para soportar el acceso al conocimiento”. Es necesario puntualizar, como menciona Blackall (2008) que los docentes y estudiantes de las instituciones educativas aún no están lo suficientemente capacitados para acceder, crear, modificar y distribuir REA y más aún para participar de forma activa en una construcción colaborativa del conocimiento.

## **2.2 Enseñanza de las matemáticas y desarrollo de competencias matemáticas**

La matemática es fundamental para el desarrollo intelectual del ser humano debido a que ayuda a mejorar el pensamiento lógico, a razonar ordenadamente y a tener una mente apta para el pensamiento crítico y la abstracción; por tanto es importante en los

procesos de enseñanza de la matemática ayudar a descubrir que ellas están estrechamente relacionadas con la realidad y con las situaciones que rodean a los educandos.

**2.2.1 Enseñanza de las 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. La OECD (2010, p. 19) considera que “los ciudadanos de todos los países se enfrentan cada vez más con una gran variedad de temas relacionados con el razonamiento cuantitativo, espacial, probabilístico o relacional”. En las últimas décadas esa idea se ha hecho más evidente con el fenómeno de la globalización precipitado por la incursión de las TIC en todos los ámbitos de la sociedad.

La necesidad para potenciar el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes para enfrentar y solucionar problemas cotidianos, y la contextualización de la matemática en la era de la información y el conocimiento, exigen un cambio en la filosofía de la enseñanza de la matemática en la educación básica.

La finalidad de la enseñanza de las matemáticas referida al desarrollo de habilidades y competencias se basa en pautas y recomendaciones que emergen de organismos de carácter social o económico. Goñi (2011) señala que organizaciones como la OECD que promueve las pruebas externas PISA tiene gran impacto sobre la opinión pública y los entes gubernamentales, y da relevancia al desarrollo de las competencias matemáticas aplicando los conocimientos matemáticos a la solución de problemas en contexto. Este enfoque está en contraposición a aquel que fundamenta la

finalidad de la enseñanza matemática en la relevancia de la construcción del conocimiento matemático sobre su aplicabilidad.

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.

Una de las tantas posibilidades que presentan las TIC 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 gráficas 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.

Los graficadores pueden ser utilizados para apoyar distintos campos de la matemática como la geometría analítica, la geometría euclidiana, el cálculo infinitesimal o el álgebra de funciones, teniendo entonces aplicación para docentes y alumnos tanto en básica como en educación superior. Bolívar (2011, p. 1) define el uso de los graficadores como “de gran ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas como: Análisis Matemático, Métodos Numéricos, Termodinámica, Flujo de Fluidos entre otras; en las cuales se requiere resolver problemas de manera gráfica, tanto por el docente como por el estudiante”. El autor resalta el hecho del graficador como herramienta de aprendizaje autónomo para el estudiante posibilitando el desarrollo de habilidades relacionadas con el razonamiento, la comunicación matemática y la resolución de problemas.

El trabajo con herramientas de software como los graficadores debe iniciar por orientar al alumno sobre las posibilidades y limitaciones con que cuenta el programa, señalar las partes gráficas y campos por los que está compuesta la pantalla de trabajo, indicar la preconfiguración que debe seleccionarse, la forma tanto sintáctica como simbólica que soporta el graficador y las explicaciones de forma de uso mediante

ejemplos que buscan orientar al alumno hacia el cumplimiento de los objetivos planteados en la temática abordada. Al respecto, Lestón (2005, p. 11) indica que “...se les explicarán las herramientas mínimas necesarias para resolver los ejercicios presentados: cómo escribir una función, graficarla, modificar la amplitud de las escalas de los ejes, limpiar la pantalla, etc”. Es imprescindible dejar bien claros los conceptos y procedimientos relacionados con el manejo del software de tal manera que en las sesiones subsiguientes se centre la atención total de los alumnos en los asuntos que conciernen a la temática que se desea explicar en matemáticas y no en aspectos relacionados con el manejo del graficador.

**2.2.2 Conceptualizaciones de las competencias matemáticas.** La educación es para el ser humano el pivote sobre el que se sustenta la relación entre las costumbres y saberes pasados y los cambios sociales que buscan el mejoramiento de la humanidad. Actualmente, la educación como parte integral de la sociedad está siendo afectada por grandes cambios como la globalización, la velocidad de transformación del entorno, inclusión de las TIC, etc. La matemática como área del conocimiento y parte fundamental dentro del andamiaje educativo, no ha sido ajena a los cambios sociales que enfrenta la humanidad. Al respecto la OECD (2013, p. 24) comenta que “La comprensión de las matemáticas es fundamental para la preparación de los jóvenes para la vida en la sociedad moderna”. Adicionalmente menciona que “Las matemáticas son una herramienta fundamental para los jóvenes, ya que se enfrentan a problemas y desafíos en aspectos personales, profesionales, sociales y científicos de sus vidas”. Es por tanto necesario, preparar a la juventud para que usen las matemáticas en su contexto

y comprendan la importancia de los datos, conceptos y procedimientos matemáticos para la solución de problemas de la vida real.

La capacidad para utilizar las habilidades, conocimientos y destrezas matemáticas en la solución de situaciones cotidianas que lo precisan es lo que se conoce como competencia matemática. La OECD (2013, p. 25) define la alfabetización matemática o competencia matemática como la capacidad de una persona para “formular, emplear e interpretar las matemáticas en una variedad de contextos. Incluye el razonamiento matemático y el uso de conceptos matemáticos, procedimientos, datos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos”. En tanto Niss y Højgaard (2011, p. 49), señala como competencia matemática la capacidad de “comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas y sus procesos en una variedad de contextos en los que las matemáticas juegan o puede jugar un papel importante”. En ambas definiciones sobresalen los constructos conocimiento matemático y contexto, poniendo de manifiesto los aportes realizados a otras áreas del conocimiento y la importancia de aplicar las matemáticas al servicio del ser humano en busca de una mejor calidad de vida.

La definición de competencia matemática se sustenta en tres conceptos: formular, emplear e interpretar que proporcionan la estructura para la organización de los procesos matemáticos que un individuo sigue para contextualizar un problema al que se enfrenta y así poder solucionarlo. Para la OECD (2013), formular indica la capacidad de una persona para reconocer la oportunidad de utilizar las matemáticas construyendo una representación abstracta del problema enfrentado; emplear, está relacionado con la habilidad de aplicar conceptos y procedimientos a fin de encontrar una solución matemática al problema planteado; e interpretar comprende la evaluación reflexiva de la

solución encontrada. Los tres conceptos son sustentados por las habilidades o capacidades que conforman la estructura de las competencias matemáticas.

La competencia matemática está conformada no por una única competencia sino por un grupo de competencias extraídas de la definición de la misma. Al respecto, Niss y Højgaard (2011) proponen dos grupos cada uno conformado por cuatro competencias básicas en matemáticas: el primer grupo lo conforman las cuatro primeras competencias matemáticas y están relacionadas por la capacidad para formular y responder interrogantes en contextos matemáticos; las restantes cuatro competencias señalan la habilidad para utilizar el lenguaje oral y simbólico así como la capacidad de utilizar las diferentes herramientas matemáticas. Cattaneo, Lagreca, González y Buschiazzo (2012, p. 15) enuncian las ocho competencias como: “pensar y razonar; argumentar; comunicar; construir modelos; plantear y resolver problemas; representar; utilizar un lenguaje simbólico, formal y técnico; utilizar herramientas de apoyo”; de éstas, comunicar, representar, utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y utilizar herramientas de apoyo conforman el segundo grupo dentro de la división propuesta por Niss y Højgaard (2011).

En relación a las características y habilidades que comprenden cada una de las ocho competencias matemáticas la OECD (2004, citado por Rico 2007) las especifica como:

- Pensar y razonar. Esta competencia incluye (a) plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ¿entonces?); (b) conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a las cuestiones anteriores; (c) distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definiciones,

teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionadas); y (d) entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.

- Argumentar. Esta competencia incluye (a) conocer lo que son las pruebas matemáticas y cómo se diferencian de otros tipos de razonamiento matemático; (b) seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos; (c) disponer de sentido para la heurística (¿Qué puede —o no— ocurrir y por qué?); y (d) crear y expresar argumentos matemáticos.
- Comunicar. Esta competencia incluye (a) expresarse uno mismo en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita; y (b) entender enunciados sobre estas materias de otras personas en forma oral y escrita.
- Modelar. Esta competencia incluye (a) estructurar el campo o situación que va a modelarse; (b) traducir la realidad a una estructura matemática; (c) interpretar los modelos matemáticos en términos reales: trabajar con un modelo matemático; (d) reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados; (e) comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones); y (f) dirigir y controlar el proceso de modelización.
- Plantear y resolver problemas. Esta competencia incluye (a) plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados); y (b) resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.



- Representar. Esta competencia incluye (a) decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones; y (b) escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.
- Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones. Esta competencia incluye (a) decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural; (b) traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal; (c) manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas; y (d) utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.
- Uso de herramientas y recursos. Esta competencia incluye utilizar los recursos y herramientas familiares en contextos, modos y situaciones que son distintos del uso con el que fueron presentados.

Cada una de las habilidades que conforman las ocho competencias matemáticas listadas es necesario desarrollarlas en los estudiantes a fin de formarlos como individuos matemáticamente alfabetizados.

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. Más tarde, una vez que se ha encontrado una solución, es posible presentarla, y dar una explicación o justificación, 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 (2003, p. 19) indica algunas características que identifican al razonamiento matemático e incluye: “Seguimiento y evaluación de razonamientos matemáticos; comprensión de lo que es o no una demostración...; comprensión de la lógica de un contraejemplo; descubrimiento de las ideas principales de una prueba; diseño y realización de argumentos formales e informales”. Aunque los procesos de demostración son parte fundamental en el razonamiento matemático, no se reduce a ello únicamente, incluyen también la capacidad de apreciar la validez de una determinada afirmación matemática ayudando a establecer si una respuesta dada a una pregunta o problema es correcta o adecuada desde el punto de vista contextual.

**2.2.3 Evaluación de las competencias matemáticas.** En relación a la evaluación de competencias matemáticas, la OECD (2006) señala que PISA no evalúa las capacidades que conforman la competencia matemática de forma individual sino que su evaluación se hace de forma simultánea abarcando más de una competencia a la vez. Al respecto Rico (2004, p. 10) aporta que al evaluar las competencias matemáticas “es necesario trabajar simultáneamente con varias de ellas al hacer matemáticas. Por ello cualquier esfuerzo por evaluarlas individualmente puede resultar artificial y producir una compartimentación del dominio de alfabetización matemática innecesaria”.

Complementado la conceptualización sobre evaluación de competencias matemáticas Giménez y Vanegas (2011, p.93) indican que “Debemos tener en cuenta que hay competencias que no pueden ser observadas mediante pruebas. Tal es el caso de desarrollar tareas tipo proyecto o investigación larga para considerar la competencia modelizadora”. Es por tanto, tarea del docente seleccionar medios, estrategias e instrumentos que le permitan evaluar de manera integral los avances que presentan los alumnos en relación con el desarrollo de las competencias matemáticas, permitiéndole entonces utilizar estrategias que promuevan el desarrollo de competencias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, la innovación educativa basada en evidencia o la utilización de portafolios electrónicos.

### **2.3 Investigaciones relacionadas de REA y desarrollo de habilidades matemáticas**

En este apartado se exponen algunas investigaciones relacionadas con los constructos del presente estudio de investigación, los cuales sirven como punto de referencia para conocer diferentes enfoques y puntos de vista que conciernen al campo

de la aplicación de los REA y los OA, así como el desarrollo de la competencia matemática en educación básica y media.

Las primeras tres investigaciones han sido realizadas en relación con la utilización de diferentes recursos educativos abiertos en el nivel de educación básica. Las restantes tres investigaciones exploran la conceptualización y el desarrollo de competencias matemáticas en la educación básica y media.

La información se presenta mediante tablas que exhiben los puntos sobresalientes y los conocimientos generados en las investigaciones consultadas. Al final se presenta una síntesis con los principales hallazgos encontrados en las investigaciones y algunas ausencias en el conocimiento relacionado que posibilita el desarrollo de proyectos de investigación.

Tabla 1

*Especificaciones sobre la investigación “Los positivos y los negativos en las matemáticas: Un recurso educativo de aprendizaje” (García e Hinojosa, 2010)*

Nombre:	Los positivos y los negativos en las matemáticas: Un recurso educativo de aprendizaje.
Autor(es):	Citlaly García Aguilar Estefanía Hinojosa Ochoa
Objetivo:	Implementar e indagar sobre la mejora en el aprendizaje de los números con signo que se obtiene al aplicar un REA en segundo grado de secundaria.
Metodología:	Experimental - Estudio de casos.
Instrumentos:	Entrevista semiestructurada, cuestionario y análisis de documentos significativos.
Categorías de estudio:	Recursos educativos abiertos y aprendizaje de la matemática
Resultados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de herramientas tecnológicas mejoró la motivación para la adquisición de conocimientos.</li> <li>• Mejora en planeación de clase que incluya recursos externos adecuados que fomenten el dinamismo y el trabajo en grupo.</li> <li>• Para la inclusión de REA en el aula se debe tener en cuenta: dominio y uso de medios tecnológicos por parte de alumnos y docentes; considerar una estrategia de inmersión de REA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</li> </ul>

Tabla 2

*Especificaciones sobre la investigación “Recursos educativos abiertos: ¿motivadores en el aprendizaje de las matemáticas?” (López, Martel y Montes, 2010)*

Nombre:	Recursos educativos abiertos: ¿motivadores en el aprendizaje de las matemáticas?
Autor(es):	Alma López Angulo Elvia Martel López Guillermo Montes Esparza
Pregunta de investigación:	¿Cuál es el impacto que tienen los REA en cuanto a motivación de los alumnos para el aprendizaje de la matemática?
Objetivo:	Indagar sobre la relación entre el uso de REA y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de matemáticas.
Metodología:	Estudio de casos
Instrumentos:	Observación participante, encuestas y entrevistas.
Categorías de estudio:	Recursos educativos abiertos y motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas.
Resultados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alumnos responden positivamente al uso de REA en las actividades del aula.</li> <li>• Los docentes evidencian motivación hacia un cambio en su didáctica usando los REA.</li> <li>• Quedan planteadas dos interrogantes: ¿Tiene alguna influencia en la motivación hacia el aprendizaje de matemática con el uso de REA el aspecto técnico o socioeconómico de los alumnos?; ¿La motivación para el aprendizaje de los estudiantes con el uso de REA se basa en la novedad?</li> </ul>

Tabla 3

*Especificaciones sobre la investigación “La comprensión del contenido de ciencias en la escuela media con el uso de recursos en línea” (Hoffman, Wu, Krajcik, y Soloway, 2003)*

Nombre:	La comprensión del contenido de ciencias en la escuela media con el uso de recursos en línea.
Autor(es):	Joseph L. Hoffman Hsin-Kai Wu Joseph S. Krajcik Elliot Soloway
Pregunta de investigación:	¿Cuál es el beneficio para el aprendizaje de las ciencias naturales en los estudiantes que utilizan la investigación apoyada en recursos en línea?
Objetivo:	Indagar sobre los beneficios obtenidos por los estudiantes de sexto grado en el aprendizaje de las ciencias a través de la investigación en línea usando la herramienta web Artemis.
Metodología:	Exploratoria.
Instrumentos:	Grabaciones de video, conversaciones, entrevistas, análisis de documentos.
Categorías de estudio:	Aprendizaje de ciencias en la escuela media y recursos educativos en línea.
Resultados:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes construyen interpretaciones significativas en ciencias a través de la investigación apoyada en recursos en línea.</li> <li>• Los estudiantes pueden desarrollar una comprensión precisa en una determinada temática de las ciencias si son orientados mediante una estrategia didáctica adecuada.</li> <li>• Los estudiantes tienen una inclinación natural a no usar adecuadamente los recursos en línea, no indagar ni evaluar a profundidad fuentes e información de la web.</li> </ul>

Tabla 4

*Especificaciones sobre la investigación “Apoyo en el aprendizaje: REA, una opción tecnológica para el desarrollo de competencias en geometría y trigonometría a nivel bachillerato” (Avilés, Díaz, Esquivel y Hernández, 2010)*

Nombre:	Apoyo en el aprendizaje: REA, una opción tecnológica para el desarrollo de competencias en geometría y trigonometría a nivel bachillerato.
Autor(es):	María del Rosario Avilés Vázquez. Jeimhy Díaz Luna. Susana Leticia Esquivel Monroy. Graciela Hernández Herrera.
Pregunta de investigación:	¿Cómo implementar (REA) para fomentar el desarrollo de las competencias matemáticas en los alumnos, al cursar la materia de geometría y trigonometría en el nivel medio superior?
Objetivo:	Conocer el impacto en la competencia matemática del uso de REA en el cuerpo docente y el alumnado.
Metodología:	En la investigación se utilizó una metodología cualitativa – cuantitativa con estudio de casos.
Instrumentos:	Cuestionario a docentes de pregunta cerrada, cuestionario a alumnos de pregunta cerrada, entrevista a docentes con preguntas abiertas.
Categorías de estudio:	REA y competencia matemática.
Resultados:	Para un aprendizaje significativo a través de la utilización de REA es necesaria la interacción entre el estudiante y el objeto de aprendizaje. Es importante la planeación docente en relación a la escogencia adecuada de REA en los procesos de enseñanza. Los REA motivan el aprendizaje, incentivan la adquisición de conocimientos y superar barreras culturales.



Tabla 5  
*Especificaciones sobre la investigación “Competencia matemática: ¿más que habilidades matemáticas?” (Steyn y Plessis, 2007)*

Nombre:	Competencia matemática: ¿más que habilidades matemáticas?
Autor(es):	Tobia Steyn Ina Du Plessis
Pregunta de investigación:	¿De qué manera influyen en el desarrollo de la competencia matemática en los estudiantes de un programa de ingeniería los programas académicos por extensión que combinan el desarrollo de habilidades matemáticas y no matemáticas?
Objetivo:	Analizar la incidencia de los cursos de extensión universitarios (matemática básica y orientación profesional) en el desarrollo de la competencia matemática de estudiantes de ingeniería.
Metodología:	Mixta. Cualitativa – cuantitativa.
Instrumentos:	Cuestionario, análisis de desempeños académicos.
Categorías de estudio:	Competencia matemática y habilidades matemáticas y no matemáticas.
Resultados:	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.

Tabla 6

*Especificaciones sobre la investigación “Desarrollo de la competencia matemática: resultados de un estudio empírico” (Kaiser y Willander, 2005)*

Nombre:	Desarrollo de la competencia matemática: resultados de un estudio empírico.
Autor(es):	Gabriele Kaiser. Torben Willander.
Pregunta de investigación:	¿En qué medida las competencias matemáticas de modelamiento y resolución de problemas pueden ser desarrolladas mediante un programa de enseñanza innovador en Hamburgo Alemania?
Objetivo:	Examinar en qué medida la competencia matemática se desarrolla en estudiantes que participan en un programa de enseñanza que se orienta hacia la solución de problemas de la vida real.
Metodología:	Mixta. Cualitativa – cuantitativa.
Instrumentos:	Cuestionarios, encuestas.
Categorías de estudio:	Enseñanza de la matemática y competencia matemática.
Resultados:	Existe mejoramiento en el desarrollo de la competencia matemática al resolver problemas del contexto del estudiante debido a la comprensión ampliada de su entorno. En el área de las competencias conceptual y procedimental no se presentaron mejoras significativas. Es necesario reforzar procesos de aplicación de la matemática y la modelización en la escuela primaria.

En concordancia con las tablas expuestas anteriormente que dan a conocer en forma sintetizada las investigaciones relacionadas con el estudio que se aborda, se presenta la siguiente síntesis: El docente debe promover entre los estudiantes la consulta de sitios web con fines educativos y evidenciar las bondades que ofrece internet para mejorar las prácticas educativas. Aunado a lo anterior, se encontró que la formación integral de los alumnos ayuda al mejoramiento de las competencias matemáticas al permitirle una valoración y comprensión de su entorno natural y social.

En el presente capítulo se expuso la conceptualización de los constructos que sirven de base a la presente investigación, describiendo conceptos como innovación educativa, orígenes y filosofía del movimiento educativo abierto y su aplicación al entorno educativo plasmado en el desarrollo de los REA y OA, así como también la definición de competencia matemática; además se analizaron investigaciones que sirven para una comprensión integral del presente estudio.

## Capítulo 3

### Metodología general

En este capítulo se aborda el enfoque seleccionado para el desarrollo de la investigación, así como también el método utilizado. El estudio estuvo delimitado por la siguiente 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?

Con base en el objetivo de la investigación el cual 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 básica 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, se procedió a explorar las opiniones, percepciones y validaciones obtenidas de diferentes fuentes para tratar de identificar el desarrollo de los atributos de innovación al integrar REA y OA en los procesos de enseñanza para desarrollar competencias matemáticas en la educación básica.

#### 3.1 Método de investigación

Para llevar a cabo el estudio lo primero que se realizó fue la selección del método de investigación más adecuado para efectuarlo. La investigación en educación presenta

rasgos propios respecto a la que se realiza en otras ciencias sociales, donde la educación se visualiza como un objeto de estudio multidisciplinario que debe considerar tanto el conocimiento científico como la experiencia de los actores que conforman el contexto educativo. Al respecto, Gay, Mills y Airasian (2005) indican que la investigación en el campo de la educación es un proceso de ensayo y error donde no existe una linealidad de los fenómenos bajo estudio; por lo general se encuentran eventos que no se esperaban, situaciones que deben replantearse y es a través de esas realidades de donde se obtienen hallazgos que enriquecen los procesos de investigación. Otro de los aspectos a tener en cuenta es el contexto, ya que en él intervienen múltiples factores que se deben considerar al abordar un proyecto de investigación educativa.

Por tanto, en la investigación educativa confluyen el conocimiento científico, la experiencia y el contexto. Aunado a esto y considerando la pregunta de investigación, se consideró que el enfoque que más se ajusta para el análisis es el cualitativo. Para Mayan (2001) la investigación cualitativa 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 sino que se comporta como el principal recolector de datos tendiendo a sumergirse en su objeto de estudio haciéndose parte de él. Por consiguiente es el paradigma cualitativo el que servirá de soporte para responder la pregunta del presente estudio de investigación.

Definido el enfoque cualitativo como el que mejor se ajusta para el desarrollo de la investigación, se procedió a escoger el método. Merriam (2002) enuncia varios métodos de indagación que pueden ser usados para la recolección y análisis de datos dentro de la investigación cualitativa como: la etnografía, la fenomenología, el estudio de caso y la

teoría fundamentada entre otros. La selección de uno de esos métodos depende de la pregunta de investigación y del mejor camino para obtener la respuesta.

Teniendo como base la pregunta de investigación se seleccionó como método de indagación el estudio de caso. Definido por Merriam (2002), como aquel estudio que busca describir y analizar una unidad social o un fenómeno a profundidad y que está caracterizado no por el tema de investigación sino por la unidad de análisis. Para Yin (2006), un estudio de caso es aplicable cuando la pregunta de investigación es de tipo descriptiva o exploratoria y además cuando se desea clarificar una situación en particular en un momento determinado. Por tanto, es el estudio de caso es el que más concierne para la recolección y análisis de datos de la presente investigación.

La selección del paradigma y el método para la investigación, hizo parte de la primera fase denominada, el qué de la investigación (Valenzuela y Flores, 2012). Los mismos autores denominan la segunda fase, el cómo de la investigación, que incluyó aspectos relacionados con la selección de la unidad de análisis y el diseño de instrumentos y procedimientos. Como unidad de análisis fue seleccionado el grado noveno de educación básica para los que se diseñaron experiencias formativas basadas en el uso de REA y OA con miras a desarrollar las competencias comunicativa y de razonamiento matemático; los instrumentos seleccionados para la recolección de datos fueron la entrevista a docentes y alumnos así como bitácoras para documentar el desarrollo de los atributos de innovación, desde que se planea, implementa y evalúa la experiencia; para apoyar la evidencia del desarrollo de las competencias matemáticas mencionadas se hizo uso del análisis de documentos significativos resultado del trabajo de los alumnos y su interacción con los REA y OA. La siguiente fase consistió en la

colección de datos a partir de la aplicación de los instrumentos enunciados. Finalmente la cuarta fase consistió en el análisis e interpretación de la información recabada, así como la elaboración de conclusiones y presentación de los resultados obtenidos en el estudio de investigación.

### **3.2 Situación educativa**

La innovación educativa consistió en la utilización de OA como graficadores de funciones lineales y cuadráticas para apoyar el desarrollo de competencias matemáticas como la de comunicación y la de razonamiento.

La población objeto de estudio en la que se desarrolló la innovación educativa basada en evidencia correspondió al grado noveno de educación básica conformado por doce estudiantes, hombres y mujeres con edades entre los 13 y los 15 años de edad, ninguno de ellos está repitiendo el nivel escolar; los dos profesores que participaron en la investigación tienen experiencia docente que supera los 10 años y orientan las áreas de tecnología y ciencias naturales en el grado noveno; el docente investigador que orienta el área de matemáticas en los grados noveno, décimo y once en el nivel de educación básica, cuenta con 5 años de experiencia; el área de matemática cuenta con una intensidad horaria semanal de tres periodos de clase con duración cada uno de 55 minutos y en la que se desarrolló el eje temático de funciones lineales y cuadráticas apoyado en OA graficadores y REA enfocados a la conceptualización de funciones de primer y segundo grado.

En los siguientes párrafos se describen los objetivos que se buscan alcanzar en el desarrollo del eje temático mencionado y las actividades pedagógicas que se utilizaron

para la orientación del tema funciones lineales y cuadráticas así como las estrategias didácticas usadas en el desarrollo de las clases.

Mediante el estudio de las matemáticas para el grado noveno de educación básica relacionada con la interpretación y análisis de las funciones de primer y segundo grado el Ministerio de Educación Nacional de Colombia a través de los estándares básicos de competencias (MEN, 2006) busca que el educando:

- Identifique relaciones entre propiedades de las gráficas y propiedades de las ecuaciones algebraicas.
- Modele situaciones de variación con funciones polinómicas.
- Use procesos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas.
- Identifique y utilice diferentes maneras de definir y medir la pendiente de una curva que representa en el plano cartesiano situaciones de variación.
- Identifique la relación entre los cambios en los parámetros de la representación algebraica de una familia de funciones y los cambios en las gráficas que las representan.

Además de lo anterior es relevante lograr que los estudiantes resuelvan problemas que involucren funciones matemáticas de forma autónoma, comuniquen información matemática relacionada con las funciones y los conceptos que las sustentan y validen procedimientos y resultados obtenidos al aplicar técnicas para hallar la solución a los problemas planteados, lo cual está estrechamente relacionado con el desarrollo de las competencias matemáticas de comunicación y razonamiento.



Los recursos necesarios para el desarrollo de las sesiones de clase son:

- Tablero acrílico
- Libros de texto
- Cuaderno
- Computadoras
- Video beam
- Graficador de funciones matemáticas

El tema se desarrolló en diez sesiones de clase que abarcaron desde la definición y características de las funciones lineales, la definición de pendiente de la recta y la aplicabilidad de los conceptos a la solución de problemas de contexto apoyados en REA extraídos del portal temoa como el dibujante de gráficos (Sánchez, 2009), y el OA denominado fooplot (Venkatraman, 2007) que permite graficar funciones lineales y cuadráticas posibilitando al estudiante además determinar dominio y recorrido de las funciones, analizar la dependencia entre variables haciendo uso de rejillas, ejes y marcas de graduación. También se analizaron las funciones de segundo grado, los parámetros constitutivos de ellas y la dependencia de estos parámetros en la graficación de las funciones cuadráticas mediante la realización y sustentación de trabajos prácticos apoyados en los REA y OA nombrados anteriormente.

Los criterios de evaluación definidos en lo conceptual y procedimental son:

- Identificar e interpretar los elementos, ecuación y gráficas propios de la función lineal.
- Hallar la pendiente, la ecuación y gráfica de una función lineal.

- Desarrollar talleres representando mediante modelos matemáticos y el uso de graficadores digitales los conceptos de función lineal y la interdependencia entre las variables y el valor de la pendiente de una recta.
- Sustentar las variaciones ocurridas en el dominio e imagen de una función cuadrática.
- Identificar e interpretar elementos, ecuación y gráficas propias de una función de segundo grado.
- Elaborar e interpretar adecuadamente las gráficas generadas con el OA que representan las curvas características de las funciones de segundo grado.

Las sesiones de clases utilizadas para el análisis y estudio de las funciones de primer y segundo grado se planearon de tal forma que las primeras cuatro sesiones se enfocaron en el desarrollo de la competencia de comunicación matemática, mediante actividades individuales y grupales relacionadas con sustentación argumentada de ideas, conceptos y procedimientos matemáticos propios de la función lineal apoyada en el uso del graficador fooplot. La quinta sesión se utilizó para potenciar la competencia de razonamiento matemático a través de la resolución de problemas que requerían la aplicación de conceptos basados en la función lineal.

Las últimas sesiones de clase se emplearon para el estudio de las funciones de segundo grado y su aplicación en la solución de problemas en áreas como la arquitectura, la ingeniería, el deporte y la física donde se utilizó los REA y OA para hallar las raíces o soluciones de la ecuación que describía mejor la situación problema y el descarte de soluciones matemáticas que no son posibles aplicar en contextos reales.

Las sesiones finales permitieron además de fortalecer la competencia de comunicación de ideas matemáticas, argumentar la validez de las soluciones arrojadas por el OA y los REA y la demostración de la solución hallada para la solución del problema planteado, características que son distintivas de la competencia de razonamiento matemático (Niss y Højgaard, 2011).

### **3.3 Población y muestra**

En este apartado se aborda la población y muestra del estudio. Una de las principales diferencias entre el paradigma cuantitativo y el cualitativo está relacionada con la población y especialmente con la muestra para el estudio. Para Mayan (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.

Al afrontar una investigación con estudio de casos la selección de la población y muestra está en estrecha relación con el caso de estudio seleccionado. Stake (2005) indica que para la selección del caso que lleva implícita la selección de población y muestra, es recomendable que se tenga en cuenta que lo más adecuado es tener facilidad de acceso a los participantes y a la información que ellos pueden brindar, es decir, contar con un caso que sea fácil de abordar, donde las indagaciones que se realicen sean bien acogidas y la disponibilidad de las personas para participar en el estudio. Para 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.

### **3.4 Tema, categorías e indicadores de estudio**

La investigación requiere para su proceso de recolección de datos una adecuada orientación que parte del tema y de las categorías, que a su vez son la base para la construcción de los instrumentos para recolectar la información. Para Stake (2005), 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. Las categorías se encuentran plasmadas en el cuadro de triple entrada (en adelante CTE), para la presente investigación (anexo 3). Se trabajó con las siguientes categorías:

- La innovación educativa,
- Los REA y los OA,
- La competencia matemática.

La innovación educativa es definida por Zabalza y Zabalza (2012) como un proceso intencional sustentado tanto en teoría como en la reflexión que responde a las necesidades de cambio en las instituciones educativas buscando crear condiciones para desarrollar la capacidad de aprender. La categoría de innovación educativa consta de

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 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 donde se desarrolló la investigación. El uso de REA en educación matemática requiere considerar los siguientes aspectos: presencia de un conocedor sobre el uso o diseño de materiales pedagógicos; existencia de REA contextualizados o con potencial para serlo; apoyo institucional para el uso de REA (Sapire y Reed, 2011). Esta categoría consta de los siguientes 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. Ellas se analiza mediante tres indicadores: la enseñanza de la matemática, la competencia comunicativa y la competencia de razonamiento matemático. En relación a la competencia de razonamiento matemático, Niss y Højgaard (2011) señalan que dicha competencia depende de las habilidades matemáticas con que cuenta una determinada persona, ya que para un individuo puede ser sencillo el realizar un cálculo numérico rutinario mientras para otro requerirá de creatividad, análisis y visión de conjunto, catalogándose para éste último el proceso dentro de la competencia de razonamiento matemático.

### **3.5 Fuentes de información**

En el desarrollo de la investigación se hace necesario contar con fuentes idóneas para la recopilación de datos y su posterior análisis. Para Mayan (2001), las fuentes de información se basan en individuos, documentos o contextos. Para la presente investigación se seleccionaron como fuentes a los estudiantes del grado noveno de educación básica de una institución oficial de carácter rural y dos docentes que participaron de manera voluntaria en el estudio además del profesor investigador debido a que es el docente encargado de orientar el área de matemáticas en el grado noveno de educación básica; los profesores actuaron como fuente de información proporcionando datos, conocimiento y experiencias relevantes relacionadas 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 OA en la clase de matemática puesto que permitieron determinar el efecto de la utilización de medios tecnológicos en el desarrollo de las competencias matemáticas.

### **3.6 Técnicas de recolección de datos**

Para Yin (2006) y Merriam (2002), 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 para responder la pregunta problémica. Para la presente investigación se utilizó como técnicas para recolección de datos la entrevista, la bitácora para el registro

de observación y de actividades académicas de los docentes y el análisis de documentos significativos.

Para Yin (2006) la entrevista es uno de las principales técnicas de recolección de datos en el estudio de caso, cumpliendo con dos características sobresalientes, ser flexible y dinámica, donde el investigador tiene dos trabajos: mantener la línea de investigación y hacer sus propias preguntas de manera imparcial buscando cubrir las necesidades de búsqueda de información. De los tipos de entrevistas mencionados por Merriam (2002), estructurada, semiestructurada y no estructurada, se seleccionó el tipo semiestructurado por permitir además de indagar los temas planeados, flexibilidad en el orden de indagación y al ser preguntas abiertas posibilitar hablar de forma más extensa sobre los temas solicitados.

Otra de las técnicas es la observación. Mayan (2001), enuncia que la observación es una herramienta que permite obtener información que es inaccesible a través de otros instrumentos distintivos en la investigación cualitativa, a la vez que realiza una diferenciación en la observación participante dependiendo del grado de involucramiento del investigador en la observación: la observación no participante, donde se evita hacer parte del fenómeno que se está estudiando, la participación pasiva, como la que se presenta cuando el investigador observa eventos o interacciones en ambientes escolares solo como observador sin involucrarse; el observador como participante, donde el investigador realiza labores que no son relevantes dentro del contexto que se está observando; un tercer caso presenta un participante como observador que estará involucrado en las actividades cotidianas al tiempo que registra las observaciones pertinentes al caso y finalmente la participación completa que sucede cuando se estudia

una situación en la cual ya se era participante ordinario. Para Yin (2006), la observación agrega información útil al proceso de investigación puesto que se realiza en el contexto y tiempo real.

Debido a que el docente que orienta el área de matemáticas en el grado noveno es el docente investigador, se seleccionó la observación participante para la recolección de datos con el fin de documentar desde dentro el desarrollo de los atributos de innovación y de las competencias de razonamiento y comunicación matemática.

El registro de la información observada se llevó a cabo en la bitácora del investigador, definida por Valenzuela y Flores (2012) como el documento en el que se registran datos del proceso de la investigación y notas producto de la observación de los actores involucrados en el fenómeno de estudio; la bitácora, también llamada diario de campo proporciona datos sobre los procedimientos realizados por el investigador, logística y razones que sirven como punto de partida para tomar decisiones de tipo metodológico.

Finalmente, la tercera técnica utilizada para la recolección de datos fue el análisis de documentos significativos definidos por Merriam (2002) como aquellos de tipo escrito, oral, visual o artefactos culturales en los que su fortaleza reside en el hecho de que ellos ya son parte del contexto de estudio y no son dependientes de caprichos humanos como sí sucede en la entrevista y la observación.

Los instrumentos fueron diseñados por el docente investigador a partir del análisis de categorías e indicadores y sus funcionalidades fueron las siguientes: la bitácora del investigador indagó la categoría de innovación educativa y sus correspondientes atributos, así como el proceso de uso de REA y OA para el desarrollo de las



competencias matemáticas en las actividades de aula; el análisis de documentos significativos permitieron detectar cómo se desarrollaron las competencias matemáticas al utilizar recursos educativos para mejorar las prácticas de enseñanza; la entrevista a docentes y alumnos para indagar la percepción de los actores respecto de los atributos de innovación y el desarrollo de las competencias matemáticas.

### **3.7 Prueba piloto**

En la investigación se realizó una prueba piloto a fin de contar con una validación previa de las preguntas definidas en los instrumentos de recolección de datos basados en entrevistas a docentes y alumnos (anexo 4 y anexo 5), bitácora (anexo 6) y documentos significativos (anexo 7). 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 del estudio de investigación, se aplicó la misma a un docente que ya ha tenido un acercamiento en el 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. De manera similar se realizó una charla informal con tres estudiantes del grado noveno de la institución educativa que habían tenido experiencias previas de trabajo con REA en el desarrollo de las clases de tecnología e informática, buscando en esencia verificar si las preguntas planteadas en la entrevista a la población objeto del estudio tenían un nivel de entendimiento aptas para su comprensión.

La prueba piloto permitió también verificar los elementos necesarios para la recolección de datos, definir la flexibilidad y funcionalidad de los instrumentos, replantear algunos conceptos presentes en las preguntas de la entrevista a los estudiantes buscando mayor claridad y eliminación de posibles ambigüedades, prever la locación donde se realizarían y los recursos necesarios para llevarla a cabo.

### **3.8 Aplicación de instrumentos**

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 estudiantes y profesores (anexo 1 y anexo 2).

Ya contando con la autorización del rector y la coordinadora académica de la sede de la institución educativa 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. La entrevista a los dos docentes participantes se ejecutó en las primeras fases de la aplicación de instrumentos buscando obtener información relevante para dar respuesta a la pregunta de investigación en relación al desarrollo de los atributos de la innovación educativa cuando se integran REA en los procesos de aprendizaje fruto de la experiencia evidenciada en ellos al aplicar recursos digitales para potenciar la enseñanza y mejorar la

adquisición de conocimientos y destrezas de los estudiantes en las áreas de tecnología y ciencias naturales de la básica en la institución educativa.

La entrevista a estudiantes se realizó en la última etapa de la aplicación de instrumentos, después de haber interactuado con los REA y OA en las clases de matemática durante el desarrollo del eje temático correspondiente a las funciones lineales y de segundo grado.

Otro de los instrumentos correspondió al análisis de documentos significativos representados en trabajos, la solución a tareas y talleres presentados por los estudiantes como resultado de la interacción con REA y OA durante el desarrollo de las clases y evidenciados mediante la presentación de cuadernos de los estudiantes, graficación de funciones enviadas como archivos de gráficas al correo electrónico del docente y la entrega de trabajos escritos.

### **3.9 Captura y análisis de datos**

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 lo tanto, desde el inicio del proceso de observación en la clase y la toma de notas de campo se fueron analizando y obteniendo ideas relevantes que se iban descartando o corroborando en función de nueva recolección de datos realizada. Es así como para Valenzuela y Flores (2012), la interpretación de los datos hace referencia al desarrollo de ideas de acuerdo con los hallazgos realizados y su relación con la literatura soporte de la investigación.

También mediante el método de triangulación, se buscó dar validez a los resultados fruto de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos buscando ver la realidad contextual en el aula de clase desde diferentes puntos de vista. La triangulación es definida por Yin (2006), como aquella herramienta que permite al investigador cualitativo mayor fiabilidad al momento de la interpretación de los resultados fruto de los instrumentos de recolección de datos. Para el estudio de investigación, se trianguló la información proveniente de diferentes fuentes como los docentes de las áreas de tecnología y ciencias naturales, los documentos significativos representados por los trabajos escritos de los estudiantes y la bitácora del investigador. La interpretación de los datos se realizó al analizar los datos recolectados clasificándolos en las categorías definidas en el CTE, para identificar situaciones significativas que posteriormente fueron contrastadas con el sustento teórico presente en el capítulo dos y llegar así a dar respuesta al problema planteado en el estudio de investigación.

En el presente capítulo se describió la estructura metodológica del estudio, en donde mediante la aplicación del paradigma cualitativo se buscó dilucidar la pregunta de investigación basados en el método de estudio de caso, también se detalló la situación educativa que generó el problema de investigación fundada en la innovación educativa basada en el uso de REA y OA para el desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de educación básica.

## Capítulo 4

### Resultados obtenidos

En este capítulo se aborda la presentación y el análisis de los resultados obtenidos al aplicar los instrumentos de captura de datos a las diferentes fuentes de información enunciadas en el capítulo 3 y en el cuadro de triple entrada (anexo 3) que permitieron dar respuesta a la pregunta de investigación.

#### 4.1 Presentación de resultados

En este apartado se exponen los datos obtenidos mediante la aplicación de los diferentes instrumentos aplicados en el contexto escolar, teniendo presente siempre el objetivo general del estudio de investigación. En primer lugar se realiza la descripción del caso de estudio tal como corresponde a la metodología por la que se optó dentro del paradigma cualitativo, seleccionando como marcadores discursivos tanto las categorías de análisis como los indicadores escogidos en el estudio de investigación. La presentación de resultados se realizó mediante interpretación directa de los hallazgos realizados en el estudio de casos.

**4.1.1 La innovación educativa.** La necesidad de mejorar el desempeño de los estudiantes en las pruebas externas fue una 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”.

**4.1.1.1 Fenómeno de cambio.** Se propone a la coordinadora de sede un plan para el área de matemáticas sustentado en el uso de TIC, lo cual es aprobado y se asignan unas horas de uso de la sala de sistemas de la institución para desarrollar las actividades con el grado noveno de la básica. El docente investigador realiza la planeación de la unidad que comprende el tópico funciones matemáticas, apoyado en estrategias didácticas entre las que se incluye el uso de recursos digitales. La clase de matemática se orienta en el salón asignado para el área, dotado de 30 pupitres dispuestos en 4 hileras, tablero acrílico y algunos elementos para el trabajo en el tablero como reglas, escuadras, transportador y compás. Se inicia la clase que corresponde a la tercera hora de la jornada escolar justo antes de la hora de salida a recreo. Los doce estudiantes del grado noveno van llegando al aula en pequeños grupos charlando desprevenidos sobre el tema del día y se ubican a su gusto en los pupitres disponibles.

Se inicia la clase exponiendo los objetivos que se desean alcanzar en el desarrollo de la temática correspondiente a las funciones de primer grado definiendo los conceptos básicos necesarios para la comprensión de las mismas y las estrategias de enseñanza que se apoyaran en el uso de las TIC. Se observa un grado de sorpresa y curiosidad en los estudiantes cuando se les mencionó el uso del computador y de aplicaciones digitales en el desarrollo de las clases de matemáticas, lo que se evidencia mediante charlas en voz baja entre los estudiantes que cuestionados acerca de ellas indican frases como: “¿haremos tareas usando internet?”, “vamos a dibujar con paint”, “¿podremos usar cada uno un computador?”, “¿Si hacemos los trabajos en el computador, podremos divertirnos en internet?”. El docente explica cómo será la metodología y la forma en que se utilizará el computador como apoyo a las clases de matemáticas.

Seguidamente, se mencionan algunas de las utilidades que el estudio de las funciones lineales ha aportado para el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano y se invita a los estudiantes a que basados en esos ejemplos registren en sus cuadernos ejemplos por analogía de aplicaciones en los que la relación uno a uno de una pareja de variables se puedan usar para la solución de problemas en las distintas comunidades; la participación de forma oral de los estudiantes es reducida, solamente dos estudiantes realizaron aportes: “... gasto de gasolina y distancia que recorre el bus escalera de don Chucho”, el aporte provoca comentarios y bromas relacionados con el alto consumo del bus por ser de modelo antiguo; otro aporte fue “... el tiempo y el llenado de la alberca de mi casa”. Los resultados de análisis de los ejemplos dados por los estudiantes consignados en el formato de registro (anexo 7), señalan poco interés por

parte de 9 de los 12 estudiantes para generar aplicaciones del uso de la función lineal, al escribir ejemplos fuera de contexto o no cumplir con la tarea asignada.

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 (anexo 4) como a docentes (anexo 5) 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 sirva 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: “parece que vivieran en otro mundo, se les explica un tema y se dispersan con facilidad, pierden el hilo desarrollado en clase y cuando se les pregunta sobre lo que se les está enseñando, no dan razón”, “en mi clase he notado que el uso de medios visuales les llama la atención, he logrado que participen más de la clase cuando interactúan con medios tecnológicos como el video o la internet, los niños son muy curiosos y si no logras cumplir sus expectativas se vuelven apáticos, la tecnología me permite acercarme a su mundo, igualar su ritmo, ellos aún son muy visuales”.



El formato de registro para el análisis de documentos significativos de la primera sesión y la respuesta de la entrevista a estudiantes y docentes en el apartado de innovación muestran que existe renuencia por aprender, en parte debido a la forma en que el docente orienta una temática determinada; entre lo aportado por los estudiantes en la entrevista está: “hacen falta más actividades que sean diferentes a copiar lo que está en el tablero”, “todas las clases me aburren, me canso de estar escuchando y copiando”, “el uso de los computadores nos deja aplicar lo que se dice en la clase”. La información recabada anuncia la necesidad de un cambio en la actitud del maestro, cambio que incluye la empatía con la nueva generación y la búsqueda de metodologías alternas a la planeación de las actividades de aula basadas únicamente en clases magistrales.

La sesión introductoria correspondiente a la función lineal buscó explicitar la necesidad de que los estudiantes comprendan la relevancia de adquirir cierto conocimiento y la aplicabilidad que puede tener en su entorno, para el caso que desarrolló el estudio, permitió reconocer la importancia de conocer lo conceptual y procedimental de la funciones de primer grado.

**4.1.1.2. Idea de lo nuevo.** La segunda sesión 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 (anexo 8). 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 pide al finalizar la sesión que los estudiantes plasmen en el cuaderno el concepto de función y hallen similitudes con los ejemplos propuestos en el salón de clase para ser analizados y discutidos en la clase, se evidencia mayor participación de los estudiantes y argumentaciones fundamentadas que parten de la interacción que tuvieron con el OA y el video.

Algunas de las respuestas dadas por los niños relacionadas con la definición de función fueron: “función es una herramienta de las matemáticas que relaciona dos variables”, “... es un componente que a través de operaciones matemáticas logra mostrar cómo interactúan números que representan cosas o situaciones”, “... es una máquina matemática que cambia elementos que entran a ella aplicándoles operaciones de suma, resta, multiplicación o división”; la revisión del apartado para innovación educativa del formato de registro de documentos significativos para la investigación (anexo 7) muestra un aumento en la motivación del estudiante para hacerse participe de la actividad, pudiéndose evidenciar mayor elaboración en los aportes realizados por los alumnos en relación con las definiciones de función mostrados en la sesión anterior al presentar mayor conciencia respecto a la utilidad de analizar y estudiar la función lineal y la presencia de ejemplos puntuales de función en su entorno, en comparación con las definiciones dadas en la primera sesión.

Como se evidencio en las sesiones en que se permitió al estudiante interactuar con el conocimiento a través del uso de REA, aquellas metodologías de enseñanza que permiten una participación menos pasiva del estudiante, posibilitan que éste tome

conciencia de la responsabilidad que le atañe y se sienta parte activa del proceso educativo. El uso de recursos digitales en el área de matemáticas brinda al estudiante la posibilidad de encarar su estilo de aprendizaje y la de formar sus propias conceptualizaciones acerca del tema que está desarrollando.

**4.1.1.3 Proceso y acción final.** En las primeras sesiones de clases se hace uso de tres de las ocho estrategias pedagógicas planteadas en el modelo educativo de la institución que son transversales a todas las áreas, viendo, escuchando y discutiendo, sustentadas en el uso de los REA y OA. En las subsiguientes sesiones se utilizaron además de las antes mencionadas, las otras cinco estrategias, haciendo, cuestionando, leyendo, escribiendo y visualizando. 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 un área del conocimiento posibilita también el desarrollo de habilidades tecnológicas y digitales tal y como señalaron 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 a la gran cantidad de información al que pueden acceder”; “cuando se hace uso de algunos programas de internet para simular el funcionamiento interno de los organismos vivos, el estudiante ve como el computador le ayuda y facilita su proceso de aprendizaje”.

El apoyo brindado por las directivas de la institución y por proyectos impulsados 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 recurso de apoyo con el uso de REA permitan desarrollar tanto en docentes como en estudiantes competencias digitales que son fundamentales para estos últimos a la hora de hacer parte del sistema productivo del país. 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”.

A manera de síntesis y 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 7, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

Tabla 7.  
*Especificaciones de datos con mayor incidencia en la triangulación y por indicadores correspondiente a 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"> <li>▪ Desinterés por el aprendizaje.</li> <li>▪ Métodos de enseñanza no adecuados.</li> <li>▪ Necesidad de planear actividades didácticas que mejoren el aprendizaje.</li> </ul>
<i>Idea de lo nuevo</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mayor interés hacia las actividades de clase.</li> <li>▪ Las TIC posibilitan actividades de introducción a nuevas temáticas.</li> <li>▪ La interacción con TIC motiva el aprendizaje.</li> </ul>
<i>Proceso y acción final</i>	Bitácora Entrevista a docente y alumnos Documentos significativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Posibilita variedad de acciones pedagógicas para aprendizajes efectivos.</li> <li>▪ Disminución de distracciones.</li> <li>▪ Actividades didácticas basadas en TIC permiten el desarrollo de competencias matemáticas y digitales.</li> <li>▪ Apoyo de directivas hacia el proceso de innovación es importante.</li> </ul>

**4.1.2 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.

**4.1.2.1 Selección de REA y OA.** Para el cumplimiento de los objetivos para la temática abordada en el área de matemáticas, 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. La explicación se realizó con ayuda del video beam para la proyección (anexo 8) y posteriormente se propuso graficar algunas funciones lineales utilizando para ello el OA.

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 la selección de materiales didácticos digitales 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 ser causa de malinterpretaciones de los 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 completamente porque no se escuchaba bien, y tenía palabras que no entendía”. Por tanto la selección de REA y OA en el proceso educativo está en estrecha correspondencia con la efectividad de esos recursos en la enseñanza de las matemáticas.

**4.1.2.2 Tipos de REA y OA.** Debido a las falencias detectadas en los trabajos realizados en clase al analizar la bitácora del docente investigador (anexo 6) y en los que

presentaron los estudiantes como tareas a realizar fuera del aula de clase y cuyo análisis fue consignado en el formato de registro de documentos significativos (anexo 7); 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.

En las siguientes cuatro sesiones correspondientes a cuatro horas académicas se trabajó enteramente en la sala de sistemas de la institución educativa, la primera clase de matemáticas de esta sesión se inició a las 10:10 a.m., los estudiantes se ubicaron en las sillas con las que cuenta la sala, frente a la pantalla de proyección. Se comenzó la clase exponiendo a los estudiantes los objetivos a alcanzar y la forma de evaluación de dichos objetivos mediante la entrega de un taller desarrollado aplicando los conceptos y procedimientos vistos en la clase, se les informó que parte del taller se desarrollaría en las clases y otra en la casa de cada uno de ellos. Se expuso el concepto pendiente de una recta, la aplicación del concepto en las diferentes áreas del conocimiento y el procedimiento para la extracción de datos de una gráfica de función lineal. 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; además el trazado de las funciones lineales con el OA sirvió como soporte al estudiante para explicar la definición de creciente y decreciente en relación con la orientación de las rectas graficadas, así como también asimilar el

concepto de la posición relativa de dos rectas en un plano de coordenadas que se utilizó para introducirlos en la solución de sistemas de ecuaciones lineales.

**4.1.2.3 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, donde se obtuvieron respuestas como: “El uso de programas de internet en la clase de matemáticas me permite entender las cosas de mejor manera porque las figuras y gráficas son más coloridas y presentan información más detallada”; “algunas veces no entiendo los temas explicados porque ciertas clases se vuelven aburridoras, siento que siempre es más de lo mismo, y el uso de otros elementos como la computadora da variedad y curiosidad”; “cuando el profesor presenta el tema ayudado con el programa de la computadora entiendo más porque evita que me distraiga cuando por ejemplo él gasta tiempo en dibujar el plano cartesiano y la recta sobre el tablero”, “el uso de la computadora y la internet ayuda a ver más ejemplos dibujados de las funciones por lo que me ayuda a entender cómo depende la forma de la recta del valor de la pendiente y si es una función creciente o decreciente”.

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 tal como lo explicita uno de los estudiantes durante la entrevista: “en una de las clases el profesor utilizó el video para desarrollar el tema pero me confundió más porque en él se hablaban cosas que no entendía además la forma en que narraba la persona era enredado”.



La temática de sistema de ecuaciones de primer grado sustentada en el concepto de función lineal y su gráfica se orientó haciendo uso de seis sesiones y se cerró con la aplicación de una prueba escrita donde se observó que los conceptos fundamentales como la definición de función, conceptualización de pendiente de la recta y función creciente y decreciente fue asimilado correctamente por los estudiantes; sin embargo los ejercicios de solución de sistemas de ecuaciones lineales mostró a 5 estudiantes con dificultades relacionadas con el uso correcto de operaciones aritméticas en especial al despejar la variable, por lo que se hizo necesario 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 8, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

Tabla 8.  
*Especificaciones de datos con mayor incidencia en la triangulación y por indicadores correspondiente a la segunda categoría.*

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

**4.1.3 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 de los procesos educativos es el desarrollo de competencias para las diferentes áreas del saber.

**4.1.3.1 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. Es necesario que los REA y OA utilizados para temas introductorios presenten ejemplos cercanos a los contextos físicos y cognitivos de los estudiantes.

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 significado concreto y contextualizado 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”.

**4.1.3.2 La comunicación de conceptos matemáticos.** La clase comenzó con ciertos brotes de indisciplina presumiblemente debido a que intercambiaban experiencias vividas el fin de semana que acababa de concluir. Luego de la proyección del video se realizó una sesión de aportes por parte de los estudiantes relacionados con el uso de la parábola en la ingeniería y la arquitectura; también se propuso a los alumnos imaginar y describir la figura de tres dimensiones generada al girar la parábola sobre distintos ejes de rotación. La actividad se apoyó en REA extraídos del repositorio en internet [geogebraTube](http://geogebraTube.com).

Después de la introducción a la temática y en la clase siguiente, se planteó a los estudiantes un problema que para su solución requería de métodos para resolución de ecuaciones de segundo grado; el problema contenía elementos de oferta y demanda del mercado relacionadas con la fabricación de consolas de video juegos; el objetivo fue despertar la curiosidad sobre la aplicabilidad de las funciones cuadráticas en otras áreas del conocimiento. 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.

Posteriormente 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 para finalmente generar una idea escrita que sintetizara la experiencia.

La actividad se propuso sustentarla en parejas; se notó un marcado esfuerzo en las argumentaciones orales expuestas por los estudiantes para expresar porqué la expresión algebraica generaba ese tipo de figura sobre el plano cartesiano haciendo uso de terminología propia de la matemática como abscisas, ordenadas, variables dependientes e independientes, eje de simetría, etc. Dos de los grupos logró concluir la relación

directa existente entre la forma de la curva y el grado absoluto del polinomio que genera esa gráfica y cómo ese factor afecta el rango de la función estudiada.

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 son sencillas, se basan en la observación y la relación existente entre la gráfica y la expresión algebraica que la genera.

**4.1.3.3 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 y REA ubicados en el repositorio en el canal de internet geogebra tube para ver como variaba la parábola cuando  $a$ ,  $b$  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. También se utilizaron aplicaciones diseñadas con Geogebra que permiten relacionar la dependencia de la forma gráfica en relación con la variación de los parámetros de la expresión algebraica.

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. En esta sesión fue básica la relación presente entre los puntos de corte visualizados en la gráfica mediante fooplot o las aplicaciones basadas en Geogebra y la solución obtenida aplicando métodos de factorización o solución por fórmula cuadrática; en la clase también se demostraron de forma gráfica y solucionando la ecuación que las raíces de la gráfica coinciden con los valores matemáticos encontrados luego de factorizar las expresiones abordadas.

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 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.

En el apartado se presentaron los resultados arrojados al aplicar los distintos instrumentos utilizados en la investigación, que mediante el estudio del caso, el análisis de las categorías e indicadores y la triangulación permitieron describir los hallazgos realizados.

La triangulación de datos luego de la aplicación de instrumentos para la categoría de competencias matemáticas se muestra la tabla 9, en la que se destacan los resultados más significativos y de mayor incidencia.

Tabla 9.  
*Especificaciones de datos con mayor incidencia en la triangulación y por indicadores correspondiente a la tercera categoría.*

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

En el siguiente apartado, se llevó a cabo el análisis de los descubrimientos evidenciados que permitieron dar respuesta a la pregunta de investigación.

## **4.2 Análisis e interpretación de resultados**

En el presente apartado se realizó el análisis de los resultados obtenidos mediante el estudio de las diferentes fuentes que alimentaron los instrumentos del estudio de caso, así como su interpretación con base en el marco teórico y manteniendo como hilo conductor el desarrollo por categorías señaladas en el CTE (anexo 3) buscando dar respuesta a la pregunta de investigación.

**4.2.1 La innovación educativa.** La innovación en los procesos de enseñanza tiene su origen en la necesidad de cambio y búsqueda del mejoramiento en el aprendizaje. Es necesario modificar la metodología de enseñanza para lograr una mayor motivación hacia el aprendizaje; se evidenció en la entrevista a estudiantes y docentes al exponer la necesidad de orientar un tema determinado no únicamente mediante clases magistrales. 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 en las escuelas es la continua reflexión que debe darse en el docente sobre la práctica 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, complementariamente Barraza (2005) indica que la innovación debe ser mantener un adecuado grado de reutilización para lograr que sea duradera. 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 la bitácora (anexo 6) al momento del planeamiento de las actividades académicas 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.

**4.2.2 Recursos educativos abiertos y objetos de aprendizaje.** Se hace necesaria una apropiada planeación de las actividades didácticas que incluyen los REA y OA 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 (anexo 7) 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 este 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 como muestra la bitácora del docente (anexo 6) 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 según el registro de análisis de documentos significativos (anexo 7). 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 (anexo 7). 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. Es necesario que el docente concientice a los estudiantes para que se dé un uso continuo de los REA y OA en el cumplimiento de las actividades académicas, a la vez que se orienta sobre su uso reflexivo enseñándoles las limitaciones que presentan éstos recursos al momento de desarrollar los trabajos propuestos en clase para generar en el alumno conocimientos más significativos.

**4.2.3 La competencia matemática.** 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 graficar 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, apoyados 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. Relacionado con la utilidad de los REA en el desarrollo de competencias, 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 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 válidas 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 como se verificó a través del anexo 7, realizaron conjeturas cuando comparaban la solución hallada a un problema siguiendo procedimientos y aplicando operaciones matemáticas y comparándolas con la gráfica que representa la solución al problema. 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.

En el presente capítulo se presentó una descripción del caso de estudio que buscó dar solución al problema de investigación relacionado con la forma en que se desarrollan los atributos de la innovación cuando se desarrollan las competencias de comunicación y razonamiento matemáticos mediante el uso de REA y OA con estudiantes del grado noveno de educación básica. Se describió el caso con ayuda de las categorías e indicadores presentados en el anexo 3 y se analizaron los hallazgos a la luz de las evidencias encontradas con la ayuda de la aplicación de los instrumentos de investigación cualitativa.

## Capítulo 5

### Conclusiones y Recomendaciones

El presente capítulo consta de dos apartados, el primero corresponde a las conclusiones que contiene un análisis preciso de las implicaciones del estudio de investigación realizado, dando respuesta a la pregunta principal que enmarcó el trabajo investigativo; en la segunda parte del capítulo se enuncian algunas recomendaciones que sirven de información para trabajos de investigación futuros relacionados con el desarrollo de los atributos de innovación en educación y la aplicación de REA y OA en el área de matemáticas.

#### 5.1 Conclusiones

En este apartado se valoraron y compararon los hallazgos con la pregunta de investigación, los supuestos y los objetivos planteados. La pregunta de investigación que sirvió de guía al presente estudio fue: ¿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?

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 (ver figura 1) 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.

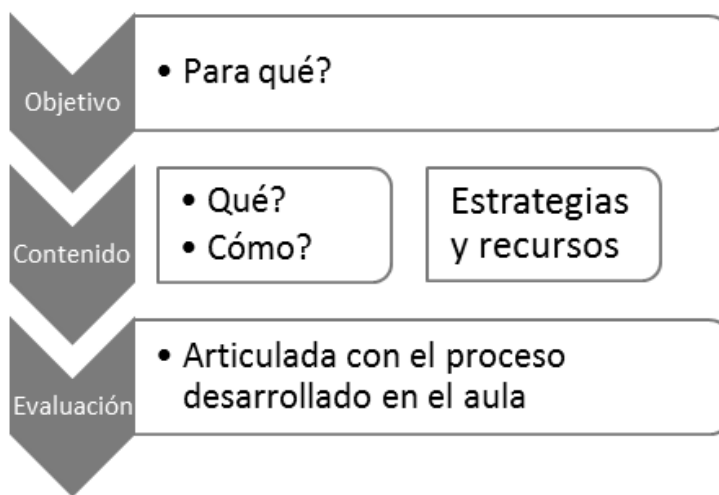


Figura 1. El proceso de planeación de la temática a desarrollar.

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.

Al observar los atributos de innovación educativa que experimentaron un progreso durante este estudio, se cumplió el objetivo de la investigación, el cual fue analizar cómo se desarrollan los atributos de innovación cuando se integran recursos educativos abiertos en los ambientes de aprendizaje de educación básica 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 pudiéndose constatar entre otros aspectos:

- La evidencia de fenómeno de cambio a través de la intención explícita por parte del profesor de matemáticas de aportar al mejoramiento del aprendizaje y del desempeño académico del estudiante buscando alcanzar la calidad educativa en el área a su cargo dentro de la institución educativa en la que desempeña su labor docente.
- La idea de lo nuevo manifestó su desarrollo en el estudio de investigación cuando se utilizaron los REA y OA graficadores para optimizar la metodología de enseñanza y aportar a un mejor aprendizaje y desarrollo de las competencias de razonamiento y comunicación en matemáticas, en el estos recursos actuaron como apoyo para que los estudiantes comunicaran los saberes matemáticos a sus compañeros soportados en el léxico y la simbología propia del área del saber y de igual manera evidenciaran procesos de razonamiento, cuando con base en las

gráficas generadas para las funciones de primer y segundo grado al solucionar problemas contextuales pudieran descartar soluciones ambiguas o no congruentes con la realidad planteada en la problemática a resolver, demostrando así que la mejora de prácticas educativas por parte del docente redundaba en un mayor desarrollo de las competencias en el área de matemáticas.

- El proceso como atributo de la innovación se materializó mediante la concientización por parte de los docentes de la importancia que reviste la planeación didáctica y pedagógica en los procesos de enseñanza aprendizaje mediados por REA y OA.

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 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 haciendo uso de procedimientos aritméticos y algebraicos, permitiéndoles comprobar o descartar raíces presentes en la solución que no son aplicables en un contexto real sino que hacen parte de forma exclusiva del universo matemático.

## 5.2 Recomendaciones

Considerando las conclusiones señaladas en el apartado anterior, se emiten las siguientes 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:

- 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.
- 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.
- 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.

- Es necesario investigar metodologías que ayuden a desarrollar competencias matemáticas como la comunicativa, la de razonamiento o la de modelamiento además de la analizada haciendo uso de las TIC.
- Se debe investigar la forma de potenciar la competencia matemática de resolución de problemas que puede mejorarse mediante la aplicación de una metodología enfocada a resolver problemas del contexto de los estudiantes puesto que amplía la comprensión de su entorno y mejora el aprendizaje significativo.

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.

La investigación evidencia un amplio campo de análisis y estudio en relación al uso de OA como herramienta de soporte para evaluación de los procesos educativos que focalice el alcance de los objetivos planteados por los docentes en los planes de área.

El propósito de este quinto capítulo fue exponer las conclusiones en relación a los principales hallazgos en el transcurso de la investigación, así como hacer algunas recomendaciones a los docentes participantes y lectores; también detallar cuál es el aporte al campo de la educación de este proyecto titulado “Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto”.

## Referencias

- Akpınar, Y. (2008). Validation of a learning object review instrument: relationship between rating of learning objects and actual learning outcomes. *Interdisciplinary journal of e-learning and learning objects*, 4(1), 291-302. Recuperado de: <http://www.editlib.org/p/44861>
- 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>.
- Barbour, M. K. (2007). Principles of effective web-based content for secondary school students: teacher and developer perceptions. *Journal of distance education*, 21(3), 93-114. Recuperado de ERIC (Document Reproduction Service No. EJ805062).
- Barraza, A. (2005). Una conceptualización comprehensiva de la innovación educativa. *Innovación Educativa*, 5(28), 19-31. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1794/179421470003.pdf>
- Blackall, L. (2008). Open Educational Resources and Practices. *Teaching English as a Second or Foreign Language*, 11(4). Recuperado de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ898148.pdf>
- Blanco, P. (2012). *Metodología para la inclusión de las TIC en el aula de matemáticas de secundaria* [Tesis]. Recuperado de: [http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1193/2012\\_12\\_12\\_TFM\\_ESTUDIO\\_DEL\\_TRABAJO.pdf?sequence=1](http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1193/2012_12_12_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1)
- Bolívar, A. E. (2011). Representación gráfica de funciones bidimensionales mediante el uso del computador. *Revista Ingeniería UC*, 8(1), 1-11. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70780107>
- Burgos, J. V. (2010). Distribución de conocimiento y acceso libre a la información con recursos educativos abiertos. *La educ@ción. Revista digital*, 143. Organización



de Estados Americanos (OEA). Recuperado de:  
[http://www.educoea.org/portal/La\\_Educacion\\_Digital/laeducacion\\_143/articles/ravladimirburgos.pdf](http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articles/ravladimirburgos.pdf)

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.

Cattaneo, L., Lagreca, N., González, M. I. y Buschiazzi, N. (2012). *Didáctica de la matemática: enseñar matemática*. Rosario, Santa Fe, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.

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. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14012507007.pdf>

Contreras, B., García, E., Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (2012). El movimiento Educativo Abierto en México: Aproximación para un estado de conocimiento (2002-2012). En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.), *Movimiento educativo abierto: acceso, colaboración y movilización de recursos educativos abiertos* (pp. 95-110). Monterrey, México: CIITE Tecnológico de Monterrey. Recuperado de: <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/564>

García, C. e Hinojosa, E. (2010). Los positivos y los negativos en las matemáticas: Un recurso educativo de aprendizaje. En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.), *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa* (pp. 206-224). 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>

Gay, L. R., Mills, G. E. y Airasian, P. (2006). *Educational Research*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Pearson Education.

Geser, G. (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)

Giménez, J. y Vanegas, Y. M. (2011). Competencias, aprendizaje y evaluación. En Goñi, J.M. (Ed.), *Didáctica de las matemáticas* (pp. 75-110). Barcelona, España: Editorial Graó.

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.

- Hoffman, J. L., Wu, H., Krajcik, J. S., y Soloway, E. (2003). The nature of middle school learners' science content understandings with the use of on-line resources. *Journal of research in science teaching*, 40(3), 323-346. Recuperado de ERIC (Document Reproduction Service No. EJ665215).
- Hylén, J. (2006). *Open educational resources: Opportunities and challenges*. París, Francia: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Centre for Educational Research and Innovation. Recuperado de: <https://www1.oecd.org/site/educeri21st/40600472.pdf>
- ICFES (2013). *Colombia en PISA 2012: Informe nacional de resultados*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. 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=)
- Kaiser, G. y Willander, T. (2005). Development of mathematical literacy: results of an empirical study. *Teaching Mathematics y its Applications*, 24(2/3), 48-60. Recuperado de EBSCO (Accession Number 20123278).
- Kay, R. H. y Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the learning object evaluation scale for students (LOES-S). *Educational technology research and development*, 57(2), 147-168. Recuperado de: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11423-008-9094-5>
- 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).
- Lázaro, R. A., Ocaña, L., Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (2012). Prácticas en el Movimiento Educativo Abierto: El caso de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey. En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.). *Movimiento Educativo Abierto: Acceso, colaboración y movilización de recursos educativos abiertos* (pp. 73-85). Monterrey, México: LULU editorial digital. Recuperado de: <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/564>
- 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>
- Looney, J. W. (2009). Assessment and Innovation in Education. París, Francia: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Education Working Papers, No. 24, OECD Publishing. doi 10.1787/222814543073.

- López, A., Martel, E. y Montes, G. (2010). Recursos educativos abiertos: ¿motivadores en el aprendizaje de las matemáticas? En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.), *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa* (pp. 281-300). 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>
- Malian, I. M. y Nevin, A. I. (2005). A Framework for Understanding Assessment of Innovation in Teacher Education. *Teacher Education Quarterly*, 32(3), 7-17. Recuperado de ERIC (Document Reproduction Service No. EJ795317).
- 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. Recuperado de: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/1573/2684>
- MEN (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf.pdf)
- MEN (2010). *Plan sectorial 2010-2014*, documento número 9. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-293647\\_archivo\\_pdf\\_plansectorial.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-293647_archivo_pdf_plansectorial.pdf)
- MEN (2013). *Colombia en PISA 2012. Informe nacional de resultados. Resumen ejecutivo*. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de: [http://www2.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc\\_download/183-resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012?Itemid=](http://www2.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc_download/183-resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012?Itemid=)
- 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. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. En Gagatsis, A. y Papastavridis, S. (eds.): *3<sup>rd</sup> Mediterranean conference on mathematical education 3-5 January 2003*.

- Athens: Hellenic mathematical society, 115-124. Recuperado de: [https://www.u-cursos.cl/uchile/2005/0/ESTDIC/1/material\\_docente/objeto/60793](https://www.u-cursos.cl/uchile/2005/0/ESTDIC/1/material_docente/objeto/60793)
- 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](https://pure.au.dk/ws/files/41669781/THJ11_MN_KOM_in_english.pdf)
- OECD (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006. Programme for International Student Assessment*. doi: 10.1787/9789264026407-en.
- OECD (2007). *El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos. Programme for International Student Assessment*. doi: 10.1787/9788469180822-es.
- OECD (2010). *Learning mathematics for life a view perspective from PISA. Programme for International Student Assessment*. doi: 10.1787/9789264075009-en.
- OECD (2013). *Mathematics framework. PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. doi:10.1787/9789264190511-en.
- 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.
- OSILAC. (2004). *El estado de las estadísticas sobre la sociedad de la información en los institutos nacionales de estadística de América Latina y el Caribe*. Chile: CEPAL / ICA. Recuperado de: <http://www.itu.int/wsis/stocktaking/docs/activities/1102712635/statistics-es.pdf>
- Pulido, W. y Zambrano, J. (2010). *Uso de recursos educativos abiertos para comprender las características de las gráficas de funciones de dos variables*. En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.), *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa* (pp. 164-182). 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>
- Ramírez, M. S. (2007). *Administración de objetos de aprendizaje en educación a distancia: experiencia de colaboración interinstitucional*. En Lozano, A. y V. Burgos, (Eds.). *Tecnología educativa en un modelo de educación a distancia centrado en la persona* (pp. 351-373). México: Limusa.

- Ramírez, M. S. (2009). *Modelos y estrategias de enseñanza*. Recuperado del sitio Web temoa del ITESM en: <http://www.temoa.info/es/node/38702>
- Ramírez, M. S. (2012). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes presenciales y a distancia* [eBook]. México: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (2010). *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa*. 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>
- Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (2011). *Transformando ambientes de aprendizaje en la educación básica con recursos educativos abiertos*. 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/987654321/393>
- Ramírez, M. S. y Careaga, A. A. (2012). Recursos educativos estrictamente abiertos: el movimiento de cultura libre y acceso abierto a la información como marco de referencia para la definición de un REA. En Ramírez, M. S. y Burgos, J. V. (Eds.). *Movimiento Educativo Abierto: Acceso, colaboración y movilización de recursos educativos abiertos* (pp. 11-22). Monterrey, México: LULU editorial digital. Recuperado de: <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/564>
- 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](http://funes.uniandes.edu.co/1351/1/Rico2004Evaluacion_SEIEM_89.pdf)
- Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA*, 1(2), 47-66. Recuperado de EBSCO (Accession Number 32868938).
- Sánchez, B. (2009). *El dibujante de gráficos*, EDUTEKA. Recuperado del sitio temoa <http://www.temoa.info/es/node/49027>.
- Sapire, I. y Reed Y. (2011). Collaborative design and use of open educational resources: a case study of a mathematics teacher education project in South Africa. *Distance Education*, 32(2), 195-211. Recuperado de ERIC (Document Reproduction Service No. EJ953001).
- 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>

- Stake, R. E. (2005). *Investigación con estudio de casos*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- 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).
- Tejedor, F. J. (2007). Innovación educativa basada en la evidencia (IEBE). *Bordón. Revista de pedagogía*, 59(2-3), 475-488. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2553098.pdf>
- Thomas, G. y Pring, R. (2004). *Evidence-Based Practice in Education*. New York, USA: McGraw-Hill Education.
- Torán, F. (2012). *Misión y visión. Emprendiendo con sentido y rumbo*. Málaga, España: Ediciones Corona Borealis.
- UNESCO (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 la base de datos de la UNESCO: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/ticesp.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.
- Vargas, C. A. (2012). Innovación educativa: nuevo lenguaje del desarrollo humano [Tesis]. Recuperado de: <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/10839/471/1/Cesar%20Vargas%20Rodriguez.pdf>
- Venkatraman, D. (2007). Fooplot. Recuperado de: <http://fooplot.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>
- Zabalza, M. A. y Zabalza, M. A. (2012). *Innovación y cambio en las instituciones educativas*. Rosario, Santa Fe, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.

## Anexo 1

### Carta de consentimiento alumno

Estimado estudiante:

Usted está invitado a participar de la investigación sobre **“Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto”**, llevada a cabo por el docente Libardo Antonio Pazos Trujillo, como trabajo de investigación realizado en la Maestría en Tecnología Educativa de la Escuela de Graduados en Educación (EGE) por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

El objetivo del estudio es 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 básica que fomenten las competencia matemática de razonamiento y comunicativa en estudiantes del nivel noveno grado 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.

Me permito presentar las siguientes aclaraciones sobre su participación en esta investigación:

- Su decisión de participar es totalmente voluntaria y no tendrá implicaciones o retribuciones económicas al respecto ya que el objetivo de la misma es totalmente académico.
- Durante el avance de la investigación usted estará en completa libertad y derecho de conocer los avances de la misma previa consulta al investigador responsable.
- Los datos proporcionados en el desarrollo de la entrevista serán manejados confidencialmente y utilizados estrictamente para el presente estudio.

Su decisión de participar es totalmente voluntaria y confirmando la misma, por favor complete los siguientes datos y firme el consentimiento.

Yo \_\_\_\_\_ he aclarado cualquier inquietud en torno a esta investigación y libremente autorizo a difundir con fines educativos los resultados de los instrumentos que se apliquen.

Firmado en el Centro poblado La Jagua, Garzón Huila, Colombia en el mes de \_\_\_\_\_ del año 2014.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante



## Anexo 2

### Carta de consentimiento Institución Educativa

Por este medio, nos permitimos informar que ha sido autorizado el Ing. Libardo Antonio Pazos Trujillo, docente de la Institución Educativa Barrios Unidos sede la Jagua en el municipio de Garzón, departamento del Huila, para realizar el estudio de investigación cuyo objetivo es analizar cómo se desarrollan los atributos de innovación cuando se integran recursos educativos abiertos en los ambientes de aprendizaje de educación básica que fomenten las competencia matemática de razonamiento y comunicativa en estudiantes del grado 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. El docente está autorizado para realizar entrevistas, observaciones y registros fotográficos en la clase, como apoyo a su proyecto de investigación **“Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto”**.

Lo anterior a petición del interesado como requisito de grado para la Maestría en Tecnología Educativa de la Escuela de Graduados en Educación (EGE) del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Dado en Garzón, Huila, Colombia a los \_\_\_\_ días del mes de marzo de 2014.

**JOSÉ LIBARDO GÓMEZ ROJAS**

Rector

**MARÍA CONSTANZA TAPICHA FALLA**

Coordinadora

## Anexo 3

### Cuadro de triple entrada

**Tema de investigación:** Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto.

**Pregunta de investigación:** ¿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?

**Objetivos de recolección de datos:** 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 básica 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.

<b>Fuentes e Instrumentos</b>	<b>Alumnos</b>		<b>Profesores</b>		<b>Documentos significativos</b>	<b>Revisión de literatura</b>
	<b>Entrevista</b>	<b>Bitácora</b>	<b>Entrevista</b>	<b>Bitácora</b>	<b>Análisis de documentos significativos</b>	<b>Análisis de datos ¿En qué página está?</b>
<b>Categorías e indicadores</b>						

<b>INNOVACIÓN EDUCATIVA</b>						
<b>Fenómeno de cambio</b>						<b>14</b>
▪ <i>¿De qué manera la inclusión de las TIC fomentan un cambio en la forma de enseñanza de las matemáticas?</i>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
▪ <i>¿Por qué es necesario introducir cambios en la enseñanza de la matemática?</i>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
▪ <i>¿Qué cambios son necesarios para mejorar la enseñanza de la matemática?</i>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>Idea de lo nuevo</b>						<b>13</b>
▪ <i>¿Cómo la innovación afecta la motivación en el aula?</i>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
▪ <i>¿De qué manera un elemento novedoso en el proceso de enseñanza de la matemática motiva a mejorar?</i>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>		
▪ <i>¿De qué forma el uso de la computadora y de recursos educativos mejora el aprendizaje de las matemáticas?</i>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Proceso y acción final</b>						<b>14</b>
▪ <i>¿Por qué la innovación es importante en el desarrollo de las competencias matemáticas?</i>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
▪ <i>¿Qué problemas relacionados con los valores institucionales se pueden presentar al introducir los REA y OA en la enseñanza de la matemática?</i>			<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
▪ <i>¿Cómo se pueden evidenciar las mejoras fruto de una innovación en el aula?</i>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	

<b>Recursos educativos abiertos y objetos de aprendizaje</b>						
<b>Selección de REA y OA</b>						<b>20</b>
▪ <i>¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de aprendizaje?</i>		X	X		X	
▪ <i>¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de enseñanza?</i>		X	X	X		
▪ <i>¿Cómo el uso de REA u OA motiva a los estudiantes para afrontar el estudio y análisis de un tema nuevo?</i>	X	X	X		X	
<b>Tipos</b>						<b>21</b>
▪ <i>¿Qué tipos de REA u OA se han utilizado en la clase?</i>	X	X	X	X		
▪ <i>¿Cuáles tipos de REA y OA son apropiados para la enseñanza de la matemática en la educación básica?</i>		X	X	X		
▪ <i>¿Cómo la utilización de un determinado tipo de REA u OA influye en el aprendizaje de la matemática en la educación básica?</i>		X		X	X	
<b>Evaluación de efectividad</b>						<b>21-22</b>
▪ <i>¿De qué forma el uso de REA u OA afecta el tiempo dedicado a estudiar?</i>	X	X	X			
▪ <i>¿Cómo la utilización de un REA u OA mejora el desarrollo de la competencia matemática?</i>		X	X	X	X	
▪ <i>¿De qué manera el uso de REA y OA posibilita la mejora en la trasmisión de ideas y conceptos matemáticos?</i>		X	X	X	X	

<b>COMPETENCIA MATEMÁTICA</b> <b>Enseñanza de las matemáticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>¿Cómo ayudan las funciones matemáticas a explicar fenómenos de la cotidianidad?</i></li> <li>▪ <i>¿De qué manera apoyan los REA y OA la interpretación de problemas matemáticos?</i></li> <li>▪ <i>¿De qué forma el uso de graficadores digitales facilitan los procesos de aprendizaje de funciones matemáticas?</i></li> </ul>	X		X	X		23-26
<b>Competencia comunicativa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>¿Cómo los REA y OA ayudan a entender las propiedades de las funciones de primer y segundo grado?</i></li> <li>▪ <i>¿De qué manera los REA y OA ayudan a expresar con claridad y precisión informaciones y datos en una función de primer y segundo grado?</i></li> <li>▪ <i>¿Cómo los REA y OA facilitan la expresión y comunicación en la argumentación de la solución de funciones?</i></li> </ul>	X	X		X	X	30-31
<b>Competencia de razonamiento matemático</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>¿De qué forma el uso de REA y OA ayuda a comprender la relación entre las variables de una función lineal y su aplicabilidad en la solución de problemas matemáticos?</i></li> <li>▪ <i>¿Cómo los REA y OA facilitan la demostración de la solución de un problema matemático que involucra funciones de segundo grado?</i></li> <li>▪ <i>¿De qué manera el uso de REA y OA permite mediante la abstracción de las propiedades de la función lineal generalizar los resultados para su aplicación a otras situaciones de contexto?</i></li> </ul>		X	X		X	30-32
		X	X	X	X	
		X		X	X	

## Anexo 4

### Formato para entrevista a alumnos

Instrumento de recolección de datos para el estudio de investigación: Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto.

Ciudad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre del alumno: \_\_\_\_\_  
Sexo: M: \_\_\_ F: \_\_\_ Edad: \_\_\_ años

Estimado estudiante: La presente entrevista se ha diseñado con el fin de obtener información que permita analizar la relación que existe entre la aplicación de Recursos Educativos Abiertos (REA) u Objetos de aprendizaje (OA) en los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de las competencias matemáticas.

Innovación educativa:

- ¿De qué manera un elemento novedoso como el empleo de graficadores en el proceso de enseñanza de la matemática motiva a mejorar?
- ¿De qué forma el uso de la computadora y de recursos educativos mejora el aprendizaje de las matemáticas?

REA y OA:

- ¿Cómo el uso de REA u OA motiva a los estudiantes para afrontar el estudio y análisis de un tema nuevo?
- ¿Qué tipos de REA u OA se han utilizado en la clase?
- ¿De qué forma el uso de REA u OA afecta el tiempo que usted dedica a estudiar?

Competencia matemática:

- ¿Cómo ayudan las funciones matemáticas a explicar fenómenos de la cotidianidad?
- ¿De qué forma el uso de graficadores digitales facilitan los procesos de aprendizaje de funciones matemáticas?
- ¿Cómo los REA y OA ayudan a entender las propiedades de las funciones de primer y segundo grado?
- ¿De qué manera los REA y OA ayudan a expresar con claridad y precisión informaciones y datos en una función de primer y segundo grado?

Gracias por su colaboración.

## Anexo 5

### Formato para entrevista a docentes

Instrumento de recolección de datos para el estudio de investigación: Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto.

Ciudad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del docente: \_\_\_\_\_

Área de desempeño: \_\_\_\_\_

Tiempo de experiencia como docente: \_\_\_\_ años

Estimado docente: La presente entrevista se ha diseñado con el fin de obtener información que permita analizar procesos de innovación en el aula y la relación que existe entre la aplicación de Recursos Educativos Abiertos (REA) u Objetos de aprendizaje (OA) en los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de las competencias matemáticas.

Innovación educativa:

- ¿De qué manera la inclusión de las TIC fomentan un cambio en la forma de enseñanza de las matemáticas?
- ¿Por qué es necesario introducir cambios en la enseñanza de la matemática?
- ¿Qué cambios son necesarios para mejorar la enseñanza de la matemática?
- ¿Cómo la innovación afecta la motivación en el aula?
- ¿De qué manera un elemento novedoso en el proceso de enseñanza de la matemática motiva a mejorar?
- ¿De qué forma el uso de la computadora y de recursos educativos mejora el aprendizaje de las matemáticas?
- ¿Por qué la innovación es importante en el desarrollo de las competencias matemáticas?
- ¿Qué problemas relacionados con los valores institucionales se pueden presentar al introducir los REA y OA en la enseñanza de la matemática?
- ¿Cómo se pueden evidenciar las mejoras fruto de una innovación en el aula?

REA y OA:

- ¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de aprendizaje?
- ¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de enseñanza?
- ¿Cómo el uso de REA u OA motiva a los estudiantes para afrontar el estudio y análisis de un tema nuevo?
- ¿Qué tipos de REA u OA se han utilizado en la clase?
- ¿Cuáles tipos de REA y OA son apropiados para la enseñanza de la matemática en la educación básica?

- ¿De qué forma el uso de REA u OA afecta el tiempo dedicado a estudiar?
- ¿Cómo la utilización de un REA u OA mejora el desarrollo de la competencia matemática?
- ¿De qué manera el uso de REA y OA posibilita la mejora en la transmisión de ideas y conceptos matemáticos?

Competencia matemática:

- ¿Cómo ayudan las funciones matemáticas a explicar fenómenos de la cotidianidad?
- ¿De qué forma el uso de REA y OA ayuda a comprender la relación entre las variables de una función lineal y su aplicabilidad en la solución de problemas matemáticos?
- ¿Cómo los REA y OA facilitan la demostración de la solución de un problema matemático que involucra funciones de segundo grado?

Gracias por su colaboración.



## Anexo 6

### Formato de bitácora del docente investigador

Instrumento de recolección de datos para el estudio de investigación: Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto.

Categoría	Indicadores	Observaciones
<b>Innovación educativa</b>	<i>¿De qué manera la inclusión de las TIC fomentan un cambio en la forma de enseñanza de las matemáticas?</i>	
	<i>¿Por qué es necesario introducir cambios en la enseñanza de la matemática?</i>	
	<i>¿Qué cambios son necesarios para mejorar la enseñanza de la matemática?</i>	
	<i>¿Cómo la innovación afecta la motivación en el aula?</i>	
	<i>¿De qué manera un elemento novedoso en el proceso de enseñanza de la matemática motiva a mejorar?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de la computadora y de recursos educativos mejora el aprendizaje de las matemáticas?</i>	
	<i>¿Por qué la innovación es importante en el desarrollo de las competencias matemáticas?</i>	
	<i>¿Qué problemas relacionados con los valores institucionales se pueden presentar al introducir los REA y OA en la enseñanza de la matemática?</i>	
	<i>¿Cómo se pueden evidenciar las mejoras fruto de una innovación en el aula?</i>	

<b>REA y OA</b>	<i>¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de aprendizaje?</i>	
	<i>¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de enseñanza?</i>	
	<i>¿Qué tipos de REA u OA se han utilizado en la clase?</i>	
	<i>¿Cuáles tipos de REA y OA son apropiados para la enseñanza de la matemática en la educación básica?</i>	
	<i>¿Cómo la utilización de un determinado tipo de REA u OA influye en el aprendizaje de la matemática en la educación básica?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de REA u OA afecta el tiempo dedicado a estudiar?</i>	
	<i>¿Cómo la utilización de un REA u OA mejora el desarrollo de la competencia matemática?</i>	
	<i>¿De qué manera el uso de REA y OA posibilita la mejora en la trasmisión de ideas y conceptos matemáticos?</i>	
<b>Competencia matemática</b>	<i>¿Cómo ayudan las funciones matemáticas a explicar fenómenos de la cotidianidad?</i>	
	<i>¿De qué manera apoyan los REA y OA la interpretación de problemas matemáticos?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de graficadores digitales facilitan los procesos de aprendizaje de funciones matemáticas?</i>	
	<i>¿Cómo los REA y OA ayudan a entender las propiedades de las funciones de primer y segundo grado?</i>	
	<i>¿De qué manera los REA y OA ayudan a expresar con claridad y precisión informaciones y datos en una función de primer y segundo grado?</i>	
	<i>¿Cómo los REA y OA facilitan la expresión y comunicación en la argumentación de la solución</i>	

	<i>de funciones?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de REA y OA ayuda a comprender la relación entre las variables de una función lineal y su aplicabilidad en la solución de problemas matemáticos?</i>	
	<i>¿Cómo los REA y OA facilitan la demostración de la solución de un problema matemático que involucra funciones de segundo grado?</i>	
	<i>¿De qué manera el uso de REA y OA permite mediante la abstracción de las propiedades de la función lineal generalizar los resultados para su aplicación a otras situaciones de contexto?</i>	

## Anexo 7

### Formato de registro para el análisis de documentos significativos

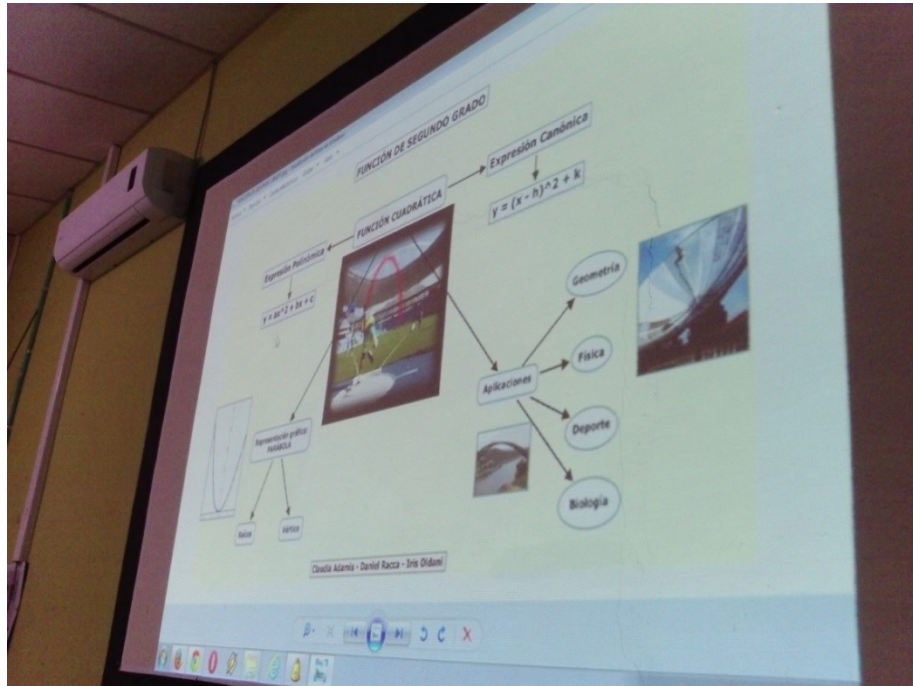
Instrumento de recolección de datos para el estudio de investigación: Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto.

Categoría	Indicadores	Análisis de tareas y trabajos presentados por los alumnos
<b>Innovación educativa</b>	<i>¿Por qué es necesario introducir cambios en la enseñanza de la matemática?</i>	
	<i>¿Cómo la innovación afecta la motivación en el aula?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de la computadora y de recursos educativos mejora el aprendizaje de las matemáticas?</i>	
	<i>¿Por qué la innovación es importante en el desarrollo de las competencias matemáticas?</i>	
	<i>¿Qué problemas relacionados con los valores institucionales se pueden presentar al introducir los REA y OA en la enseñanza de la matemática?</i>	
	<i>¿Cómo se pueden evidenciar las mejoras fruto de una innovación en el aula?</i>	
<b>REA y OA</b>	<i>¿De qué manera la selección de un REA afecta el proceso de aprendizaje?</i>	
	<i>¿Cómo el uso de REA u OA motiva a los estudiantes para afrontar el estudio y análisis de un tema nuevo?</i>	
	<i>¿Cómo la utilización de un determinado tipo de REA u OA influye en el aprendizaje de la matemática en la educación básica?</i>	
	<i>¿Cómo la utilización de un REA u OA mejora el desarrollo de la competencia matemática?</i>	
	<i>¿De qué manera el uso de REA y OA posibilita la mejora en la trasmisión de ideas y conceptos?</i>	

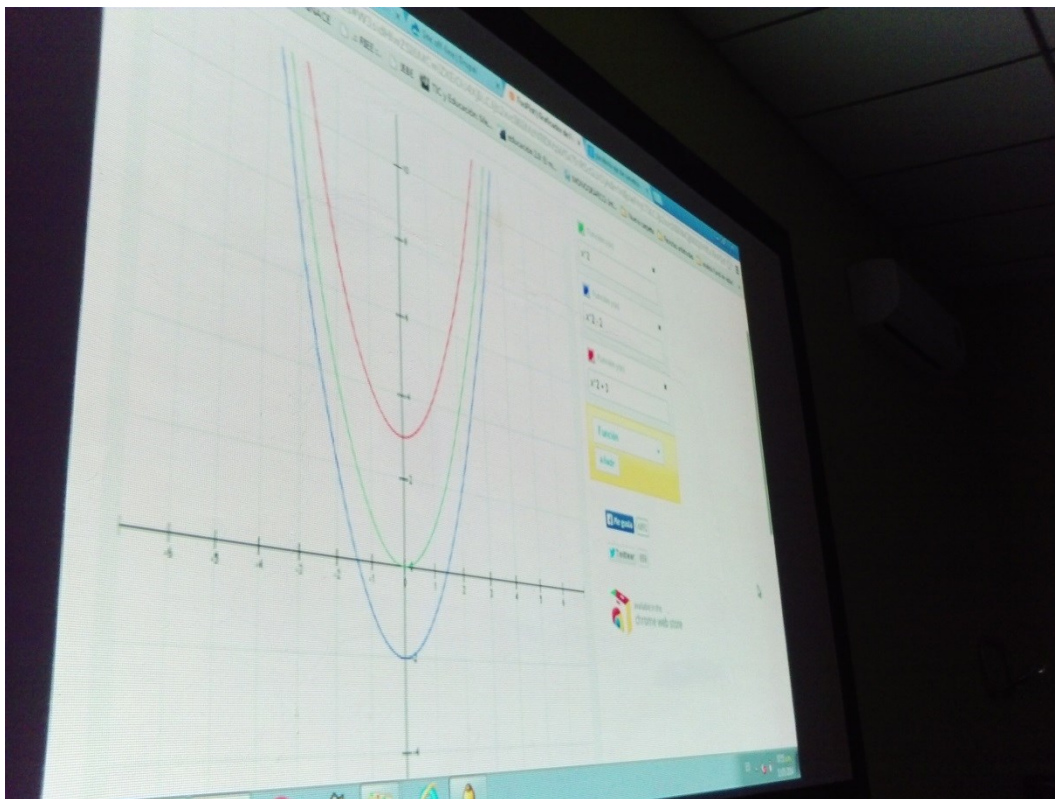
	<i>matemáticos?</i>	
<b>Competencia matemática</b>	<i>¿De qué manera apoyan los REA y OA la interpretación de problemas matemáticos?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de graficadores digitales facilitan los procesos de aprendizaje de funciones matemáticas?</i>	
	<i>¿Cómo los REA y OA ayudan a entender las propiedades de las funciones de primer y segundo grado?</i>	
	<i>¿De qué manera los REA y OA ayudan a expresar con claridad y precisión informaciones y datos en una función de primer y segundo grado?</i>	
	<i>¿Cómo los REA y OA facilitan la expresión y comunicación en la argumentación de la solución de funciones?</i>	
	<i>¿De qué forma el uso de REA y OA ayuda a comprender la relación entre las variables de una función lineal y su aplicabilidad en la solución de problemas matemáticos?</i>	
	<i>¿Cómo los REA y OA facilitan la demostración de la solución de un problema matemático que involucra funciones de segundo grado?</i>	
	<i>¿De qué manera el uso de REA y OA permite mediante la abstracción de las propiedades de la función lineal generalizar los resultados para su aplicación a otras situaciones de contexto?</i>	

## Anexo 8

### Evidencias fotográficas









## **Currículum Vitae**

Libardo Antonio Pazos Trujillo  
Correo electrónico personal: [lianpatru@hotmail.com](mailto:lianpatru@hotmail.com)  
Registro CVU 562693

Originario de Popayán, Cauca, Colombia, realizó estudios de ingeniería electrónica y de telecomunicaciones en la universidad del Cauca y de especialización en redes y servicios telemáticos.

La investigación titulada innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas en el marco del movimiento educativo abierto es la que presenta este documento para aspirar al grado de maestría en tecnología educativa y medios innovadores para la educación.

Inició su vida laboral desarrollando actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de telecomunicaciones y en el área de la informática aplicada a la gestión y capacitación de instaladores y operadores de servicios de telecomunicaciones inalámbricas. Su experiencia de trabajo ha girado en los últimos seis años en la docencia a nivel universitario y de básica secundaria orientando respectivamente cátedras concernientes a la aplicación de tecnologías web 2.0 a la educación, la contaduría y la administración de empresas y en secundaria orientando el área de matemáticas.

Sus expectativas son iniciar una especialización en desarrollo de software libre orientado al diseño de aplicaciones web para realizar aportes a repositorios de objetos de aprendizaje y recursos educativos abiertos en el ámbito latinoamericano y específicamente en el campo de simuladores y graficadores para ciencias naturales y matemáticas básicas y preuniversitarias.