



**Resolución de problemas matemáticos con apoyo de recursos  
didácticos virtuales usando un teléfono inteligente, con alumnos  
de 5° de una escuela pública rural de Colombia**

Tesis para obtener el grado de:

**Maestría en Educación con acentuación en procesos de enseñanza - aprendizaje**

Presenta:

**Ingrid Consuelo Muñoz Aldana**

Asesor tutor:

**Mtra. Jessica Marcela Donnadieu Blanco**

Asesor titular:

**Dr. Héctor Méndez**

Santiago de Cali, Colombia

Noviembre 2014

**Resolución de problemas matemáticos con apoyo de recursos  
didácticos virtuales usando un teléfono inteligente, con alumnos  
de 5° de una escuela pública rural de Colombia**

**Resumen**

Esta investigación describe el aprendizaje en resolución de problemas matemáticos que logran estudiantes de 5° de una escuela pública rural de Colombia, gracias a la intervención de la maestra investigadora quien aplica un diseño instruccional que usa un teléfono inteligente como herramienta didáctica. La metodología aplicada fue la investigación acción, utilizando como instrumentos una evaluación diagnóstica, una evaluación final, algunas fotografías de los cuadernos de los estudiantes, una puesta en común con los estudiantes y el diario de campo de la maestra. Los resultados demuestran que 20 de los 25 estudiantes que participaron, mejoraron su aprendizaje en resolución de problemas en distintos niveles que se identificaron como 4 categorías que describen las competencias desplegadas por los estudiantes para resolver los problemas matemáticos. Los desempeños de los estudiantes se explican desde teorías cognitivistas del aprendizaje matemático y la didáctica de la matemática. Se concluye que los estudiantes iniciaron con una estructura de pensamiento matemático aditivo que fue evolucionando a una estructura de pensamiento matemático multiplicativo. También se encontró que el uso del teléfono inteligente promovió la motivación en estudiantes y maestra puesto que los videos contenidos en él, ofrecía contextos significativos para desarrollar las

competencias en resolución de problemas. Dadas las limitaciones de este estudio en cuanto al alcance de sus resultados, se recomienda seguir explorando el tema del aprendizaje móvil como opción didáctica para superar las dificultades de conectividad que enfrentan las instituciones educativas rurales colombianas. Así mismo se recomienda la indispensable formación docente que promueva prácticas de enseñanza de las matemáticas modernizadas con la tecnología móvil.

## Índice

<b>Capítulo 1: Planteamiento del problema</b> .....	1
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Definición del problema.....	5
1.3. Objetivo general .....	6
1.3.1. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación.....	7
1.5. Delimitación del estudio .....	9
1.6. Definición de términos .....	11
<b>Capítulo 2. Marco teórico.</b> .....	14
2.1. Aprendizaje de las matemáticas en la infancia. ....	14
2.1.1. El aprendiz de matemáticas.....	16
2.1.2. Modelos para la enseñanza de las matemáticas en educación primaria. ....	18
2.2. Políticas públicas en educación primaria: la enseñanza de las matemáticas.....	21
2.3. Políticas públicas en educación primaria: TICs en el currículo de matemáticas. ....	29
2. 4. Las matemáticas y las TICs.: Investigaciones empíricas. ....	33
2.4.1. Desarrollo de Habilidades Neurocognoscitivas en Ambientes Lúdicos, Creativos, Colaborativos e Interactivos.....	33
2.4.2. La gestión del profesor desde la perspectiva de la mediación instrumental... ..	35
2.4.3. Nivel de abstracción de los problemas aritméticos en alumnos urbanos y rurales. ....	36
2.4.4. Implementación de las nuevas herramientas tecnológicas en la educación matemática en grado 5° de educación básica .....	37
2.4.5. Las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación en cuatro países latinoamericanos .....	39
2.4.6. Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. ....	40
2.4.7. Edumóvil: incorporando la tecnología móvil en la educación primaria.....	41
2.4.8. El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos.....	42

2.4.9. Utilización de tecnologías móviles para el acceso a experiencias de pares de comunidades virtuales de aprendizaje. ....	43
2.5. El uso de recursos tecnológicos móviles para el aprendizaje. ....	43
<b>Capítulo 3: Metodología</b> .....	51
3.1. El método cualitativo. ....	51
3.2. Contexto .....	56
3.3. Población y muestra .....	57
3.5. Instrumentos .....	59
3.5.1 Evaluación diagnóstica de solución de problemas matemáticos .....	60
3.5.2. Evaluación final del proceso .....	60
3.5.3. Puesta en común .....	60
3.5.4. Cuadernos de los estudiantes .....	61
3.5.5. Diario de clase de la maestra .....	61
3.6. Procedimiento .....	62
3.7. Análisis de los resultados .....	63
3.8 Aspectos éticos .....	64
<b>Capítulo 4: Resultados</b> .....	66
4.1. Presentación de resultados .....	67
4.1.1. Producciones de los estudiantes. ....	67
4.1.2. Puesta en común .....	68
4.1.3. Observaciones anotadas en el diario de campo de la maestra. ....	70
4.2. Análisis de los datos .....	71
4.2.1. Comprensión del enunciado del problema. ....	73
4.2.2. Estrategia de solución del problema .....	76
4.2.3. Precisión en la solución de problemas .....	80
4.2.4. Planteamiento de problemas .....	82
4.2.5. Motivación hacia el aprendizaje .....	86
<b>Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones</b> .....	90
5.1. Conclusiones .....	91
5.1.1. Conclusiones respecto a los objetivos planteados y la pregunta de investigación .....	91
5.1.2. Apreciación crítica de la investigación .....	97

5.1.3. Futuras investigaciones. ....	101
5.2. Recomendaciones.....	102
<b>Referencias</b> .....	106
<b>Apéndices</b> .....	111
Apéndice A: Evaluación diagnóstica .....	111
Apéndice B: Evaluación Final .....	112
Apéndice C: Puesta en común,.....	113
Apéndice D: Fotografías de los cuadernos de los estudiantes. ....	117
Apéndice E: Diarios de campo de la maestra.....	121
Apéndice F: Carta de consentimiento de la Institución Educativa .....	123
Apéndice G: Carta de consentimiento del proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil... ..	124
Apéndice H: Plan de clase 1.....	127
Apéndice I: Plan de clase 2 .....	132
Apéndice J: Plan de clase 3.....	136
Apéndice K: Respuestas de los estudiantes a la prueba diagnóstica.....	141
Apéndice L: Respuestas de los estudiantes a la prueba final .....	142
Apéndice M: Tabla de los desempeños de los estudiantes en el problema 1.....	143
Apéndice N: Tabla de los desempeños de los estudiantes en el problema 2. ....	145
Apéndice Ñ: Tabla de desempeños de los estudiantes en el problema 3. ....	147
<b>Currículum Vitae</b> .....	149

## Capítulo 1: Planteamiento del problema

La presente investigación parte de una gran cantidad de preguntas que la docente investigadora se hace respecto a su experiencia en la implementación de un diseño instruccional innovador para sus clases de matemáticas en grado 5° de primaria de una escuela rural. En el campo de la investigación educativa se ha brindado una metodología adecuada para organizar estas preguntas de tal forma que puedan guiar el proceso investigativo y al mismo tiempo se les pueda dar respuesta de manera lógica y organizada. Es así como se inicia con el apartado *definición del problema*, que básicamente responde a la pregunta “el ¿qué? de la investigación”.

Para responder esta pregunta se presentan los *antecedentes* relacionados con la inclusión de Tecnologías de la información y de la comunicación (TICs.) en las políticas públicas para mejorar la calidad de la educación en el contexto local donde se realiza este estudio. A continuación se presenta el *problema* como tal de forma detallada y se numeran los *objetivos* que pretenden alcanzar con el desarrollo de la investigación. Seguidamente se desarrollan las razones por las cuales se considera necesario llevar a cabo este estudio en el subapartado *justificación*, así como también se hace una *delimitación del problema* en cual se describe el contexto educativo, los alcances y las limitaciones del problema de investigación planteado.

Finalmente se presenta una lista de los términos más usados en este capítulo con sus respectivas definiciones contextualizadas en las disciplinas y enfoques teóricos desde donde se analiza la problemática educativa, esperando con ello guiar la interpretación del lector.

## **1.1. Antecedentes**

El gobierno de Colombia viene haciendo mejoras a la calidad del servicio educativo; se han hecho múltiples esfuerzos en cuanto a formación de docentes, ampliación de cobertura, proyectos de inclusión, mejoramiento de infraestructura y no podía faltar la inclusión de tecnologías de la información y comunicación (TICs) (MinEducación, 2012). En este sentido se esperaría que los procesos pedagógicos fueran impactados a tal punto de alcanzar mejoras en los resultados de pruebas SABER, instrumento de medición de la educación a nivel nacional, y pruebas PISA, instrumento de medición de la educación a nivel internacional; pruebas en las que se ha obtenido bajos niveles en las áreas básicas del conocimiento: lenguaje, matemáticas, ciencias y competencias ciudadanas. Por ejemplo, en 2013 alarmaron los resultados de la prueba PISA 2012 para Colombia en relación con el resto de países de Latinoamérica, en general se destaca que ocupó los últimos lugares en las competencias evaluadas (Redacción Vivir, 2013).

El Ministerio de TICs ( MinTic), creado sólo hasta el 2009 según el decreto 1341 (MinTic, 2014), también viene aportando a la solución de este problema, la función de este ministerio es “incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional en las TICs y a sus beneficios” (MinTics, 2014), con esta gestión se han logrado considerables avances que están haciendo que las ciudades de Colombia se vayan modernizando paulatinamente. Es pertinente mencionar dos de estos logros publicados en página web institucional del ministerio en mención (2014):

- El 64% de los hogares de ciudades de más de 200 mil habitantes están conectados a internet.



- 8 de cada 10 colombianos acceden a internet en ciudades de más de 200 mil habitantes y un promedio de edad entre 15 y 55 años de edad.

Como se observa, los esfuerzos están orientados a las ciudades más pobladas de Colombia; la ciudad de Cali por ejemplo, está implementando el proyecto tit@ y continuando con la ejecución del proyecto *computadores para educar* iniciado en 2001, en materia de educación en TICs. En lo indagado hasta el momento no se encuentran estudios sobre conectividad e implementación de TICs en zonas rurales aunque es posible que ya se esté iniciando.

En 2012 se ofrece a algunas instituciones educativas de la zona rural de Cali participar en un proyecto piloto denominado Raíces de aprendizaje móvil (RAM), el cual ya funcionaba en otras zonas rurales de Colombia, Chile, Filipinas, Tanzania, Nigeria, Kenya e India (RAM, 2013). El objetivo principal de esta iniciativa es llegar a lugares donde no se tiene acceso a internet y/o computadores para uso pedagógico, de tal forma que permita a los docentes mejorar la práctica educativa través del uso de un teléfono inteligente que se puede conectar a un televisor o video beam. Desde el teléfono se accede a contenidos digitales de las áreas de matemáticas y ciencias naturales, previamente seleccionados y evaluados por los profesionales que trabajan para el proyecto. Además del teléfono, RAM ofrece a los docentes participantes los planes de clase de los grados cuarto y quinto de educación primaria en las áreas mencionadas así como formación permanente para la implementación del modelo instruccional brindado.

En la práctica de este modelo en una escuela pública rural y para el presente estudio, se ha seleccionado la asignatura de matemáticas para indagar sobre el impacto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes de grado 5° de educación primaria. Esta selección

está dada por la conocida problemática y el reto permanente para los docentes respecto a su enseñanza; a pesar de múltiples investigaciones siguen siendo motivo de constante indagación debido a, tal como lo señala Nikerson (1994), la fragilidad que sufren las estrategias de enseñanza cuando se adaptan a diferentes contextos.

En este caso el modelo instruccional propuesto por RAM se adapta a la zona rural de Cali donde ya se venían implementando otras técnicas y modelos educativos como el de Escuela Nueva (propuesto por Vicky Colbert y otros a mediados de los setenta), Aceleración del Aprendizaje, el método CAFAM (de capacitación en primaria y para adultos), y el programa Todos a Aprender (política educativa del reciente gobierno); con niveles de aprendizaje todavía bajos en la mayoría de los casos.

Más allá de resultados para pruebas estandarizadas, lo que se busca es que los estudiantes de la zona rural también gocen de formación de calidad, reconociendo que “el aprendizaje de las matemáticas no es una cuestión relacionada únicamente con aspectos cognitivos, sino que involucra factores de orden afectivo y social, vinculados con contextos de aprendizaje particulares.” (MEN, 2006, p. 47). Se busca que además los conocimientos y competencias en matemáticas sirvan a los estudiantes para comprender su entorno e intervenir en él de forma razonada. En Colombia, según el MEN (2006), un estudiante de 5° en escuela rural, al igual que en la urbana, al menos debe poder resolver y formular problemas matemáticos cuya estrategia de solución requiera de las propiedades de los números naturales y sus operaciones.

Los primeros ejercicios de revisión bibliográfica indican que ha sido poco estudiado el impacto del uso de teléfonos inteligentes para apoyar el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. Poder avanzar en este campo de la investigación puede

ayudar a determinar las formas más eficaces de la política pública y privada para hacer el mejor uso de este recurso en el aprendizaje de las matemáticas para niños.

## **1.2. Definición del problema**

La zona rural de Colombia está organizada política y administrativamente a través de corregimientos y veredas. Según el art. 318 de Constitución Política de Colombia de 1991, estos son parte del territorio municipal y depende administrativamente de él. El corregimiento La Buitrera depende administrativamente de la alcaldía de la ciudad de Cali, tiene aproximadamente 12.000 habitantes, con una población escolar aproximada de 2.300 niños.

Para López (2007), la pobreza rural en Colombia ha llegado a ser hasta del 70% más que la pobreza urbana, en la Buitrera esto es evidente: gran parte de sus pobladores parecen recibir un salario mínimo legal vigente o menos (300 USD/ mes), ofrecen sus servicios laborales en la economía informal donde se carece de cumplimiento de las condiciones contractuales laborales del régimen colombiano, son contratados de manera inestable o por periodos cortos de tiempo, algunas familias suelen relocalizarse en otros corregimientos del país motivados por otras oportunidades laborales. La población en general y los menores carecen de un adecuado servicio de salud razón por la cual padecen enfermedades posibles de tratar y curar.

El grupo de estudiantes de 5° de la escuela José María García de Toledo es de 13 niños y 12 niñas, 2 de ellos con necesidades educativas especiales. No son pocos los beneficios sociales, económicos y educativos de conocer con mayor certeza la forma en que impacta el uso del teléfono inteligente en el aprendizaje de las matemáticas de estos

estudiantes. De lograrse esto se podría intervenir con mayor cobertura y mayor eficacia uno de los campos más importantes de desarrollo de las competencias de los infantes para la educación secundaria y universitaria. De tener éxito esta propuesta la inclusión social para la disminución de la pobreza habrían sido logradas gracias al uso de TICs en los aprendizajes matemáticos de los niños.

Con base en los antecedentes anteriores se considera pertinente realizar estudios que aporten a la calidad de la educación rural y a la equidad social a través de estrategias innovadoras que incluyan el uso TICs en el aula, es así como se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se construye el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos usando recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente en una clase de 5° de una escuela pública rural de Colombia?

### **1.3. Objetivo general**

Caracterizar la construcción del aprendizaje de resolución de problemas matemáticos con apoyo de recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente en una clase de 5° de primaria en una escuela pública rural de Colombia.

#### **1.3.1. Objetivos específicos.**

- Comparar el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos antes de usar un diseño instruccional que usa un teléfono inteligente y después de su aplicación a estudiantes de 5° de primaria de una escuela rural de Colombia.
- Evaluar la pertinencia de un diseño instruccional que usa un teléfono inteligente para enseñar a resolver problemas matemáticos a niños de 5° de primaria.

- Identificar los aportes que puede hacer un teléfono inteligente cuando se usa como herramienta didáctica para enseñar a resolver problemas matemáticos.

#### **1.4. Justificación**

Este estudio se realiza en una de las sedes de la Institución Educativa La Buitrera donde se ofrecen servicios a nivel de transición, básica y media. Llama la atención que en esta escuela los docentes enseñan bajo las orientaciones de varios modelos educativos flexibles que se complementan en algunos casos, en otros casos se hace énfasis en uno sólo dependiendo del nivel escolar y/o de la preferencia del docente; es así como en los primeros cinco años de educación media sobresale el modelo de Escuela Nueva, en los años siguientes se utilizan estrategias de educación tradicional combinadas con las de Escuela Nueva y se maneja un aula de apoyo llamada Aceleración del Aprendizaje que atiende a los estudiantes que pasan la edad para estar en aulas regulares de primaria; el proyecto RAM se está implementando como piloto por un periodo de dos años.

Ante este panorama, parecido al de muchas escuela rurales de Colombia, es lamentable que hasta el momento no haya evidencia precisa de los efectos que dichos modelos surten en el aprendizaje de los estudiantes o de su pertinencia para la población rural; los únicos datos que se acercan a esta intención cada año, son los arrojados por las pruebas estandarizadas SABER, pero estos no son muy confiables porque generaliza su evaluación para la población urbana y rural, donde la zona rural siempre obtiene resultados bajos.

Es aquí donde radica la importancia de esta investigación, donde se plantea un acercamiento a una de las dinámicas educativas mencionadas pero desde un método

distinto al estadístico. La investigación acción, por ser un paradigma de investigación de carácter cualitativo puede detallar mejor los desempeños de los estudiantes y las variables que los afectan (González & Flores F., 2012); así que los beneficios repercuten directamente en los docentes, quienes podrían ser más conscientes de sus prácticas, y en los estudiantes quienes tendrían mejores formas de acercarse al conocimiento matemático, siendo reconocidos sus propios procesos de aprendizaje.

Precisando un poco más, es importante que la academia llegue a esta escuela con una mirada objetiva, evaluando, describiendo, comparando y demostrando la eficacia de uno de un diseño instruccional para el aprendizaje las matemáticas en grado 5° que utiliza tecnología móvil como herramienta didáctica, de tal forma que con los resultados se puedan tomar decisiones más certeras para mejorar y/o potencializar esta práctica en beneficio de los estudiantes, especialmente para su formación en competencias de resolución de problemas matemáticos. Este sería uno de los tantos esfuerzos para aportar a los procesos de inclusión social, dignificación de las labores campesinas y preservación del ambiente (parte de La Buitrera se considera reserva natural).

Por otro lado, esta investigación tiene importancia para la comunidad académica por la revisión teórica que se presenta sobre prácticas educativas innovadoras que usan TICs y en particular los teléfonos inteligentes como herramientas didácticas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, tema que cada día requiere más atención por parte de docentes y estudiantes interesados en rodear su mundo de virtualidad para sentirlo y vivirlo de manera significativo. Se considera que el énfasis está puesto en cómo la escuela evoluciona paralelamente con la sociedad y en

especial en cómo se apropia de los avances tecnológicos para mejorar su labor (Romero J. L., 2006).

Finalmente, vale la pena reconocer que un punto álgido en esta investigación es la indagación y reflexión en torno a los modelos educativos que se consideran pertinentes para la población rural y el papel que juegan las TICs en esos modelos. Si la orientación mundial es hacia la preservación del medio ambiente se hace indispensable pensar cómo educar a los pobladores cercanos a reservas naturales, a los habitantes y trabajadores del campo y a quienes habitan a sus alrededores; teniendo siempre presente el impacto que puede llegar a tener en estas personas la educación que se les brinde.

### **1.5. Delimitación del estudio**

La presente investigación educativa tiene como contexto La Buitrera, sector rural de Cali - Colombia. En general este sector presenta varias problemáticas de orden social, un elevado número de familias descompuestas y/o disfuncionales; por otro lado están las dificultades de acceso, dada la calidad de sus vías; la pobreza generalizada y es evidente la poca inversión del Estado en este lugar.

La viabilidad de esta investigación se debe reconocer en que desde el principio se parte de un problema real, que tiene en acción permanente a sus actores y que se cuenta con el acceso inmediato para acercarse a la realidad objeto de estudio, en este caso a un grupo de 25 estudiantes (con la respectiva autorización de sus acudientes legales para tomar registros y recolectar los datos necesarios), una docente investigadora, una Institución educativa rural en la que se permite la investigación (una de las sedes de la

Institución Educativa La Buitrera) y un año lectivo disponible para llevar a cabo un proceso investigativo completo.

La realidad educativa que se investiga corresponde solamente a las clases de resolución de problemas matemáticos, cuya solución implica la aplicación de operaciones de suma, resta, multiplicación y división de números naturales, siguiendo un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente como herramienta didáctica.

Aunque el estudio se desarrolla en el transcurso de un año lectivo, se dedican sólo seis sesiones para recolección de datos los cuales se analizan siguiendo el método de investigación – acción, donde son interpretados para describir dicha realidad educativa particular y evaluar su pertinencia en el contexto social. Se espera que este método de investigación y/o sus resultados se puedan tomar como modelo en otras instituciones donde se desarrollan las clases RAM o para cualquier docente que use un teléfono inteligente en sus clases, aunque se requiera de algunas modificaciones de acuerdo con las competencias que se pretendan desarrollar en los estudiantes.

Sin embargo, este estudio no pretende generalizar respecto al uso de teléfonos inteligentes en el aula, ni a un modelo instruccional que pueda ser aplicado a todas las asignaturas del currículo escolar, ni siquiera al aprendizaje de todas las matemáticas. Toda vez que se utilice este estudio como guía de investigación será necesario hacer las adaptaciones pertinentes de acuerdo al contexto educativo.

Del mismo modo, los resultados de este estudio no se deben interpretar como una generalidad para toda la población del grado 5° de primaria ya que cada grupo tiene sus propias dinámicas tanto explícitas como implícitas, cada grupo está compuesto por



estudiantes con variedad de contextos sociales y con niveles de aprendizaje distintos; estos resultados corresponden a la interacción del grupo seleccionado con la maestra – investigadora en particular, interacción que tiene sus propias peculiaridades y que desde todo punto de vista varía frente a cualquier otro grupo con características similares.

Precisamente el método de investigación acción es útil para develar estas características particulares de cada grupo puesto que no pretende generalizar, sino describir para interpretar. Estudios como este son necesarios en las prácticas educativas para que sus actores sean conscientes de ellas y hagan las mejoras que se requieran.

En resumen, en este capítulo se presenta de forma detallada un problema educativo que surge de la práctica de una docente de grado 5° de primaria en sus clases de matemáticas en una escuela rural de Cali – Colombia. Este problema se considera importante porque enriquece la discusión profesional respecto a la inclusión de tecnología móvil en la educación matemática para mejorar los aprendizajes de los estudiantes, a la vez que se reflexiona sobre las necesidades educativas de la población rural.

## **1.6. Definición de términos**

- **Teléfono inteligente:** estos aparatos presentan características convencionales y novedosas que no traen incorporados los celulares comunes del mercado tecnológico. Permiten la descarga e instalación de programas o software con diferentes aplicaciones móviles. Entre sus características se hallan, conectividad a internet, Wi-Fi, reconocimiento de voz, pantalla táctil, cámaras fotográficas y de vídeos con alta resolución y calidad, alta capacidad de memoria de

almacenamiento, lectura de documentos en PDF y Microsoft Office.

(Corporación Colombia Digital, 2014).

- **Educación rural:** prácticas de enseñanza y aprendizaje diseñadas para la población rural con objetivos como: que los niños campesinos entren a tiempo y en condiciones de equidad al sistema educativo; que los jóvenes de zonas rurales de alta dispersión puedan terminar la educación media sin tener que abandonar el campo y que los jóvenes campesinos puedan cursar educación superior y formarse para el trabajo y vivir en el campo mejor que sus padres.  
(Colombiaaprende, 2014).
- **Resolución de problemas matemáticos:** proceso presente en todas las actividades curriculares de matemáticas que proporcionan el contexto inmediato en donde el qué hacer matemático cobra sentido. (MEN. 2006)
- **Diseño instruccional:** supone una planificación instruccional sistemática que incluye la valoración de necesidades, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas. (Belloch, 2014).
- **Educación primaria:** Programas concebidos generalmente sobre la base de una unidad o un proyecto que tiene por objeto proporcionar a los alumnos una sólida educación básica en lectura, escritura y matemáticas, así como conocimientos elementales en materias como historia, geografía, ciencias exactas y naturales, ciencias sociales, artes plásticas y música. (UNESCO, 2011).

- **Herramienta didáctica:** Son todos los recursos, (materiales, humanos y sociales) que permiten al educador facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje, en su actividad docente. (Diccionario de psicopedagogía, 2014).

## **Capítulo 2. Marco teórico.**

En este apartado se presentan los referentes conceptuales que contextualizan esta investigación, de tal forma que sea posible una interpretación rigurosa de resultados obtenidos. Inicialmente se plantean las bases del aprendizaje de las matemáticas desde la psicología cognitiva con sus consecuentes repercusiones en las teorías didácticas; luego se presentan las políticas educativas colombianas que rigen los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, particularmente en la educación rural; a continuación se expone la selección de investigaciones que ilustran, desde diferentes perspectivas, la relación de las TICs. con las matemáticas y finalmente, se hace un recorrido por lo que hasta ahora se conoce como tecnología móvil, sus características, usos y potencialidades para la usarla como herramienta educativa.

### **2.1. Aprendizaje de las matemáticas en la infancia.**

Las explicaciones modernas sobre el aprendizaje de los objetos matemáticos por parte de los niños se han abordado principalmente desde las teorías de la psicología cognitiva donde se busca explicar cómo ocurren los diferentes tipos de aprendizaje humano: resolver problemas, aprender conceptos, percibir y recordar información y otros procesos mentales complejos (Omrod, Escudero, & Olmos, 2005).

Para este estudio se parte de la teoría evolutiva de Jean Piaget, quien desde 1928 propuso un método clínico para observar la forma como los niños desarrollan el lenguaje, el juicio moral, el razonamiento lógico y los conceptos del número, espacio y tiempo. Como resultado de este método dedujo que el conocimiento puede describirse en

términos de estructuras cognitivas (operaciones) que van cambiando con el desarrollo del ser humano, estas estructuras están formadas por esquemas que se van consolidando o modificando gracias a las experiencias vividas, es decir, en interacción con el entorno físico y social; lo cual significa que el conocimiento se va construyendo a través de los procesos de asimilación y acomodación de los esquemas. Es así como Piaget delimita cuatro etapas del desarrollo del ser humano para adquirir conocimientos sobre el mundo: sensoriomotora, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales (Omrod, Escudero, & Olmos, 2005). A partir de estos postulados se desarrolló una línea de investigación que todavía aporta y aclara cuestiones sobre la construcción del conocimiento.

Paralelamente al trabajo de Piaget, Lev Vygotsky formuló su teoría evolutiva desde una perspectiva sociocultural. A partir de 1920 desarrolló varios estudios sobre el pensamiento infantil de los cuales dedujo que, si bien el niño construye el conocimiento, esto ocurre porque están inmersos en una cultura y son los adultos quienes promueven el aprendizaje de una manera intencional y sistemática a través del andamiaje; que no es más que la guía de los más competentes para que el niño internalice un proceso mental que está dentro de su zona de desarrollo próximo (procesos cognitivos posibles de alcanzar). Para Vigotsky (1979), los procesos mentales superiores inician en la interacción social, se van interiorizando hasta que se logran realizar de forma autónoma. Aunque sus trabajos estuvieron enfocados en el lenguaje y su importancia para la construcción de conocimiento, sus postulados son tenidos en cuenta hoy por hoy en todos los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Con base en las dos teorías anteriores, que en gran medida se complementan, se han realizado variedad de investigaciones, unas enfocadas en el aprendiz o el aprendizaje, otras centradas en el que enseña o docente y otras en el contexto de enseñanza – aprendizaje. De estas tres vertientes se alimenta el enfoque de aprendizaje de las matemáticas que aquí se presenta donde se convoca a autores como David Ausubel y su teoría del aprendizaje significativo, Tina Blythe y su teoría de enseñanza para la comprensión, Guy Brousseau y su teoría de las situaciones didácticas, entre otros investigadores latinoamericanos contemporáneos.

**2.1.1. El aprendiz de matemáticas.** Ya se asume entonces que es el niño quien va construyendo el conocimiento matemático, pero ¿Cómo lo hace? La respuesta a esta pregunta se presenta teniendo en cuenta sus etapas de desarrollo, es decir desde los primeros acercamientos a las propiedades matemáticas de la realidad, hasta las abstracciones que logran elaborar de acuerdo con el contexto y oportunidades de aprendizaje.

De acuerdo con Boule (1995), los niños empiezan a organizar su mundo motivados por el juego, las situaciones reales y familiares; manipula libremente los materiales que tiene a su disposición descubriendo sus propiedades, haciendo hipótesis sobre sus limitaciones, posibilidades y cantidades (a partir de regularidades), empiezan a formar esquemas que no se acumulan sino que se van delimitando y reorganizando de forma cada vez más complejas; así que el conocimiento no lo construyen una sola vez, sino que se da de manera cíclica y en espiral.

Todo lo anterior está dado en y por el lenguaje y a medida que este se va desarrollando, los niños van acercándose a elementos representacionales los cuales intervienen en el momento en que los objetos están ausentes o la acción fraccionada. Es a partir de este momento en que empieza la construcción del número (pensamiento numérico): primero como secuencia verbal, es decir, el orden de los números; luego como etiqueta, donde cada número corresponde a un objeto y lo determina; más tarde como cantidad, donde el número que termina en un conteo indica la totalidad de objetos (cardinalidad) y finalmente como medida y orden, donde se encuentran las representaciones más completas del concepto del número (Secretaría de Educación para la cultura de Antioquia, 2006).

Cuando los niños tienen bien estructurado el proceso descrito anteriormente se dice que tiene las bases para iniciar el aprendizaje de las operaciones básicas, comenzando con las de estructura aditiva que consiste en componer partes para formar un todo e inversamente, descomponer un todo en partes de diferentes formas, estos son los razonamientos indispensables para los conceptos de suma y resta que luego se complejizan con las estructuras multiplicativas para desarrollar los procesos formales de multiplicación y división. Es necesario un constante acercamiento a contextos numéricos y situaciones retadoras, para que los niños vayan llegando a estructuras de pensamiento matemático multiplicativas cada vez más formales.

Finalmente vale la pena mencionar que los estudiantes empiezan a encontrar obstáculos en los razonamientos ya descritos cuando el contexto de enseñanza no les permiten reorganizar y relacionar esquemas configurados con los que va adquiriendo,

máxime, de acuerdo con Socas (2011), que se van encontrando con niveles de abstracción cada vez mayores, dada la naturaleza de los signos matemáticos; como consecuencia empiezan a experimentar actitudes afectivas y emocionales negativas hacia este campo del conocimiento que aumentan poco a poco la carencia de sentido para la aplicabilidad del mismo.

### **2.1.2. Modelos para la enseñanza de las matemáticas en educación primaria.**

Los contextos para enseñar actualmente dan por sentado los postulados de la psicología cognitiva e intentan dar respuesta a la forma de intervenir como profesionales en la construcción de los aprendizajes de los estudiantes, de tal forma que las estrategias utilizadas sean más efectivas. Desde los años sesenta Ausubel planteó la teoría del *aprendizaje significativo* que consiste en el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de la persona que aprende (Ausubel, 1976). De ahí la necesidad de identificar los conocimientos previos del estudiante para ayudarlo a relacionarlos con la nueva información, en campos como las matemáticas, no sólo se requiere verificar conocimientos previos sino también niveles de desarrollo o madurez para acceder a categorías abstractas y verificar constantemente los procedimientos y las comprensiones de estos procedimientos.

Más adelante Tina Blythe y colaboradores propusieron la *enseñanza para la comprensión*, teoría en la que se propone que hay una diferencia entre saber y comprender. Esta última se refiere a “la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar, generalizar, dar



ejemplos, analogías y volver a presentar el tópico de otra manera” (Blythe, 1999, pág. 39), es un proceso continuo que requiere tareas intelectualmente estimulantes que se realicen de un modo reflexivo y retroalimentado adecuadamente. Es así como a partir de tópicos generativos que pueden ser temas, problemas de la vida real o proyectos para desarrollar interdisciplinariamente, se establecen una metas de aprendizaje que se derivan en desempeños de comprensión que, a su vez, permite la evaluación continua de la comprensión. Estos postulados han sido de los más apreciados por los docentes puesto que ofrece una teoría con ejemplos prácticos aterrizados a las vivencias cotidianas educativas, para la enseñanza de las matemáticas se constituye en un marco de referencia importante que ha dado origen a varias estrategias didácticas a partir de resolución de problemas.

Para finalizar los referentes conceptuales pedagógicos de este estudio, es pertinente resaltar los aportes de Guy Brousseau en su *Teoría sobre de las situaciones didácticas* que se relacionan directamente con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y los de Luc Trouche en su teoría de *Orquestación Instrumental* donde introduce las TICs. a las situaciones didácticas. Para Brousseau, en las situaciones didácticas se da una “construcción que permite comprender las interacciones sociales entre alumnos, docentes, y saberes matemáticos que se dan en una clase y condicionan lo que los alumnos aprenden y cómo lo aprenden” (Brousseau, *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*, 2007, pág. 12). Para Perrin (2009), la teoría de las situaciones didácticas es importante para los maestros, puesto que a partir de una observación de clase se puede constituir una situación didáctica reconociendo:

- La intención didáctica del profesor.
- El medio material potencial: el o los problemas a resolver.
- El conocimiento previo de los alumnos para interpretar y retroalimentar los desempeños de los estudiantes.

Trouche parte de esta definición de la didáctica y aclara que las evoluciones tecnológicas llevan a evoluciones de los acercamientos didácticos, para ello propone tres niveles de configuración que dan origen a la *Orquestación Instrumental*:

configuraciones internas de los artefactos (software, hardware), configuraciones de los artefactos en el aula (espacios, tiempos, usos de los artefactos en relación con el problema, fases de resolución, objetivos, etc.) y configuraciones reflexivas (estrategias de evaluación de la orquestación) (Trouche, 2009). Uno de los aportes de esta teoría es que establece la diferencia entre artefacto e instrumento: el artefacto se convierte en instrumento cuando el sujeto (docente o estudiante) reconoce sus propiedades para lograr determinado aprendizaje.

Con este marco didáctico se contextualiza y analiza esta investigación teniendo en cuenta que la teorización presentada es pertinente para demostrar la eficacia o no del uso de un celular como mediador del aprendizaje para la resolución de problemas. Entendiendo por problema una “condición determinada por una entidad matemática” (Gallego, 2009), que puesta al servicio de la construcción del conocimiento matemático adquiere connotaciones de situaciones en las que los estudiantes identifican, seleccionan y usan estrategias pertinentes para obtener soluciones válidas en el contexto matemático.

En esta medida, lo que se busca en el estudiante son los desempeños, las estrategias seleccionadas para identificar su desarrollo cognitivo respecto al conocimiento matemático.

## **2.2. Políticas públicas en educación primaria: la enseñanza de las matemáticas.**

En 1994 el gobierno nacional expide la 115, *Ley General de Educación*, donde se establece la autonomía para que cada institución educativa del país desarrolle su propio proyecto educativo teniendo en cuenta las características y necesidades de la comunidad a la que atiende y siguiendo los lineamientos que estableciera Mineducación (Ley 115, 1994). Esto fue recibido por la comunidad académica como un avance en las políticas educativas pero surgió incertidumbre por la inconsistencia entre dicha autonomía para enseñar pero cuestionada en la evaluación a estudiantes mediante pruebas homogéneas, olvidando que se aplicaban a poblaciones heterogéneas.

Posteriormente, en 1996 se expide la resolución 2343 *Logros e indicadores de logros curriculares* cuyo aporte era contribuir a la reflexión sobre la necesidad de un cambio profundo en propósitos, mentalidad, actitudes y procedimientos de las prácticas educativas. Los docentes esperaban un listado de indicadores para ser asumidos y evaluar a sus estudiantes; sin embargo en este documento se presentó una conceptualización y fundamentación sobre evaluación y el sentido de la educación al que le estaba apuntando el Estado, se aclaró entonces que el objetivo era que *los indicadores de logros curriculares* se usaran como medio (no como fin) para constatar,

estimar, valorar, autorregular y controlar los resultados del proceso educativo (Ley 2343, 1996).

A partir de entonces se iniciaron los estudios, discusiones y diseño de lineamientos más precisos desde las escuelas e institutos de pedagogía de diferentes universidades del país, como resultado de ello, Mineducación y las universidades por su parte, han diseñado y publicado abundante bibliografía con la que se regula, se guía y se intenta formar maestros para que su trabajo coincida con el ideal que plantean en la Ley General de Educación. Es así como actualmente se cuenta con variedad de guías para la enseñanza de las distintas áreas del conocimiento que están enfocadas, desde lo teórico, en el desarrollo de competencias y habilidades para pensar; es decir, se observa un enfoque cognitivista que fundamenta las políticas públicas en la educación colombiana.

En el caso de la enseñanza de las matemáticas, similar al de las otras áreas del currículo escolar, se parte de unos *Lineamientos Curriculares* donde se explicitan los enfoques teóricos para enseñar matemáticas: Concepción de las matemáticas y de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las mismas, elementos metodológicos, evaluación y ejemplos para su implementación en las prácticas de aula. Fueron concebidos para fomentar el estudio de la fundamentación pedagógica de esta disciplina, la investigación, la innovación y el intercambio de experiencias en el contexto de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) (MEN, 1998).

Como complemento de los anteriores lineamientos, el MEN publicó en 2006 los *Estándares Básicos de Competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y competencias*

*ciudadanas* para “precisar los niveles de calidad a los que tienen derecho todos los niños, niñas y jóvenes... independientemente de la región [de Colombia] a la cual pertenezcan y orienten la búsqueda de calidad educativa por parte de todo el sistema educativo” (MEN, 2006, pág. 11). En este documento, además de orientaciones pedagógicas y metodológicas respecto al desarrollo de competencias para cada disciplina, se reglamentan los estándares como:

Los criterios claros y públicos que permiten juzgar si un estudiante, una institución o un sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas de calidad; expresa una situación deseada [de aprendizaje por parte de los estudiantes]... a lo largo de su paso por la educación básica y media, especificando por grupos de grados (1° a 3°, 4° a 5°, 6° a 7°, 8° a 9° y 10° a 11°) el nivel de calidad que se aspira alcanzar (MEN, 2006, pág. 11).

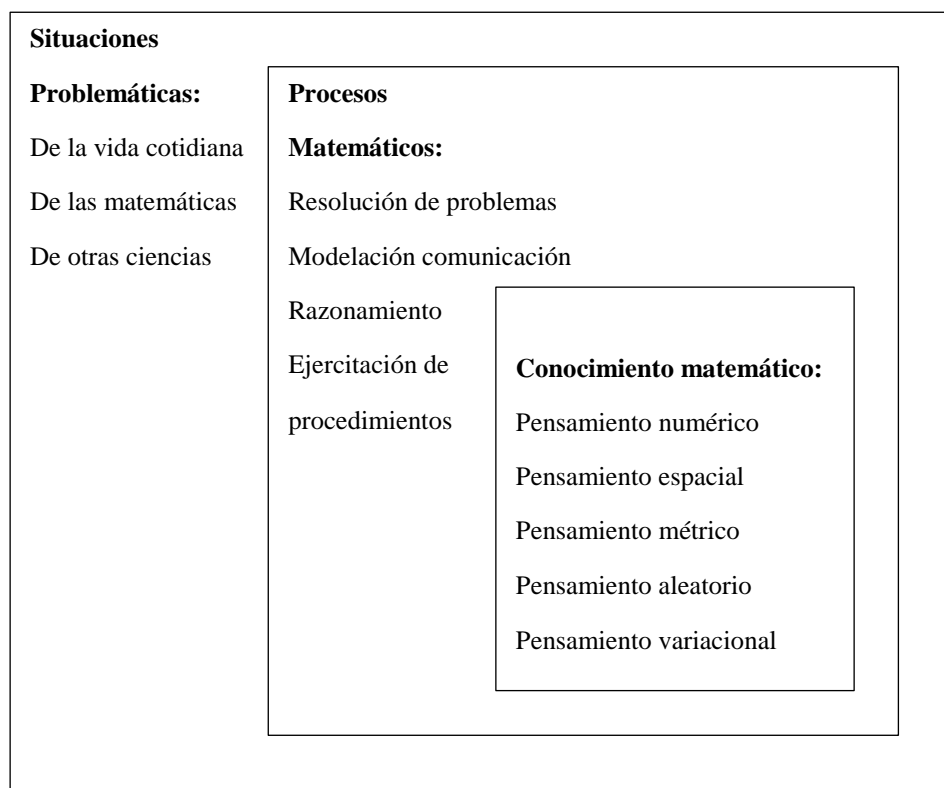
En tanto los *Estándares Básicos de Competencia* se fundamentan en los *Lineamientos Curriculares*, se encuentra que la concepción del conocimiento matemático para la educación básica tiene las siguientes características (MEN, 2006):

- Ser matemáticamente competente es dominar un saber (el conocimiento conceptual), un saber hacer y un saber cómo hacerlo (conocimiento procedimental), un saber cuándo y por qué hacerlo (comprensión).
- Ser matemáticamente competente es realizar cinco procesos generales de la actividad matemática: formulación, tratamiento y resolución de problemas; la modelación; la comunicación; el razonamiento y la formulación, comparación y ejercitación de procedimientos.
- Ser matemáticamente competente es desarrollar cinco tipos de pensamiento matemático: pensamiento numérico (sistemas numéricos); pensamiento espacial

(los sistemas geométricos); pensamiento métrico (sistemas métricos o de medidas); pensamiento aleatorio (sistemas de datos) y pensamiento variacional (sistemas algebraicos y analíticos).

- Para ser matemáticamente competente se requiere de tres clases contextos o situaciones de aprendizaje: problemas tomados de la vida diaria, problemas tomados de las mismas matemáticas y problemas tomados de las otras ciencias.

En la figura 1 se muestran una interpretación de la maestra investigadora (reconociendo los postulados Vigotskyanos) sobre los elementos mencionados anteriormente donde se consideran las situaciones problemas como contextos sociales que favorecen el aprendizaje de los procesos matemáticos con los cuales se construye conocimiento matemático.



*Figura 1:* Elementos para desarrollar el pensamiento matemático. (Diseño de la autora).

Teniendo en cuenta la Figura 1 y de acuerdo con Agudelo (2007), las políticas educativas colombianas actuales para la enseñanza de la matemáticas están orientadas hacia su contextualización a partir de resolución de problemas destacando que con ello se logra un aprendizaje significativo; en contraste con los patrones tradicionales de transmisión del conocimiento matemático ordenado de forma jerárquica y por contenidos, cosa que todavía ocurre en la mayoría de las escuela colombianas (Agudelo V., 2007).

Aterrizando un poco más las estrategias de enseñanza de las matemáticas en la práctica de la educación rural, es conveniente mencionar los modelos flexibles que el MEN impulsa para dar un tratamiento especial a esta población por sus características de ubicación, acceso a la educación y blanco de grupos armados ilegalmente como la guerrilla y los paramilitares.

El principal y más exitoso modelo flexible de educación rural es el de *Escuela Nueva*. Se trata de un modelo que dio respuesta a las necesidades de las escuelas unitarias donde un maestro atiende niños de todos los grados de primaria y todas las asignaturas, debido a que en las zonas rurales apartadas son pocos los estudiantes por grado. Del mismo modo, en escuelas con mayor población, se maneja la figura del maestro multigrado, es decir, que atiende varios grados pero no toda la primaria.

En la década de los setenta el MEN impulsa el diseño de guías de aprendizaje para las asignaturas básicas (lenguaje, matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales) y para cada grado de educación primaria. Estas cartillas usan un lenguaje comprensible para que cada estudiante realice autónomamente las actividades de aprendizaje, de tal forma que en un salón se encuentran estudiantes de varios grados, cada uno con su cartilla y un docente que desempeña el rol de facilitador del aprendizaje de los niños (MEN, 2014).

Otro elemento importante a tener en cuenta en este modelo es que responde como una opción a los altos índices de deserción de la población infantil rural debido a los constantes desplazamientos de sus familias por los periodos de cosecha, pesca o desplazamientos forzados. En estos casos las guías de aprendizaje les permite parar los estudios y retomarlos luego para continuar con su proceso de aprendizaje teniendo presente la página o el tema en que iban. Entre las bondades de este modelo, además de las ya descritas, se encuentra el trabajo colaborativo ya que “cuando se unen varios niños con distintas habilidades, se potencia el aprendizaje al aprender el uno del otro” (MEN, 2014). Las guías de Escuela Nueva en general están divididas en trabajo con el docente, trabajo individual, trabajo colaborativo y trabajo con la familia.

Todo el proceso de aprendizaje con el modelo de *Escuela Nueva* tiene sus diferencias respecto a la educación formal urbana, un punto importante que poco se ha abordado en los *Lineamientos Curriculares* y en los *Estándares de Competencias* en matemáticas, asumiendo que en Colombia cada grado tiene estudiantes con habilidades homogéneas. En particular llama la atención el trabajo que *Escuela Nueva* propone para



la educación matemáticas puesto que en el modelo se incluye una disposición del aula donde existe un espacio para el centro de recursos, que son recursos didácticos útiles para cada asignatura. Los recursos de matemáticas son diversos y de aplicabilidad a la vida cotidiana, algunos elaborados por estudiantes y/o docentes, otros dotados por la fundación que actualmente apoya al MEN con la implementación de este modelo.

De acuerdo con dicha fundación el objetivo de su propuesta en educación matemática es promover el pensamiento lógico a través de actividades que despiertan la curiosidad por este saber, son situaciones muy concretas y vivenciales que permiten interactuar entre los estudiantes con recursos didácticos como “regletas de cuisenaire, ábacos, geoplanos, bloques lógicos, multicubos” (Escuela Nueva, 2014). Sin embargo, los materiales del centro de recursos de Escuela Nueva “no han sido suficientemente investigados, probados y desarrollados” (Al tablero, 2003).

La evaluación que se hace a este modelo en general, independientemente de la educación en matemáticas, va en dos vías. Por un lado, investigaciones muy serias como la realizada por La Unesco en 1993, replicada por el Departamento de Psicología de la Universidad Nacional de Colombia, sustentan que en la práctica el modelo no es tan efectivo en términos de aprendizajes. En la investigación mencionada se afirma que el modelo en la guías de *Escuela Nueva* se encuentran importantes contradicciones conceptuales ya que hay elementos de educación activa y de métodos conductistas reflejados en el diseño instruccional que presenta objetivos específicos evaluados a partir de conductas observables del estudiante, esto hace difícil la identificación de principios psicológicos consistentes entre la teoría y la práctica (Gómez, 1993)

Por otro lado en muchos ámbitos académicos se defiende este modelo, se destaca desde lo pedagógico: el aprendizaje activo, participativo y cooperativo, es un modelo integrado que trabaja con la formación de maestros, padres de familia y niños; desde lo político – administrativo: es un modelo de escuela rural sostenible, integral y democrático que ya se aplica en más de quince países en el mundo, incluso se empiezan a considerar como modelo educativo para la población urbana.

Finalmente es pertinente mencionar que en la actualidad el MEN implementa una política educativa particular para la población rural denominada *Proyecto Educativo Rural* (PER), en la cual se consideran diferentes variables: cobertura con calidad, diseño e implementación de estrategias pedagógicas flexibles, formación para docentes que les permita mejorar la calidad, pertinencia y relevancia de sus prácticas. En lo que lleva la implementación del PER vale la pena destacar para este trabajo dos recursos que regulan la educación matemática en este sector: maleta LESMA: lectura, escritura y matemáticas para la primaria rural; y el documento *Secuencias Didácticas en Matemáticas. Educación Básica Primaria* (MEN, 2013).

En este último documento se presentan las secuencias didácticas como “un ejercicio y un posible modelo para explorar nuevas formas de enseñar matemáticas” (MEN, 2013). Si bien, se percibe en el documento las políticas de enseñanza de las matemáticas esbozada anteriormente, algo novedoso de esta propuesta es que da una orientación más precisa de cómo abordar los estándares de competencias en el contexto de la resolución de problemas pensados para los estudiantes de la zona rural. Básicamente se trata de una de situación problema que orienta ocho preguntas para ocho

semanas de planeación y los contenidos matemáticos que se desarrollan. El proceso de enseñanza aprendizaje se da con la siguiente estructura (MEN, 2013):

- Visión general: propósito de la secuencia.
- Ruta de aprendizaje: tabla panorámica que ilustra las ideas clave de aprendizajes a desarrollar.
- Descripción de aprendizajes: formas de abordar la situación problema en cada sesión.
- Instrumento de evaluación: donde se explicitan los niveles de desempeño y formas de evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

Sobre esta propuesta aún no se han hecho pronunciamientos formales pero como se dijo, ya se está implementando, se espera mejores resultados en tanto que se optimizan los tiempos de clase (para docentes y estudiantes), los estudiantes tienen claro hacia dónde van sus aprendizajes y se privilegian habilidades comunicativas tanto de forma oral como escrita y por supuesto declarando y deliberando sobre el conocimiento matemático.

### **2.3. Políticas públicas en educación primaria: TICs en el currículo de matemáticas.**

Desde 1998 el MEN empezó a diseñar una estrategia para incorporar las TICs. al currículo de matemática en las instituciones de educación media de Colombia (específicamente calculadoras gráficas y algebraicas), para ello contó con la participación de educadores matemáticos, la asesoría del Dr. Luis Moreno Armella del CINVESTAV (Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados) de México y la

coordinación en cada departamento de educadores matemáticos de facultades de educación de dieciocho universidades (Castiblanco, Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas, 2000).

El proyecto inició en 2000 en su fase de pilotaje y en 2001 su fase de expansión, beneficiando a 120 instituciones educativas, 500 docentes y 18.000 estudiantes. El proceso de implementación arrancó con la capacitación a docentes de matemáticas sobre los principios de *mediación instrumental*, la interacción con las calculadoras gráficas y la reflexión sobre situaciones problemáticas que permitieran articular un efectivo uso de la tecnología. Posteriormente se fueron implementando los diseños de la fase anterior a las respectivas clases, en este momento ya se contaba con la dotación de las calculadoras para todos los estudiantes atendidos. Este proceso fue lento puesto que implicaba cambiar un modelo pedagógico centrado en contenidos por uno centrado en la resolución de problemas. Paralelamente se impulsó la sistematización e investigación por parte de las universidades participantes cuyos resultados fueron expuestos en el *Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en Currículo de Matemáticas* en el año 2002 (Castiblanco, 2014).

A partir de las memorias de dicho congreso (MEN, 2008), se puede decir que este proyecto obtuvo los siguientes resultados:

- En los estudiantes se encontraron avances en la forma de asumir su rol como aprendiz activo en tanto encuentran situaciones problemas significativas; también se destaca el desarrollo de los procesos de elaboración de conjeturas y

generalizaciones en el campo de la geometría y la trigonometría (acercamiento conceptual a nuevas propiedades) que no eran posibles con lápiz y papel y de diferentes estrategias de solución de problemas; lo cual permite, a su vez, el desarrollo de competencias argumentativas y comunicativas.

- En los docentes se destaca el proceso paulatino que requirió bajar el nivel de resistencia al uso de las calculadoras, el cambio de las prácticas de enseñanza de las matemáticas, comprensión de la teoría de la mediación instrumental, aprendizaje de técnicas de modelación usando las calculadoras en contextos de solución de problemas. Esto implicaba cuestionarse sobre su papel en el aula, aceptar el cambio de la relación de los estudiantes el saber, cambiar la concepción de algunos objetos matemáticos y su relación con otras disciplinas de la educación media.

Un poco antes del proyecto anterior se desarrolló otro denominado *Ludomática: Proyecto de transformación educacional con informática para el mundo*, financiado principalmente por la empresa privada. Su objetivo era transformar, por medio de la informática, la manera como se brindaba la educación en las instituciones educativas a niños y niñas entre 7 y 12 años, en zonas marginales o de riesgo. Dicha transformación giraba alrededor de cuatro elementos constitutivos: lo lúdico, lo creativo, lo colaborativo y lo interactivo, implementado mediante una pedagogía problémica y constructivista.

Este fue un proyecto piloto de dieciocho meses que se aplicó desde 1998 en seis instituciones educativas de la zona rural de Malagana – Bolívar y seis de Bogotá D. C. Colombia (867 niños atendidos). Se desarrolló en cuatro grandes etapas:

Autodiagnóstico y visión (talleres que permiten a docentes y directivos docentes hacer un autodiagnóstico personal e institucional), apropiación de la propuesta pedagógica (formación de docentes y directivos docentes), afianzamiento a nivel institucional (los docentes ponen en práctica la propuesta) y afianzamiento suprainstitucional (comunidades virtuales donde se comparten inquietudes y se buscan soluciones) (Galvis P. & Marino D., 1999).

Los resultados confirman la pertinencia del proyecto frente a las características de la población marginal, así como el grado de satisfacción que produce la participación en el mismo. Esto se concluye del sistema de evaluación que tiene el mismo proyecto y que se aplicó en el momento piloto y de expansión:

- En los niños y niñas se observan mejoras en las dimensiones cognitiva y colaborativa; un poco menos en la dimensión de autoestima.
- En la mayoría de los educadores se observó apropiación de los componentes pedagógicos y una actitud motivadora hacia la informática.
- A nivel institucional se resalta la interacción de los adultos con los niños (relaciones más horizontales) y de estos con la infraestructura informática.

El 9 de junio de 1999, en Estocolmo, Ludomática recibió el premio internacional "Global Bangemann Challenge", en la categoría "Tecnología de información en todas las formas de educación", compitiendo con otros 169 proyectos (Osorio, Aldana, Solórzano, & Sierra, 2002).

Los dos proyectos mencionados, *Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas de la Educación Básica Secundaria y Media de Colombia* y

*Ludomática*, generaron mucha curiosidad en universidades y centros de investigación educativa, generando valiosas investigaciones e innovaciones en la enseñanza de las matemáticas con TICs. así como innumerables reflexiones desde los diversos referentes teóricos que proponen modelos, técnicas y estrategias para lograr un adecuado uso de la tecnología en el aula. Algunas de estas investigaciones se documentan en el siguiente apartado.

#### **2. 4. Las matemáticas y las TICs.: Investigaciones empíricas.**

En este apartado se presentan nueve investigaciones empíricas que dan cuenta de algunos intentos de enseñar matemáticas utilizando algún tipo de tecnología (calculadoras, computadores, dispositivos móviles) en instituciones de educación formal de diferentes niveles. Se han seleccionado porque cada uno tiene algún tipo de relación con el presente estudio y por lo tanto brinda un panorama de lo que se ha avanzado en el tema y las posibilidades o retos para siguientes investigaciones.

**2.4.1. Desarrollo de Habilidades Neurocognoscitivas en Ambientes Lúdicos, Creativos, Colaborativos e Interactivos.** Este estudio fue realizado en Colombia en el año 2004. Sus autores Luz A. Osorio, Maria F. Aldana, Nubia Acosta, Álvaro Sánchez, Karina Sierra, Oscar Hincapie, Nancy Osorio y Jorge Quintero se propusieron identificar la forma como una acción pedagógica centrada en ambientes de aprendizaje innovadores: lúdicos, creativos, colaborativos e interactivos (LCCI) apoya el desarrollo de habilidades neuro-cognoscitivas en niños y niñas entre 7 y 12 años de edad. Para ello se diseñó una estrategia de evaluación que permitió hacer seguimiento y evidenciar el

impacto a nivel de lo esperado por la intervención del proyecto *Ludomática* (estructura para la evaluación de resultado) y la aplicación (exante y ex post) de las diferentes pruebas psicométricas y neurológicas (la escala de inteligencia WISC III) que dan cuenta del nivel de desarrollo neurocognoscitivo de la población intervenida (100 niños y niñas: un grupo de control y otro experimental). Con esta metodología se llegó a dos conclusiones importantes:

- La articulación de la evaluación de *Ludomática* y del componente neurocognoscitivo representó la apertura a un nuevo campo de comprensión de los posibles impactos del proyecto a nivel del desarrollo individual de los niños y niñas; al mismo tiempo logró articular la valoración de los procesos neurocognoscitivos desde una perspectiva grupal; es decir, elementos de trabajo terapéutico y valoración clínica se implementaron en ambientes educativos y colectivos.
- Los Ambientes LCCI, generan un aumento notable en los procesos de razonamiento verbal y espacial. En particular en cuanto al razonamiento espacial se logra no solo la ubicación motora sino la comprensión espacial de manera abstracta. Esto tiene que ver con la noción temporal y con las relaciones causa-efecto. Cuando los niños son experimentadores se genera permanentemente la posibilidad de que construyan la relación causa-efecto a partir de sus preguntas y descubrimientos. La generación de estímulos asociados a la imaginación no se registraron y podría ser parte de un eventual seguimiento a la población. Surge una nueva hipótesis: Los ambientes LCCI, al posibilitar la imaginación, favorece



la red de sistemas y así mejora la velocidad de procesamiento (Osorio, y otros, 2004).

#### **2.4.2. La gestión del profesor desde la perspectiva de la mediación instrumental.**

La autora, Marisol Santacruz Rodríguez, participó como ponente en el 10° Congreso Colombiano de Matemática Educativa con algunos apartes de su tesis de maestría *Orquestación Instrumental: Un estudio de caso en Educación Primaria a propósito de la Noción de transformación de Rotación*, realizada Cali, Colombia, en el año 2009. Se ha seleccionado la ponencia y no la tesis completa debido al enfoque centrado en la didáctica de los maestros de matemáticas cuando utilizan un instrumento tecnológico; así, el objetivo de esta parte del estudio era proponer una orquestación instrumental alrededor de una secuencia didáctica que movilizara la noción de transformación de rotación, es decir el desarrollo de un instrumento que se articulara verdaderamente a la actividad mediada del sujeto.

El proceso se dio en cuatro fases: análisis preliminares (se discriminan las variables didácticas que se van a poner en juego en el desarrollo de la secuencia didáctica), concepción y análisis a priori, (se determinan las variables que permitan identificar la concepción de las secuencias didácticas y el seguimiento de la actividad del profesor y los estudiantes a partir de una orquestación instrumental), experimentación (recolección de información, tales como las producciones escritas de los estudiantes, archivos disponibles en el artefacto, videos de clases y entrevistas a profesor y estudiantes, rejilla de análisis inspirada en las categorías teóricas centrales del trabajo basadas en la génesis y orquestación instrumental, que permita interpretar los datos recogidos), análisis a

posteriori y evaluación (se desarrolla un diálogo entre las conclusiones del análisis a priori y los resultados obtenidos en la experimentación).

Santacruz (2009) concluye de este estudio que se reconoce la existencia de concepciones ingenuas de los profesores y estudiantes, cuando expresan que la mediación de instrumentos en las clases de matemáticas no afecta de ninguna manera el tipo de matemáticas que se están movilizando, ni los aprendizajes que se están construyendo, se propone justamente lo contrario: los instrumentos no son objetos neutros en el aprendizaje, todo lo contrario, su mediación es fundamental. Lo anterior permite aportar una mirada didáctica al uso de tecnologías informáticas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, una mirada que reconozca la complejidad del objeto matemático cuando es mediado por alguna forma de instrumento y que proponga una intervención en el contexto escolar que trascienda la simple introducción de artefactos en la clase.

#### **2.4.3. Nivel de abstracción de los problemas aritméticos en alumnos urbanos y**

**rurales.** Este es un estudio realizado por Juan José Díaz y Vicente Bermejo, en 2007. En este caso se pretendía analizar y comparar la incidencia que tenía el grado de abstracción en la resolución de problemas de adición y sustracción en alumnos urbanos y rurales. La muestra se formó con 192 alumnos de primero a cuarto año de educación primaria; el 50% pertenecía a un contexto rural y el 50% restante a un contexto urbano de México. Las tareas empíricas consistieron en resolver problemas aritméticos con objetos, dibujos, algoritmos y verbales; los resultados mostraron que la presencia de objetos o dibujos mejora el rendimiento de los alumnos de primero y segundo año, y baja en los de

tercero. Los alumnos rurales obtienen sus mejores resultados en los problemas verbales. Las estrategias de modelado se emplean de modo parecido en todos los cursos del contexto rural, mientras que en el urbano se ocupan especialmente en primero y segundo. Los alumnos rurales utilizan más las estrategias de conteo, y en los urbanos son más comunes las estrategias de hechos numéricos (Díaz & Bermejo, 2007).

Se ha presentado sucintamente esta investigación puesto que plantea una mirada comparativa entre las necesidades educativas matemáticas de la población infantil rural y la urbana, lo cual se constituye en un foco de herramientas para tener en cuenta en el momento de diseñar y analizar los instrumentos con los cuales se plantean las situaciones problema a la población rural que ocupa la investigación que aquí se desarrolla.

**2.4.4. Implementación de las nuevas herramientas tecnológicas en la educación matemática en grado 5° de educación básica.** Este es un trabajo de grado de la licenciatura en educación primaria con énfasis en matemáticas del Instituto de Educación y Pedagogía (Universidad del Valle). Se realizó en Colombia, en el año 2003. Olga Lucía Gómez García y Sandra Sorany Ortiz Carabalí, sus autoras, realizaron un estudio exploratorio que pretendía indagar en una muestra representativa de instituciones públicas y privadas de estrato 2, 3 y 4, de la ciudad de Cali, sobre cuál era el pensamiento que tenían tanto docentes como estudiantes de grado 5° frente a la educación matemática con herramientas tecnológicas y cómo se usaban en el momento en sus instituciones. Para esta indagación se aplicaron dos encuestas, una a los

estudiantes y una a los profesores. Luego de sistematizarlas y analizarlas de acuerdo con las preguntas planteadas en la encuesta, las autoras concluyeron que:

- Un alto porcentaje de los estudiantes encuestados tiene conocimiento sobre el manejo de nuevas tecnologías (calculadora y computadora), manejan programas de Windows para hacer tareas y en general, tienen una fuerte inclinación hacia el gusto por estudiar utilizando tecnología en el salón de clases puesto que les facilitaría el aprendizaje; sin embargo no saben cómo hacerlo porque sus profesores utilizan muy poco la tecnología para dictar sus clases.
- Los docentes encuestados utilizan computadores para enseñar en las clases de sistemas, en un porcentaje muy bajo los utilizan para enseñar matemáticas.
- Tanto estudiantes como profesores encuestados coinciden en la importancia de incluir las TICs. en las clases de matemáticas pero no tienen muy claro cómo hacerlo.
- La falta de recursos y la poca o nula formación de profesores en tecnología, son los obstáculos más importantes que pueden originar las creencias de los profesores y de los estudiantes con respecto a la implementación de nuevas herramientas tecnológicas (Gómez & Ortiz, 2003).

La anterior investigación tiene particular importancia puesto que se ha realizado en la misma ciudad donde se realiza el presente trabajo. Sus resultados prueban que en la ciudad y con mayor razón en sus corregimientos, se ha avanzado muy poco en materia

de innovación de enseñanza de las matemáticas utilizando herramientas tecnológicas lo cual justifica aún más la investigación que aquí se desarrolla.

**2.4.5. Las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación en cuatro países latinoamericanos.** Se presenta esta investigación porque, al igual que el trabajo anterior, plantea una mirada estadística sobre la actual situación de la educación, sólo que a mayor escala (en cuatro países de América Latina), en relación con la inclusión de tecnología. Tomando esta investigación como referente se acentúa la pertinencia del estudio que aquí se desarrolla.

José Luis Romero Ramírez, el investigador de este trabajo, tuvo como objetivo documentar y analizar las experiencias y estudios sobre educación y tecnologías de la información y la comunicación en Argentina, Costa Rica, Ecuador y México en el periodo 1998-2003. Utilizó una metodología de la educación comparada: recolección de los datos a través de entrevistas a profundidad a funcionarios públicos de las Secretarías de Educación de cada país y análisis de documentos legales publicados hasta la fecha, que reglamentaban la inclusión de TICs. en las instituciones educativas.

Los resultados publicados en esta referencia muestran algunas conclusiones preliminares de las cuales se resaltan las relacionadas con:

- **Infraestructura y financiamiento:** aunque los proyectos son financiados por el gobierno, un alto porcentaje de presupuesto para equipamiento proviene de organismos internacionales y de compañías productoras de equipos y programas de cómputo. Sin embargo, se aclara que las inequidades en la disponibilidad de

infraestructura de telecomunicaciones son marcadas en los cuatro países tanto en la relación entre provincias, ciudades y sobre todo entre el sector urbano y rural.

- Políticas y formas de incorporación: de acuerdo con las entrevistas a profundidad en este aspecto se advierten dos supuestos: la de los funcionarios y la de los académicos. Los primeros manifiestan que sí existen políticas nacionales o institucionales pero que falta cooperación entre las diversas instancias responsables de operarlas. Los académicos indican que sólo hay políticas en materia de conectividad o de compra de equipos, pero en general no hay políticas públicas claramente definidas.
- Proyectos y programas relacionados con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en educación: en Ecuador se encontró más de 20 proyectos, en Costa Rica más de 35, en Argentina hay muchas micro experiencias y redes referenciadas en las entrevistas a profundidad pero no es fácil reconocerlas como nacionales o provinciales, en México se encontró el espectro más amplio de experiencias de las cuales sólo se resaltan 12 por ser los de mayor cobertura (Romero, 2006).

**2.4.6. Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos.** Desarrollado por Ana Isabel Ramos, José Alberto Herrera y Ma. Soledad Ramírez en México, 2010. El objetivo era analizar los recursos de aprendizaje móvil de cuatro cursos universitarios para identificar cómo se trataba de promover el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes. Se hizo un estudio de casos múltiples de la implementación, a gran escala, de un proyecto de aprendizaje móvil.

La muestra fue 3.000 estudiantes de primer semestre de profesional en dos campus de una institución educativa privada de México. Se utilizaron entrevistas a través de «focus group», encuestas, análisis de documentos y observación no intrusiva. Los datos fueron analizados en forma cuantitativa y cualitativa y se relacionaron con el sustento teórico de las dos variables conceptuales que guiaron este estudio: aprendizaje móvil –mLearning– y habilidades cognitivas.

Los resultados de esta investigación se constituyen en justificación y respaldo para el presente estudio en la medida en que relacionan las dos variables mencionadas: el uso de recursos m-Learning modifica el ambiente de aprendizaje al convertir cualquier escenario en un ambiente innovador y colaborativo; el diseño de los recursos m-Learning debe sustentarse en teorías y estrategias educativas para ser efectivos y que la naturaleza de la materia y el tipo de recurso están relacionados a las habilidades cognitivas que se desarrollan. Además se encontró que aunque los estudiantes no están conscientes de ello, los recursos m-Learning y el uso de dispositivos móviles los apoyan en estrategias que promueven el desarrollo de las habilidades cognitivas como solución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico y pensamiento creativo (Ramos, Herrera & Ramírez, 2010).

#### **2.4.7. Edumóvil: incorporando la tecnología móvil en la educación primaria.**

Gabriel Gerónimo Castillo y Everth H. Rocha en 2007, se propusieron analizar el desarrollo del proyecto *Edumóvil* en 24 escuelas de tres municipios de México. Para ello hicieron la sistematización de cada una de las experiencias educativas donde incluyen pruebas de usabilidad realizadas a los niños en laboratorio y en las aulas. Las pruebas de

usabilidad indicaron que los dispositivos deben ser pequeños y ligeros para mejor desempeño de los niños. En las pruebas de aula se estableció que conociendo los ejes del conocimiento en los cuales los niños tienen dificultad se deben proponer aplicaciones más pertinentes para auxiliar en dichos ejes (Castillo & Rocha, 2007).

**2.4.8. El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos.** En 2011 Eulises Dominguez Merlano, Rodolfo Enrique Matos Navas, Ibeth del Carmen Castro Flores y Candelaria Molina Padrón realizaron este estudio que tenía como objetivo determinar el efecto generado por la estrategia de enseñanza basada en proyectos (ABP) mediada por tecnología móvil, en el desarrollo de la competencia matemática de resolución de problemas aditivos con números enteros negativos. Usaron como metodología la investigación cuantitativa, con enfoque correlacional y diseño cuasiexperimental con pre-test y pos-test. Se conformaron dos grupos, experimental y control, de veinte estudiantes cada uno. El primero utilizó el ABP con la mediación de los Clasemate, mientras que el segundo, no empleó la mediación de la tecnología. Para establecer las diferencias entre los grupos, se empleó el método estadístico ANOVA. Esta metodología es un punto a considerar en la presente investigación, por este motivo se referencia este trabajo.

Se obtuvo como resultado una conclusión: no existen diferencias significativas en la competencia de resolución de problemas entre los grupos. Sin embargo se determinó que existen diferencias en el pre-test y pos-test al interior de los grupos. La utilización del ABP mejora el desempeño de los estudiantes en la competencia de resolución de



problemas independientemente del tipo de mediación empleada (Domínguez & otros, 2011).

**2.4.9. Utilización de tecnologías móviles para el acceso a experiencias de pares de comunidades virtuales de aprendizaje.** Este estudio fue realizado en Colombia, en el año 2011. Los autores Julio R. Ribón, Martín Monrroy Ríos y Marco González se propusieron mostrar un caso de estudio de experiencia de pares de comunidades de aprendizaje y el acceso a estas experiencias a través de tecnologías móviles. La metodología fue la sistematización de un proceso de implementación de una arquitectura con características que permitieran conectar e integrar fácilmente procesos, métodos, técnicas y notaciones dentro de la ingeniería del software disponible para pares de comunidades virtuales. Los autores observaron un aislamiento tecnológico que dificulta la creación de comunidades virtuales de aprendizaje generado por la heterogeneidad de las plataformas de gestión de contenidos, pero esto iba solucionando por medio de la arquitectura propuesta en la medida en que permitía integrar experiencias de aprendizaje aportadas por diversos pares y acceder a estas a través de una interface común ofrecida por los dispositivos móviles (Ribón, Monrroy & González, 2011).

## **2.5. El uso de recursos tecnológicos móviles para el aprendizaje.**

Para empezar este apartado es necesario especificar lo que se considera tecnología móvil, sus características y particularidades respecto a otras tecnologías, su funcionamiento y los usos para los que fueron diseñados; para luego identificar usos y potencialidades en la educación matemática.

Según Cukierman, Rozenhauz & Santángelo (2009), la tecnología móvil hace referencia a aquellos dispositivos y medios de comunicación que permiten realizar diversas tareas sin necesidad de estar fijos en algún lugar físico, es decir que permite la flexibilidad de tiempo y espacio. Además se destacan características como el tamaño, que posibilitan la portabilidad y la capacidad de conectividad inalámbrica a través de bluetooth, wi – fi, GSM, GPRS, entre otros. Los dispositivos más habituales son:

- Las computadoras portátiles (laptops, notebooks, tablets): se destacan por el tamaño de la pantalla porque es similar a una hoja de cuaderno o anotador, su funcionamiento es equiparable a un computador de mesa y vienen disponibles para conectividad inalámbrica. La más reciente novedad en este grupo son las tablets que incorporan un display sensible para escribir con una lapicera especial de la misma manera que se hace sobre el papel.
- Los asistentes digitales personales o PDA (palm, poket): se caracterizan por su tamaño y peso reducido apto para ser sostenido con la palma de la mano, mantienen el criterio del display sensible al tacto, tiene aplicaciones para conectividad inalámbrica que les permiten acceder a plataformas de aprendizaje colaborativo de manera sincrónica y asincrónica.
- Los teléfonos celulares: “es el dispositivo móvil por excelencia y se ha convertido, en los últimos años, en un fenómeno social a escala mundial” (Cukierman, Rozenhauz, & Santángelo, 2009). Además de contener las mismas propiedades de los PDA, estos dispositivos posibilitan la comunicación oral y escrita a través de los SMS, Whats App, Line o Viber entre otros; cada vez más

se le incorporan aplicaciones similares al paquete office (Word, Excell, Power Point) y al formato pdf, y por las condiciones de conectividad se accede a las tiendas de aplicaciones (algunas de ellas útiles para la educación), buscadores y redes sociales. Al igual que las computadoras portátiles cuentan con cámara fotográfica y de video, reproductores multimedia y juegos.

Los anteriores recursos incentivan la curiosidad y en algunos casos la creatividad de los actores involucrados en la educación, entre otras cosas porque se benefician como ciudadanos usuarios de la llamada *revolución tecnológica*, donde se plantean retos para la enseñanza como la incorporación de los nuevos conocimientos al mismo ritmo que se producen, nuevas formas y criterios para seleccionar, organizar e impartir dicho conocimiento y políticas dirigidas a compensar las desigualdades para su acceso. Pero estos conocimientos o información ya no vienen en un solo formato; ahora texto, imagen, sonido, cinética se disuelve en un *código digital* potencialmente útil para propiciar aprendizajes (Cukierman, Rozenhauz, & Santágelo, 2009). Si esto es así vale la pena diferenciar lo que encontramos en estos recursos de tecnología móvil; por un lado están los programas y objetos de aprendizaje informativos como las bases de datos y por otro están los formativos como los programas de ejercitación, tutoriales, programas u objetos orientados hacia la solución de un problema, simuladores y videojuegos.

Reconociendo este panorama sobre la tecnología móvil y su aplicabilidad a la educación, la UNESCO ha elaborado una serie de siete documentos que van en dos vías: Directrices para las políticas del aprendizaje móvil y la serie de documentos de trabajo

sobre aprendizaje móvil; esta última incluye: iniciativas ilustrativas e implicaciones políticas, análisis del potencial de las tecnologías móviles para apoyar a los docentes y mejorar sus prácticas, cuestiones clave e implicaciones para la planificación y formulación de políticas; un panorama muy completo para implementar, desarrollar y fortalecer el aprendizaje móvil o m-learning.

En estos documentos se destaca, entre otras cosas, “algunas de las formas en las que las tecnologías móviles están ayudando a los educadores, en su trabajo con los estudiantes o en el mejoramiento de sus propios conocimientos pedagógicos y de contenido” (UNESCO, 2012, pág. 8). Alrededor de estas experiencias se proponen cinco facetas en las que la tecnología móvil aporta a la educación: ampliando el acceso a la educación; respaldando la instrucción, administración y desarrollo profesional; fortaleciendo el rol del educador, promoviendo la seguridad de los estudiantes y perfeccionando contenidos educativos, plataformas de software y modelos pedagógicos.

De las iniciativas de aprendizaje móvil destacadas en los documentos de la UNESCO, se encuentra el proyecto RAM representando a Colombia, mismo proyecto que dio origen a la presente investigación y que respalda la propuesta de intervención que aquí se plantea. De este y otros proyectos destacados en Argentina, Chile y México, la UNESCO (2012), ha deducido que los dispositivos móviles incursionan en las aulas en tres niveles, dependiendo de la dotación y el uso que se le da como herramienta didáctica:

- El docente cuenta con un dispositivo móvil con conectividad que utiliza para impartir sus clases usando recursos educativos abiertos; recursos de la tienda de aplicaciones; funciones propias del celular como la calculadora, la agenda o la cámara; aplicaciones o recursos que vienen en el celular con licencia como el paquete office o recursos educativos elaborados por el mismo docente con las funciones del celular dependiendo el campo de conocimiento y los objetivos de aprendizaje. Generalmente esta información es proyectada desde el celular a través de video beam o televisor. En este nivel los estudiantes se benefician del celular como aprendices espectadores porque la mayor parte del tiempo es el docente quien toma el control de esta herramienta.
- El docente y los estudiantes cuentan con un dispositivo móvil con conectividad que usa de forma similar al nivel anterior, pero en este nivel la relación maestro – celular – estudiante tiene características interactivas, donde los estudiantes pueden acceder a los recursos educativos recomendados o requeridos por el maestro para lograr unos objetivos de aprendizaje.
- El docente y los estudiantes cuentan con un dispositivo móvil con conectividad que usa de formas similares a las de los dos niveles anteriores pero además de la interactividad los estudiantes proponen y buscan información dependiendo de los objetivos de aprendizaje, incluso se apropian de otras funciones o aplicaciones para desarrollar diferentes tareas

relacionadas con su formación académica. En este nivel el estudiante es autónomo en la medida en que toma decisiones respecto a otros usos que le puede dar al dispositivo móvil.

Como se observa, en estos niveles se puede evidenciar concepciones pedagógicas de fondo, las posibilidades y limitaciones dependiendo de la cantidad de dispositivos con que se cuenten y la apropiación de los dispositivos móviles por parte de docentes y estudiantes como herramientas para procesos de enseñanza y aprendizaje. Hasta ahora la tecnología móvil no logra vencer las barreras de desigualdad; sin embargo, es posible que la investigación en el campo y esfuerzos unidos de gobiernos con la empresa privada y/o ONGs, contribuyan a este ideal.

Una de las tantas polémicas alrededor de la tecnología móvil en la educación es la formación de los niños respecto a la valoración que vayan construyendo alrededor de las TICs., la escuela y la vida cotidiana. Aspectos como la búsqueda y el manejo de la información, la escritura en estos dispositivos, las actividades lúdicas que contienen y el tiempo que se invierte en ellas o en las redes sociales; cada vez más la educación busca ofrecer una formación integral que tiene como ejes la autonomía, la capacidad de expresión desde múltiples lenguajes, la experimentación, la convivencia y las TICs.. En este último eje la práctica curricular debe incluir al niño desde un conocimiento útil, pertinente y situado ya que la escuela puede ser el espacio para promover una ciudadanía digital que ofrezca la incursión sana de la tecnología en el terreno de la vida y la cultura. (Quilaguy, 2012)

A manera de recapitulación, en este apartado se han abordado variados referentes conceptuales que contextualizan la pregunta de esta investigación (¿Cuál es el impacto en el aprendizaje de solución de problemas matemáticos de un diseño instruccional que usa un teléfono inteligente como mediador del aprendizaje en una clase de 5° año de primaria de una escuela pública rural de Colombia?), de tal forma que sea posible el diálogo académico entre los resultados de la investigación y dichos referentes que ayuden a interpretarlos. Para ello se ha planteado como base del aprendizaje de las matemáticas los enfoques teóricos desde la psicología cognitiva y su influencia en las teorías didácticas; se han presentado las políticas educativas colombianas que rigen los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, particularizando la educación rural; se han seleccionado investigaciones que ilustran, desde diferentes perspectivas, la relación de las TICs. con las matemáticas y finalmente se ha especificado lo que hasta ahora se conoce como tecnología móvil y sus propiedades para utilizarla como recurso didáctico.





## **Capítulo 3: Metodología**

En este capítulo se presenta de manera justificada y detallada cuál fue el método de investigación que se utilizó para desarrollar la investigación, método seleccionado deliberadamente por considerarse la opción más adecuada para responder a la pregunta de investigación y para alcanzar los objetivos propuestos. Primero se presenta el paradigma que sustenta los enfoques cualitativos, una caracterización de este enfoque y su aplicabilidad al presente estudio; seguidamente se puntualiza sobre la investigación acción, metodología que orientó todo el proceso de recolección y análisis de datos, de manera que la muestra, instrumentos y procedimientos utilizados corresponden con dicha metodología. Adicionalmente se expone una contextualización del lugar y la población donde se llevó a cabo el estudio, así como la respectiva autorización legal que hizo posible implementar todo lo aquí presentado.

### **3.1. El método cualitativo.**

Esta investigación aborda un problema educativo donde una docente investigadora pretende develar la efectividad de una práctica de enseñanza de resolución de problemas matemáticos donde se involucran operaciones con números naturales, siguiendo un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente como herramienta didáctica. Esta es una situación problemática en la medida en que se implementa un modelo innovador que requiere validación científica para determinar sus alcances y limitaciones en la formación matemática de los niños. La pregunta puntual que se pretende responder es ¿Cómo se construye el aprendizaje de resolución de problemas

matemáticos usando recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente en una clase de 5° de una escuela pública rural de Colombia?

Como se observa, en este problema de carácter flexible, la pregunta abierta deja ver un interés en conocer una realidad educativa susceptible de ser modificada gracias a la investigación que, en este caso, se basa en el paradigma teórico crítico porque en el fondo se considera que la realidad educativa se debe indagar y describir para liberar dicha dinámica social de fuerzas opresoras o que limitan la libertad (Valenzuela & Flores 2012). Bajo este paradigma se desarrollan los enfoques de investigación cualitativa que se constituyen en la opción metodológica más adecuada para desarrollar la presente investigación.

Razones como la naturaleza descriptiva de la investigación cualitativa, la orientación hacia la comprensión de procesos de manera inductiva y comparativa y el carácter flexible en cuanto a las formas e instrumentos de recolección de datos (Valenzuela & Flores, 2012), justificaron su elección; máxime si se tiene en cuenta que se pretendía determinar los efectos de un modelo instruccional en el aprendizaje de estudiantes de 5°; efectos esperados en distintos aspectos del proceso de aprendizaje, que carecen de prejuicios positivos o negativos.

Otra razón por la que se considera adecuada la investigación cualitativa para este trabajo es que, como se ha mostrado en el marco teórico, no hay investigaciones publicadas que lo antecedan reuniendo todos los elementos que constituyen el presente problema: población de educación primaria rural y aprendizaje de las matemáticas mediadas por recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente; en este sentido no

fue posible plantear una hipótesis sino que fue construyéndose en el proceso mismo de la investigación para que posteriormente pudiera ser tenida en cuenta para iniciar otros estudios similares; lo que se tenía al momento de iniciar la investigación era una aproximación tentativa a la hipótesis (Valenzuela & Flores, 2012), que tuvo su origen en una primera impresión, desprevenida, de la práctica cotidiana: El teléfono inteligente se constituye en un elemento motivador para el aprendizaje de las matemáticas.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2000), es importante comprender además que este estudio se considera de carácter exploratorio en tanto que permite a la comunidad académica familiarizarse con un tema novedoso; al mismo tiempo es descriptivo en tanto pretende analizar cómo es y se manifiesta un fenómeno educativo que determinó si existe relación entre el uso de la tecnología y el aprendizaje de las matemáticas a nivel de educación primaria.

Precisando sobre el método a utilizar, se declara como el más pertinente para este trabajo, dentro de los enfoques cualitativos, al de la investigación acción, definido como “un proceso sistemático y cíclico de planificación, observación, evaluación, autoevaluación y de reflexión crítica antes de planear un próximo ciclo” (Valenzuela & Flores, 2012, p. 118). Se resalta de este método que tiene como propósito mejorar las prácticas educativas; de hecho, según Colmenares y Piñero (2008) esta es la metodología más adecuada para lograr cambios reales al interior de la educación puesto que se focaliza en los actores mismos del proceso pedagógico, los docentes se convierten en investigadores que exploran la realidad en la que se desempeñan profesionalmente, son

ellos quienes plantean los problemas y buscan respuestas que les permitan tener una mirada crítica de sus prácticas para mejorarlas.

Para Suárez (2002) en las características mencionadas anteriormente radica la utilidad de la metodología investigación acción ya que surge como un puente entre la teoría y la práctica, la acción y la reflexión, en torno a las complejas dinámicas que se construyen en las aulas de clase, así que hay un alto nivel de autonomía de los participantes en la realidad investigada asumiendo el rol de investigadores, sin sometimientos a decisiones externas durante el desarrollo del estudio.

Lograr esta comprensión amerita un proceso que valide la combinación de diferentes técnicas de recolección de datos procedentes de fuentes y perspectivas variadas, tanto cualitativas como cuantitativas. Las primeras permiten describir detalladamente ciertos fenómenos tales como los desempeños de estudiantes y docentes y las variables que los afectan y, las segundas permiten medir el impacto del fenómeno estudiado.

Es pertinente aclarar que a pesar de que el enfoque metodológico de investigación acción sesga la interpretación de sus resultados a una situación, contexto o población en particular, constituyéndose en un proceso sistemático de autoaprendizaje para sus participantes, tal como lo proponen Colmenares & Piñero (2008), las conclusiones y hallazgos se convierten en hipótesis que podrían ser útiles en futuros proyectos de investigación en otro tiempo y lugar, incluso podrían ser tenidas en cuenta para la elaboración de políticas públicas educativas.

Aterrizando todo lo anteriormente expuesto a la presente investigación, se expresan los siguientes puntos que hicieron razonable ejecutar un proceso metodológico de investigación acción:

- El problema partió de la reflexión de la docente en un contexto educativo real, es decir, su aula de clase y en particular sus clases de matemáticas; es ella quien se convierte en la investigadora de su propia práctica.
- El problema partió de una situación novedosa que no se puede validar a simple vista, sino que requiere de un proceso sistemático que afecte muy poco la dinámica escolar cotidiana.
- El proceso de investigación es consecuente con el desempeño de la docente en la vida real: planea sus clases, las implementa, las evalúa de acuerdo con el resultado en sus estudiantes, reflexiona sobre las posibilidades de mejorar su desempeño y vuelve a planear con las mejoras propuestas.
- El objetivo de la docente era comprender lo que ocurría en su clase para mejorarla en beneficio de sus estudiantes.
- Se tomó como unidad de análisis a la maestra y a sus estudiantes, es decir los sujetos implicados en la realidad a investigar, desde el punto de vista de la investigación cualitativa se denominaría por conveniencia, puesto que para la investigadora le es conveniente por el tiempo y espacio de su propio trabajo.

### **3.2. Contexto**

La investigación se realiza en la Institución Educativa de carácter público, ubicada en un corregimiento de Cali – Colombia, está compuesta por cuatro sedes distanciadas a lo largo del corregimiento en aproximadamente 3 kilómetros una de la otra. Cada sede atiende diferente cantidad de estudiantes dependiendo de la densidad de población del sector donde se encuentra. En total la institución cuenta con 1.170 estudiantes y 45 docentes nombrados de planta. Las cuatro sedes prestan servicio de educación primaria y secundaria, dos utilizando el modelo Escuela Nueva (por tener pocos estudiantes) y dos utilizando el modelo tradicional (hay suficientes estudiantes para conformar varios grupos de un solo grado). Cada sede cuenta con infraestructura básica como salones suficientes para la cantidad de estudiantes, una cancha múltiple para las actividades deportivas y recreativas, una sala de sistemas (sin servicio de internet) donde hay computadores de mesa, televisor plasma y video beam, zona de alimentación y baños. Aunque las sedes se ubican en zona rural cuentan con poco espacio de zonas verdes propias y carecen de bibliotecas. Sin embargo cada salón de primaria está dotado con libros guías de Escuela Nueva y una colección rudimentaria de literatura.

Dado el tema de esta investigación, es pertinente mencionar que dos de las sedes, donde se atiende la mayor cantidad de estudiantes, cuentan con 40 computadores portátiles cada una, computadores que reposan bajo seguridad, de los cuales poco se benefician los estudiantes porque los profesores los incluyen muy poco en sus clases, quizá por la tramitología excesiva impuesta por los directivos para ponerlos a su

disposición. También se debe aclarar que todas las sedes participan del proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil, es decir que cuentan con el teléfono inteligente para impartir las clases de ciencias naturales y matemáticas en los grados 4° y 5°.

Particularmente, la sede donde se aplica esta investigación atiende a 436 estudiantes desde preescolar hasta grado 11°, hay varios salones del mismo grado, cada salón cuenta con un promedio de 30 estudiantes. Además de las condiciones de infraestructura mencionada anteriormente, en esta sede funcionan las oficinas ocupadas por la rectora, dos coordinadores que se rotan por las sedes, un secretario, un auxiliar y una pagadora; por este motivo y por estar localizada en la zona más poblada del corregimiento, se considera que esta es la sede principal de la Institución Educativa.

### **3.3. Población y muestra**

De acuerdo con Hernández, Fernández & Baptista (2000), la definición de la población se establece teniendo en cuenta la pregunta de investigación e incluye a todos los casos que comparten ciertas características para ser analizados. Para esta investigación la población estuvo constituida por todos los estudiantes atendidos en la Institución Educativa donde se realiza puesto que cada grupo puede ser foco de análisis.

Para caracterizar esta población se tuvo en cuenta aspectos sociales, económicos y culturales que brindan elementos que puedan aportar al análisis de los resultados. Los estudiantes que conformaban esta población pertenecen a estratos 0 y 1, teniendo en cuenta que sus viviendas están ubicadas en zona rural (corregimiento La Buitrera), con una vía de acceso principal en buen estado, las otras vías secundarias sin pavimentar y con estructuras irregulares dadas por las formas del relieve montañoso. Sus familias se

dedican principalmente a trabajos operarios en la ciudad de Cali, al cuidado de las fincas de recreo o de colegios privados del mismo corregimiento (en el corregimiento existen 9 colegios privados que prestan su servicio a estratos 4 y 5 de la ciudad de Cali) y a ventas informales. La mayor parte de los estudiantes son hijos de madres o padres solteros o bien, son cuidados por tíos o abuelos, en algunos casos los familiares encargados o los mismos padres de familia son analfabetas. En general los profesores se quejan porque se nota poco compromiso de las familias con la educación de los niños y niñas.

En cuanto al aspecto salud, el corregimiento, no cuenta con hospitales ni clínicas, pero tiene un puesto de salud que no tiene servicio de urgencias, este servicio se presta en la ciudad de Cali en hospitales ubicados aproximadamente a 45 minutos del corregimiento La Buitrera. Los principales problemas de salubridad están relacionados con el agua que se consume; pese a que el corregimiento cuenta con un acueducto comunitario, el abastecimiento del líquido es intermitente, por tanto los habitantes utilizan tanques de almacenamiento que no siempre reciben el mantenimiento adecuado. Entre los estudiantes es común escuchar que no hierben el agua porque los nacimientos de los ríos están muy cerca y consideran que es agua pura.

En el momento de realizar esta investigación la Institución Educativa La Buitrera empezaba a identificar problemas de orden social (pandillas) y consumo de sustancia ilícitas en los que se veían involucrados algunos estudiantes de 9º, 10º y 11º, esto empezaba a generar preocupación entre los docentes puesto que la escuela no cuenta con personal de apoyo como psicólogos o terapeutas ni clases extracurriculares, además el



corregimiento solamente cuenta con un puesto de policía ubicado detrás de la escuela donde se realiza este estudio.

De la población mencionada se seleccionaron a los 25 estudiantes de 5° de primaria, uno de los tres grupos que funciona en la jornada de la tarde. De los 25 estudiantes, 13 son hombres y 12 son mujeres, oscilan entre los 10 y 12 años. Según Hernández, Fernández y Baptista (2000), esta muestra se considera no probabilística puesto que la selección se hizo por conveniencia del sitio de trabajo de la maestra investigadora, quien impartía clases de 12 asignaturas: lenguaje, matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, inglés, informática, tecnologías alternativas, organización comunitaria, artes, educación física, religión y ética. El horario de trabajo con los estudiantes era de 12:45 pm. a 5:45 pm.

La maestra venía trabajando con este grupo desde grado 4°, en ese año participó en una investigación para la enseñanza de la escritura y en el proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil que aún ejecutaba al momento de realizarse esta investigación. Movida por los resultados de este último proyecto precisamente es que surgió la presente investigación.

### **3.5. Instrumentos**

Para la recolección de los datos se utilizaron cinco tipos de instrumentos de los cuales algunos se aplicaron secuencialmente y otros se combinaron con los anteriores, estos son característicos de la metodología investigación acción aplicada a los contextos educativos (Elliot, 2000).

**3.5.1 Evaluación diagnóstica de solución de problemas matemáticos** (ver apéndice A). Es un instrumento diseñado por la docente investigadora a partir de los planes de clase que ya tiene para sus clases, consta de tres problemas matemáticos (uno se resuelve con suma y resta y los otros dos se resuelven con división) y un punto adicional que pide al estudiante inventar un problema. El propósito con este instrumento, fue identificar los conocimientos y habilidades previas de los estudiantes en cuanto a la solución de problemas matemáticos que requieren de las operaciones de suma, resta, multiplicación y división para resolverlos. Los datos arrojados por este instrumento se compararon con una evaluación final del proceso.

**3.5.2. Evaluación final del proceso** (ver apéndice B). Es un instrumento diseñado por la docente investigadora muy similar a la evaluación diagnóstica, con niveles de complejidad similar y que requerían las mismas operaciones para resolverse. Se aplicó a los estudiantes al final de proceso de intervención para comparar con los datos de la evaluación diagnóstica, la diferencia de los datos arrojados por ambos instrumentos brindó información sobre el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a resolución y formulación de problemas.

**3.5.3. Puesta en común** (ver apéndice C). Sesión de reflexión con cinco preguntas iniciales con las cuales la maestra investigadora lleva al grupo a pensar sobre su aprendizaje. Las preguntas fueron las siguientes:

- ¿Qué es lo más difícil de aprender a resolver problemas matemáticos?
- ¿Cuándo aprenden más, cuando se usa el celular o cuando no lo usamos?  
¿Por qué?

- ¿Les gusta más las clases con el celular o sin el celular? ¿Por qué?
- ¿Qué dificultades encuentran cuando usamos el celular en clase de matemáticas?
- ¿Usan sus celulares para hacer tareas de matemáticas en casa? ¿Cómo lo usan?

La intención de esta entrevista era indagar acerca de las percepciones de los estudiantes sobre el uso del teléfono inteligente en las clases de matemáticas. Con estos datos se identificaron argumentos que apoyaron o complementaron los datos de las evaluaciones diagnóstica y final, pero desde el punto de vista motivacional. La duración de esta puesta en común tuvo una duración de 23 minutos, fue grabada en video y transcrita posteriormente.

**3.5.4. Cuadernos de los estudiantes** (ver apéndice D). Se analizaron los registros que los estudiantes hicieron en sus cuadernos de matemáticas para encontrar en ellos datos sobre los avances que iban adquiriendo los estudiantes durante la intervención de la maestra. Se tomaron copias fotostáticas de las partes que se consideraron pertinentes para complementar los resultados de las pruebas diagnóstica y final.

**3.5.5. Diario de clase de la maestra** (ver apéndice E). La maestra llevó un diario donde registró las tres sesiones de intervención con diseño instruccional, donde de forma subjetiva, escribe sus impresiones, sentimientos e ideas en cuanto al desarrollo de sus clases y el desempeño de los estudiantes. Este diario aportó datos sobre el ambiente de aprendizaje que se fue construyendo con el uso del teléfono inteligente.

### 3.6. Procedimiento

Dado el carácter cualitativo de esta investigación se procedió de manera inductiva para la aplicación de los instrumentos y la intervención del modelo instruccional, posteriormente se acudió a la descripción de los datos para luego analizarlos (Valenzuela & Flores, 2012).

Como punto de partida se solicitó autorización para realizar la presente investigación ante la rectora de la institución educativa. Esta solicitud se hizo por escrito quedando constancia de su aprobación en el apartado *aspectos éticos*. Acto seguido se procedió a informar a la comunidad educativa (2 coordinadores, acudientes de los estudiantes y estudiantes) sobre las condiciones en las que se realizaría la investigación, su propósito y beneficios para la institución.

La aplicación de los instrumentos inició con la evaluación diagnóstica, destinando para ello media hora de la sesión. Posteriormente se explicó a los estudiantes (nuevamente) la razón por la cual serían grabadas en video algunas sesiones de las clases de matemáticas. Se destinaron quince minutos para hacer todas las aclaraciones pertinentes. Al finalizar la jornada escolar la maestra revisó los instrumentos diagnósticos desarrollados por los estudiantes, tratando de identificar sus conocimientos y procedimientos previos respecto a la solución de problemas matemáticos así como las principales dificultades.

En las tres sesiones siguientes se desarrolló la intervención del modelo instruccional brindado por el proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil, utilizando el teléfono inteligente como herramienta didáctica para que los estudiantes aprendieran a

resolver problemas, cuya solución requería operaciones de suma, resta, multiplicación y división. Cada sesión duró una hora aproximadamente, tiempo durante el cual la maestra aprovechó para tomar fotografías de algunos de los cuadernos de los estudiantes. Al finalizar la jornada escolar de cada día la maestra escribió su diario de campo.

En la última sesión se aplicó el instrumento de evaluación final destinando media hora para su desarrollo. Finalmente la maestra investigadora hizo una puesta en común con los estudiantes (todos en un solo grupo) sobre sus percepciones ante el aprendizaje con ayuda del teléfono inteligente, esta conversación duró aproximadamente 23 minutos, fue registrada en video y luego transcrita.

### **3.7. Análisis de los resultados**

Este proceso se realizó en tres momentos de triangulación de datos, lo cual asegura la validez interna de la investigación. El primer momento tuvo en cuenta los desempeños de los estudiantes reflejados en los instrumentos de evaluación diagnóstica y evaluación final, sintetizados en las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7. El resultado de la triangulación anterior permitió identificar en qué preguntas de las evaluaciones se percibía dificultad y cuáles fueron esas dificultades. De tal forma se lograron identificar cuatro categorías:

- Comprensión del enunciado del problema.
- Estrategia de solución del problema.
- Precisión en la solución del problema.
- Planteamiento de problemas.

En el segundo momento se cruzó la información anterior, las fotografías de los cuadernos de los estudiantes, la puesta en común y el diario de campo de la maestra para analizar las percepciones motivacionales sobre el papel que ha jugado el teléfono inteligente durante el proceso de construcción del ambiente de aprendizaje; este proceso permitió identificar una quinta categoría: Motivación hacia el aprendizaje.

De esta manera, tanto los desempeños de los estudiantes como las percepciones de estudiantes y maestra permitieron concluir cuál ha sido el impacto de un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente como recurso didáctico para el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos.

En el tercer momento se analizan los datos anteriores a la luz de las teorías sobre la manera como se estructura el conocimiento matemático por parte de los niños: *el aprendizaje significativo y enseñanza para la comprensión*; y el papel de los instrumentos didácticos: *Teoría sobre de las situaciones didácticas* de Guy Brousseau y *Orquestación Instrumental* de Luc Trouche.

### **3.8 Aspectos éticos**

En los apéndices F y G se presentan las dos cartas que sirven como constancia de autorización para realizar el presente estudio. La primera carta evidencia la autorización de la rectora de la institución educativa donde se realizó la investigación, la segunda evidencia la autorización para usar los materiales del proyecto RAM donde se incluye el modelo instruccional que se implementó (ver apéndices H, I, J). Adicionalmente, se

aclara que durante todo este informe se mantiene la confidencialidad de los nombres de los estudiantes que participaron.

Es así como el método de esta investigación, presentado en este capítulo, dio respuesta a la pregunta de investigación y a los objetivos propuestos, argumentando que la mejor opción metodológica para resolver el problema educativo planteado es la investigación acción, considerada como parte de los enfoques cualitativos de investigación. El proceso de recolección y análisis de datos, la muestra, instrumentos y procedimientos a utilizar son congruentes con dicha metodología; finalmente se presentaron los documentos legales que prueban las correspondientes autorizaciones para el desarrollo del proceso investigativo.

## Capítulo 4: Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación llevada a cabo. Se ha dividido la información en dos partes. En la primera parte se presentan los datos arrojados por los instrumentos utilizados para recopilar la información; en la segunda parte se analizan estos datos en cinco categorías que van demostrando cómo los estudiantes fueron avanzando en su proceso de aprendizaje de resolución de problemas.

En esta investigación, la recolección y análisis de datos se hizo utilizando la metodología de investigación acción por considerarla como la más pertinente para abordar la pregunta y los objetivos de investigación ya que están planteados para desarrollar descriptivamente la realidad educativa que se estudió en torno al aprendizaje de resolución de problemas matemáticos en grado 5 de educación rural:

- Pregunta: ¿Cómo se construye el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos usando recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente en una clase de 5° de una escuela pública rural de Colombia?
- Objetivos: - Comparar el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos antes de usar un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente y después de su aplicación a estudiantes de 5° de primaria de una escuela rural de Colombia. - Evaluar la pertinencia de un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente para enseñar a resolver problemas matemáticos a niños de 5° de primaria.- Identificar los aportes que puede hacer un teléfono inteligente cuando se usa como herramienta didáctica para enseñar a resolver problemas matemáticos.



El procedimiento consistió en la aplicación de dos instrumentos de evaluación (diagnóstica y final), el desarrollo de tres sesiones de intervención siguiendo un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente como herramienta didáctica (de las cuales se tienen algunas fotografías), una puesta en común entre maestra y estudiantes alrededor del uso de dicho teléfono en las clases de matemáticas y el registro de diarios de cada clase por parte de la docente investigadora.

#### 4.1. Presentación de resultados

A continuación se presentan los datos recopilados a través de los procedimientos e instrumentos mencionados anteriormente. Se han agrupado en producciones de los estudiantes (pruebas diagnóstica y final), puesta en común y observaciones realizadas en el diario de cada clase.

**4.1.1. Producciones de los estudiantes.** Las respuestas de los estudiantes ante las pruebas diagnóstica y final se han registrado de forma consolidada en las tablas 2 y 3 que se presentan a continuación, las respuestas individuales se presentan en las tablas de los apéndices K y L.

Tabla 2

*Total de respuestas de los estudiantes a la prueba diagnóstica.*

	Respuestas acertadas	Respuestas erradas
Pregunta 1	0	24
Pregunta 2	10	14
Pregunta 3	1	23
Pregunta 4	16	8

Tabla 3

*Total de respuestas de los estudiantes a la prueba final.*

	Respuestas acertadas	Respuestas erradas
Pregunta 1	7	17
Pregunta 2	15	9
Pregunta 3	4	20
Pregunta 4	16	8

De las fotografías de los desempeños de los estudiantes durante el proceso de intervención se seleccionaron algunas que se anexan en el apéndice D. En general las fotografías tomadas consistieron en:

- 5 fotografías de la clase 1 denominada *solución de problemas con multiplicación*. Evidencian los desempeños de cinco estudiantes en una de las actividades de la clase.
- 5 fotografías de la clase 2 denominada *división de números naturales*. Evidencian los desempeños de cinco estudiantes en dos de las actividades de la clase.
- 8 fotografías de la clase 3 denominada *aplicación de las operaciones en la vida real*. Evidencian los desempeños de los ocho grupos que trabajaron en la formulación de problemas.

**4.1.2. Puesta en común.** En esta sesión se pidió a los estudiantes que opinaran sobre el uso del celular en las clases de matemáticas, particularmente para resolver problemas matemáticos. Para ello la maestra investigadora tenía diseñadas cuatro preguntas que se fueron precisando en la medida en que los estudiantes iban contestando. En la siguiente tabla se muestra esta información.

Tabla 4

*Datos arrojados por la puesta en común.*

Pregunta	Resumen de los comentarios de los estudiantes
¿Qué es lo más difícil de aprender a resolver problemas matemáticos?	<p>Estudiante 2: a veces es un poquito difícil entenderlo.</p> <p>Estudiante 3: Entender el problema y hacer la operación.</p> <p>Estudiante 2: profe, también me parece difícil saber qué tengo que hacer, si es suma o así...</p> <p>Estudiante 5: a mí me parece más difícil también analizarlo porque los problemas a veces tienen unas partes que uno no entiende.</p> <p>Estudiante 6: Leer porque me gustaría más cuando lo hacen con gráficos, mmm me parece mejor que leer.</p>
¿Cuándo aprenden más, cuando se usa el celular o cuando no se usa?	<p>Estudiante 9: yo entiendo mejor con el celular porque con el video ahí uno ya entiende qué pasa con el problema y cómo se hace.</p> <p>Estudiante 3: uno no entiende cuando hace un problema leyendo, uno no entiende casi bien, cuando es viendo una imagen o algo así uno entiende mejor.</p> <p>Estudiante 12: uno aprende mejor sin el celular porque si uno no entiende bien un problema es mejor porque así uno puede aprender de ese problema y así, el celular a veces ayuda pero no explica todo bien, hace el resultado pero no explica cómo se hace.</p> <p>Maestra: el proceso...</p> <p>Estudiante 12: y mientras si uno lo hace, uno hace el proceso pero no el resultado.</p>
¿Les gusta más las clases con el celular o sin el celular?	<p>Estudiante 15: a mí me gusta por los dibujos.</p> <p>Estudiante 12: a mí me gusta más con el celular porque los videos me hacen entender más y también hay unos juegos de matemáticas que me hacen aprender.</p> <p>Estudiante 8: yo pienso que es divertido porque el celular como dicen nos enseña pero tiene cosas más divertidas como los juegos y todo y si uno necesita hacer una operación la piensa, pero a veces en el celular la muestran y a veces con dibujos.</p> <p>Estudiante 5: profe, que los videos a uno a veces los problemas le salen más fácil por los videos. Y con los actores que hacen el video son divertidos.</p>
¿Qué dificultades encuentran cuando usamos el celular en las clases de matemáticas?	<p>Estudiante 15: que no nos lo prestan (en tono de burla).</p> <p>Estudiante 10: las dificultades que yo veo en el celular es que a veces vamos a ver algún video y no se puede ver, o no tiene señal.</p> <p>Estudiante 11: profe, que a veces necesitamos ver algún video y no carga bien o el celular no permite que entre a esa página.</p>
¿Ustedes usan celulares para resolver tareas de matemáticas en sus casas?	<p>Varios estudiantes en desorden: no!</p> <p>Estudiante 13: yo lo uso para probar si las operaciones me quedaron bien pero ahí no se puede saber eh... el proceso.</p> <p>Estudiante 4: yo tampoco lo uso porque ahí uno no puede ver cómo se hace la operación.</p> <p>Estudiante 14: yo uso el celular para mirar si la operación me quedó buena, si no, entonces la vuelvo a repetir.</p>
¿Alguien quiere decir algo más sobre el uso del celular?	<p>Estudiante 7: Yo creo que el celular es muy importante no solamente para aprender matemáticas sino también para ciencias y para ver los videos de temas que no entendemos.</p> <p>Estudiante 1: a mí me parece que sirve para todas las materias porque cuando no sabemos algo lo buscamos en el celular sin importar de qué materia es, lo importante es que podamos encontrar algo que nos hace falta para entender.</p> <p>Estudiante 3: también hay unos juegos con los que uno puede aprender y unas páginas que la profesora no da para aprender.</p>

**4.1.3. Observaciones anotadas en el diario de campo de la maestra.** Después de cada una de las sesiones de intervención del modelo instruccional la maestra investigadora escribió su diario de campo donde registró lo que consideró relevante sobre el desarrollo de las mismas, teniendo en cuenta los desempeños de sus estudiantes, su rol como docente y los aspectos motivacionales que influyeron en la dinámica de cada clase. A continuación se presentan las observaciones más relevantes para efectos del posterior análisis.

Clase 1:

- “Fue sorprendente para la observadora que un buen número de estudiantes tuvieran claro, en teoría, el proceso de resolución de problemas, sin embargo, a través del video que se proyectó usando el celular, los estudiantes cayeron en cuenta que analizar el problema no era tan fácil, de hecho se tomó bastante tiempo comprenderlo, lo tuvieron que ver varias veces”.
- “El planteamiento de un problema grupal fue una actividad divertida porque se contextualizó a la realidad del momento, el mundial de futbol...”
- “La solución que dieron al problema fue interesante en la medida en que fue posible contrastar diferentes formas de llegar a la solución, se exploraron desde la división hasta las formas abreviadas de multiplicación”.
- “... otros hicieron problemas básicos y otro grupo que planteó un problema muy bien, pero tuvieron muchas dificultades en resolverlo a pesar de lo cercano que era a sus vidas cotidianas”.
- “La maestra vio la necesidad de insistir con la premisa: si no entiende algo del problema, lo vuelven a leer y si no es suficiente hace dibujos, palitos o cualquier representación que les permita entender”.
- “Se siguió el plan de clase, la única diferencia entre lo planeado y lo que se realizó estuvo en los tiempos para cada actividad”.

Clase 2:

- “La maestra expresa preocupación por los niños que se acostumbraron a realizar las divisiones sin mostrar la resta puesto que por momentos aquellos estudiantes se notaban confundidos”.
- “Se observó que el video que se proyectó con el celular fue de mucha ayuda como herramienta didáctica para explicar el valor del cero al cociente, ya que lo

ilustraba de varias formas, se pausaba y retomaba constantemente hasta que la maestra y los estudiantes lo consideraron necesario”.

- “Se notó motivación por parte de los estudiantes en el tema, algo muy importante para la maestra puesto que expresa que en ocasiones se torna agotador explicar varias veces lo mismo y encontrar estudiantes que siguen sin entender y empiezan a molestar a los compañeros por su falta de motivación”.
- “Los estudiantes también usaron las calculadoras de sus celulares lo cual permitió reflexionar sobre su importancia y el lugar que ocupa en el proceso de aprendizaje de las matemáticas”.

Clase 3:

- “Al pasar a las propuestas de planteamiento de problemas se notó más interés por parte de los estudiantes puesto que se utilizaron tres videos del celular que planteaban situaciones de la vida real que generaban preguntas y variados contextos para aplicar las operaciones vistas”.
- “Fue necesario hacer algunos cambios en el diseño instruccional: uno de ellos fue analizar cada video y contextualizar los elementos matemáticos que se mencionaban en cada uno, para que luego en grupos, pudieran plantear sus propios problemas. El otro cambio fue ver primero todos los videos y luego cada grupo escogía uno de ellos como contexto para plantear sus problemas, luego ellos mismos los solucionaban. Esto se hizo por el espacio reducido del nuevo salón”.
- “Finalmente se observaban avances en la calidad de los problemas que estaban planteando y sobre el interés que se percibía para dejarlos bien escritos y resueltos. La maestra expresa esperanza de que tengan la misma motivación para resolver la prueba final”.

#### **4.2. Análisis de los datos**

Los datos presentados en el apartado 4.1 se analizaron inicialmente contrastando la prueba diagnóstica y la prueba final, lo cual evidenció diferentes niveles de comprensión en el planteamiento y resolución de problemas; es decir, algunos estudiantes contestaban sin entender el problema planteado, otros sin hacer las operaciones, otros mostraban su comprensión del problema y sus estrategias de solución pero no daban con la respuesta correcta, etc.

Por otro lado, leyendo los datos de la puesta en común y el diario de campo de la maestra y observando las fotografías, se encontraron elementos que permitían comprender mejor los desempeños de los estudiantes, así que se consideró pertinente describir el proceso de resolución de todas las preguntas, de ambas pruebas, resaltando en cada una la complejidad que evidenciaron los estudiantes.

El tratamiento de los datos descrito anteriormente dio como resultado la organización de los mismos en cinco categorías: en las tres primeras se analizan los componentes del proceso de resolución de problemas que se observó en el desempeño de cada estudiante: comprensión del enunciado del problema, estrategia de solución del problema y precisión en la solución del problema. En la cuarta categoría se analizan las características de los problemas elaborados por los estudiantes y en la última se analiza cómo se da la motivación para el aprendizaje en el *contrato didáctico* de cada sesión.

Cabe aclarar que las categorías anteriores coinciden con las competencias que se espera desarrollar en la resolución de problemas de acuerdo con los planteamientos teóricos de autores como Guy Brousseau, Tina Blythe, Luc Trouche, Geoffrin Gallego, entre otros abordados en el capítulo 2.

Retomando entonces las categorías emergentes de los datos, se utilizaron las respuestas de las evaluaciones diagnóstica y final para organizarlas en cuatro tablas comparativas que resumen los desempeños de los estudiantes en cada situación (tablas 5, 6, 7 y 8). Las tablas 5, 6 y 7 muestran los desempeños de los estudiantes en los problemas 1, 2 y 3 en dichas evaluaciones, evidenciando la comparación entre la prueba diagnóstica (PD) y la prueba final (PF). En estas tablas se identifican los componentes

que tiene en cuenta un estudiante para resolver adecuadamente un problema, al mismo tiempo que se enlistan los 25 estudiantes que participaron en la investigación (cada estudiante fue codificado para el seguimiento en todo el proceso). Así que se observa en qué medida cada uno de los alumnos incluyó los componentes para resolver cada uno de los problemas.

**4.2.1. Comprensión del enunciado del problema.** Recordando a Gallego (2009), en un sistema de resolución de problemas, la lectura y su comprensión son dos aspectos fundamentales desde que empieza una situación didáctica hasta su culminación. En las actividades propuestas por la maestra se observa la claridad que ella tiene al respecto cuando recomienda insistentemente a los estudiantes: “si no entiende algo del problema, lo vuelven a leer y si no es suficiente hace dibujos, palitos o cualquier representación que les permita entender”.

De hecho, los estudiantes reconocen esta complejidad, en la puesta en común, ante la pregunta *¿Qué es lo más difícil de aprender a resolver problemas matemáticos?* Todos los estudiantes que intervinieron expresaron de diferentes formas que leer y entender el problema era lo más difícil: Estudiante 5: “a mí me parece más difícil también analizarlo porque los problemas a veces tienen unas partes que uno no entiende”.

El diseño instruccional contemplaba un problema complejo de entender, que la maestra aprovechó para incluirlo en las evaluaciones diagnóstica y final, con algunas variaciones. Esta situación permitió evidenciar que el video proyectado con el teléfono

inteligente permitió a los estudiantes ampliar la comprensión del planteamiento del problema, tres estudiantes lo explicitaron en la puesta en común de la siguiente forma:

- Estudiante 9: “yo entiendo mejor con el celular porque con el video ahí uno ya entiende qué pasa con el problema y cómo se hace”.
- Estudiante 10: “Por lo menos cuando hicimos lo del caracol, yo lo entendí más así”.
- Estudiante 3: “uno no entiende cuando hace un problema leyendo, uno no entiende casi bien, cuando es viendo una imagen o algo así uno entiende mejor”.

Para complementar el análisis de esta categoría, en la tabla 5 se presentan los datos correspondientes a las respuestas de la situación problema 1 que, como ya se dijo, su complejidad radica principalmente en la comprensión del enunciado. En el apéndice M se presenta esta tabla con observaciones específicas que describen mejor el desempeño de cada estudiante.



Tabla 5

*Componentes para analizar los desempeños de los estudiantes en resolución de problemas matemáticos. (Problema 1).*

Componentes  Estudiante	<b>Comprende el enunciado del problema y expresa una alternativa de solución.</b>		Desarrolla la estrategia de solución a través de la operación seleccionada.		Escribe la respuesta del problema acorde a la pregunta del problema y usando el resultado de la operación.	
	PD	PF	PD	PF	PD	PF
Estudiante 1			X	X	X	X
Estudiante 2				X		
Estudiante 3			X	X	X	X
Estudiante 4			X	X		X
Estudiante 5		X		X	X	X
Estudiante 6			X	X		X
Estudiante 7			X	X	X	X
Estudiante 8			X	X	X	X
Estudiante 9		X	X	X	X	X
Estudiante 10		X		X	X	X
Estudiante 11		X		X	X	X
Estudiante 12			X	X	X	
Estudiante 13			X	X	X	X
Estudiante 14			X		X	X
Estudiante 15			X	X	X	X
Estudiante 16			X	X		X
Estudiante 17		X		X	X	X
Estudiante 18		X	X		X	X
Estudiante 19			X		X	X
Estudiante 20			X	X	X	X
Estudiante 21		X		X	X	X
Estudiante 22			X		X	X
Estudiante 23					X	X
Estudiante 24					X	
Estudiante 25		X	X	X	X	X

Como se observa, ningún estudiante pudo resolver acertadamente la pregunta 1 en la prueba diagnóstica, mientras que en la prueba final 8 estudiantes lo lograron. Pero determinar los avances en el aprendizaje va más allá de encontrar respuestas correctas; en la tabla 3 además se nota una mejoría en el proceso de planteamiento y desarrollo de la estrategia de solución puesto que en la prueba diagnóstica 17 estudiantes la evidenciaron mostrando con ello algunos errores de comprensión del enunciado y en la

prueba final se encuentran 2 estudiantes más que se atrevieron a plantear una forma de resolver el problema, sin contar 2 estudiantes que respondieron acertadamente pero no evidenciaron su estrategia de solución. Algo similar ocurre con la forma de contestar el problema teniendo en cuenta la pregunta y el resultado de las operaciones, en la prueba diagnóstica 20 estudiantes lo evidencian y en la prueba final lo evidencian 22 estudiantes.

Cabe agregar también que se encuentran estrategias de solución más formales y elaboradas en la prueba final en el caso de 10 estudiantes. Esto se resalta puesto es en esa elaboración hacia la formalidad donde se va consolidando el conocimiento matemático, de acuerdo con los postulados de *la enseñanza para la comprensión*, en estos desempeños se evidencia la estimulación del pensamiento, donde el estudiantes intenta explicar de diferentes formas lo que va comprendiendo (Blythe, 1999).

**4.2.2. Estrategia de solución del problema.** En esta categoría se analizan los diversos caminos que toman los estudiantes para llegar a la solución del problema, teniendo en cuenta que estos son los que permiten a la maestra investigadora determinar los procesos de razonamiento en que van avanzando sus estudiantes y los procesos formales propios del conocimiento matemático que van consolidando; así que se encuentran producciones de estrategias de razonamiento muy lógicas, que demuestran comprensión del enunciado del problema pero con representaciones informales como palitos, grupitos; otras más formales pero no tan prácticas como sumas o restas sucesivas y finalmente las más lógicas y resueltas de manera práctica a través de una sola operación.

De acuerdo con Gallego (2009), es importante que los docentes reconozcan las diferentes estrategias que usan los estudiantes y permita en clase la discusión sobre cada una de ellas para generar transformaciones en los procesos de pensamiento. Este es el momento de la clase que Brousseau (2007) llama validación (los estudiantes convencen de la validez de las estrategias utilizadas). En este estudio, se observa cómo la maestra propicia este espacio de validación cuando escribe en su diario de campo: “La solución que dieron al problema fue interesante en la medida en que fue posible contrastar diferentes formas de llegar a la solución, se exploraron desde la división hasta las formas abreviadas de multiplicación”.

Este reconocimiento de las diferentes estrategias que usan los estudiantes les da confianza en sus propios razonamientos al punto que, respecto a esta categoría, se encontró en la puesta en común que sólo 2 estudiantes consideraban difícil la elaboración de la estrategia de solución del problema:

- Estudiante 3: “Entender el problema y hacer la operación”.
- Estudiante 2: profe, también me parece difícil saber qué tengo que hacer, si es suma o así...”

Así mismo, expresaron que entendían mejor las clases cuando se usaba el celular para proyectar videos donde se explicaba el procedimiento de alguna operación:

- Estudiante 7: “con el celular se puede aprender más porque de pronto hay algunas cosas que usted no sabe y las podemos buscar en el celular”.

- Estudiante 8: “que el celular pues explica mejor y nos hace entender. Maestra: ¿en los videos? - Estudiante 8: aja”.
- Estudiante 4: “uno entiende mejor con el celular porque uno cuando ve el video puede solucionar bien los problemas”.
- Estudiante 12: “a mí me gusta más con el celular porque los videos me hacen entender más y también hay unos juegos de matemáticas que me hacen aprender”.

También se encontró en el diario de campo de la maestra su valoración por el apoyo que sentía usando el teléfono inteligente en sus clases: “El video que proyectó con el celular fue de mucha ayuda como herramienta didáctica para explicar el valor del cero al cociente, ya que lo ilustraba de varias formas, lo pausaban y retomaban cuantas veces se necesitara”.

Estas opiniones se evidenciaron en los resultados de las pruebas diagnóstica y final. En la tabla 6 se presentan los datos correspondientes a las respuestas de la situación problema 2 cuya complejidad estaba principalmente en el desarrollo de la estrategia de solución del problema. En el apéndice N se presenta esta tabla con observaciones específicas que describen mejor el desempeño de cada estudiante.

Tabla 6

*Componentes para analizar los desempeños de los estudiantes en resolución de problemas matemáticos. (Problema 2).*

Componentes Estudiante	Comprende el enunciado del problema y expresa una alternativa de solución.		<b>Desarrolla la estrategia de solución a través de la operación seleccionada.</b>		Escribe la respuesta del problema acorde a la pregunta del problema y usando el resultado de la operación.	
	PD	PF	PD	PF	PD	PF
Estudiante 1	X	X	X	X	X	X
Estudiante 2	X	X	X	X	X	
Estudiante 3	X	X	X	X	X	X
Estudiante 4	X	X	X	X		X
Estudiante 5	X	X	X	X	X	
Estudiante 6		X	X	X	X	
Estudiante 7	X	X	X	X	X	X
Estudiante 8	X	X	X	X	X	
Estudiante 9	X	X	X	X		X
Estudiante 10	X	X	X	X	X	X
Estudiante 11	X	X	X	X	X	X
Estudiante 12	X	X	X	X	X	X
Estudiante 13	X	X	X	X	X	X
Estudiante 14	X	X	X	X	X	X
Estudiante 15		X	X	X		X
Estudiante 16	X	X	X	X	X	
Estudiante 17	X	X	X	X	X	X
Estudiante 18	X	X	X	X	X	X
Estudiante 19	X	X	X	X		X
Estudiante 20	X	X	X	X	X	X
Estudiante 21	X	X	X	X	X	
Estudiante 22	X	X		X	X	X
Estudiante 23		X	X			X
Estudiante 24				X	X	X
Estudiante 25	X	X	X	X	X	X

Se encuentra entonces que 23 estudiantes elaboraron una estrategia de solución del problema en la PD y 24 lo hicieron en la PF. 10 estudiantes tuvieron respuestas acertadas en la PD y 15 en la PF. Los anteriores datos no dicen mucho pero como ya se dijo, se encuentra que en la PD 6 estudiantes resolvieron el problema a través de una estructura aditiva (suma o resta), 4 estudiantes lo resolvieron a través de multiplicación y 15 a través de división; independientemente del resultado. En la PF ningún estudiante

utilizó estrategia aditiva, 1 utilizó la multiplicación y 2 no evidenciaron la forma como llegaron al resultado. Con esto se concluye que la intervención de la maestra guiada por un diseño instruccional que usa un teléfono inteligente, sí ayudó a mejorar el aprendizaje de los estudiantes en cuanto al uso de estrategias matemáticas formales para resolver problemas.

**4.2.3. Precisión en la solución de problemas.** En esta categoría volvemos al tema de la comprensión de la situación de comunicación que se plantea en un problema. Ahora se focaliza el análisis en la correspondencia entre la respuesta al problema y la pregunta que se plantea en el mismo. En la tabla 7 se presentan los datos correspondientes a las respuestas de la situación problema 3 cuya complejidad estaba principalmente en la estrategia de resolución y respuesta final del problema. En el apéndice Ñ se presenta esta tabla con observaciones específicas que describen mejor el desempeño de cada estudiante.

Tabla 7

*Componentes para analizar los desempeños de los estudiantes en resolución de problemas matemáticos. (Problema 3).*

Componentes	Comprende el enunciado del problema y expresa una alternativa de solución.		Desarrolla la estrategia de solución a través de la operación seleccionada.		Escribe la respuesta del problema acorde a la pregunta del problema y usando el resultado de la operación.	
	PD	PF	PD	PF	PD	PF
Estudiante 1	X	X	X	X	X	X
Estudiante 2			X	X	X	X
Estudiante 3	X	X	X	X	X	
Estudiante 4		X	X	X		
Estudiante 5		X		X	X	
Estudiante 6	X	X	X	X		
Estudiante 7			X	X	X	X
Estudiante 8		X	X	X	X	
Estudiante 9			X	X		X
Estudiante 10		X	X	X	X	X
Estudiante 11			X	X	X	
Estudiante 12			X	X	X	X
Estudiante 13		X	X	X		
Estudiante 14			X	X		
Estudiante 15			X	X	X	
Estudiante 16	X	X	X	X	X	X
Estudiante 17	X	X	X	X	X	X
Estudiante 18			X	X	X	X
Estudiante 19		X	X	X		
Estudiante 20			X	X	X	X
Estudiante 21		X	X	X	X	
Estudiante 22			X		X	
Estudiante 23					X	X
Estudiante 24					X	X
Estudiante 25		X	X	X		X

Analizando esta tabla 7 se encuentra que 18 estudiantes contestaron la PD acorde a la pregunta del problema mientras que en PF 13 estudiantes mostraron este desempeño, independiente si el resultado era correcto. ¿Lo anterior quiere decir que los estudiantes no aprendieron a responder las preguntas de los problemas? Si nos limitamos a los números expresados la respuesta sería sí. Sin embargo, indagando un poco más en

las dos pruebas se puede apreciar un despliegue de estrategias para resolver el problema mayor en la PF que en PD, se observan una gran cantidad de operaciones borradas (la marcas del lápiz borroso en las hojas de respuesta), lo que podría interpretarse como una mayor motivación en la resolución del problema pero que no les da seguridad a los estudiantes para contestar la pregunta con los resultados obtenidos, es posible que se trate del proceso que los cognitivistas llaman *asimilación y acomodación*.

Finalmente cabe anotar que en la tabla 3 *respuestas de los estudiantes a la prueba final* se encontró que en la PD 1 estudiante respondió acertadamente, mientras que en la PF lo lograron 4. Con lo anterior se evidencian avances en el aprendizaje de la precisión en la respuesta de los problemas de algunos estudiantes. A esto se le agrega que las fotografías de las clases 1 y 2 dan muestra de cómo durante las clases los estudiantes desarrollaban esta competencia, puesto que se observa el proceso completo de resolución de los problemas analizados incluyendo la precisión en la respuesta a la pregunta planteada. Se concluye entonces que el diseño instruccional usado por la maestra permitió que 20 de los 25 estudiantes mejoraran sus aprendizajes en resolución de problemas así:

- Mejoraron en los tres problemas 6 estudiantes.
- Mejoraron en dos problemas 8 estudiantes
- mejoraron en un problema 6 estudiantes.
- No mejoraron 5 estudiantes.

**4.2.4. Planteamiento de problemas.** En esta categoría se analizan las formulaciones de problemas que redactaron los estudiantes en la PD y la PF. De acuerdo



con Castaño (1998), estas producciones revelan el verdadero nivel alcanzado por los estudiantes en el proceso de consolidación de su pensamiento aritmético desarrollado por estructuras aditivas inicialmente y multiplicativas tardíamente. En este estudio se sintetizó la información discriminando las producciones de problemas aditivos y multiplicativos en simples y complejos, mostrando con ello el camino que recorre un estudiante para llegar al pensamiento multiplicativo, tal como se explicó en el capítulo 2.

La tabla 8 presenta la clasificación que se hizo de los problemas que redactaron los estudiantes en las PD Y PF teniendo en cuenta la complejidad de los mismos.

Tabla 8

*Clasificación de problemas planteados por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba final.*

	Situación aditiva simple	Situación aditiva compleja	Situación multiplicativa simple	Situación multiplicativa compleja	Situación aditiva simple	Situación aditiva compleja	Situación multiplicativa simple	Situación multiplicativa compleja
PRUEBA DIAGNÓSTICA					PRUEBA FINAL			
E 1	X						X	
E 2			X			X		
E 3		X				X		
E 4	X		X			X	X	
E 5	X				X			
E 6								
E 7	X					X		
E 8	X							
E 9			X		X			
E 10		X				X		
E 11								
E 12			X				X	
E 13	X					X		
E 14		X				X		
E 15	X					X		
E 16	X						X	
E 17		X					X	
E 18		X	X				X	
E 19	X				X			
E 20	X				X			
E 21			X				X	
E 22								
E 23	X					X		
E 24	X							
E 25		X					X	

Se observa entonces que independientemente si contestaron el problema que ellos mismos plantearon, 9 estudiantes formularon problemas de la misma calidad en ambas pruebas, 5 estudiantes pasaron de situaciones aditivas complejas a situaciones multiplicativas simples, 7 estudiantes pasaron de situaciones aditivas simples a complejas y 4 estudiantes no respondieron. De lo anterior se concluye que hubo mejoría en la estructuración del pensamiento aritmético en 12 de los 25 estudiantes.

Los anteriores avances pueden considerarse significativos y esperados para la maestra quien expresó varias veces en su diario de campo esmero en ayudarles a mejorar en esta categoría:

- “Al pasar a las propuestas de solución y planteamiento de problemas se notó más interés por parte de los estudiantes puesto que utilizamos tres videos del celular que planteaba situaciones de la vida real que generaba preguntas y variados contextos para aplicar las operaciones vistas” (Maestra).
- “Fue necesario hacer algunos cambios en el diseño instruccional: uno de ellos fue analizar cada video y contextualizar los elementos matemáticos que se mencionaba en cada uno para que luego en grupos pudieran plantear sus propios problemas. El otro cambio fue que vimos primero todos los videos y luego cada grupo escogía uno de ellos como contexto para plantear sus problemas, luego ellos mismo los solucionaban. Esto se hizo por el espacio reducido del nuevo salón” (Maestra).
- “Finalmente noté avances en la calidad de los problemas que estaban planteando y sobre el interés que se percibía para dejarlos bien escritos y resueltos” (Maestra).

De acuerdo con el análisis presentado anteriormente se puede apreciar en general que el diseño instruccional usado por la maestra permitió mejoría en el aprendizaje de los estudiantes en resolución y planteamiento de problemas. Esto se puede corroborar con las fotografías tomadas en la clase 3, en las cuales se observa que 6 grupos escribieron problemas combinando operaciones, logrando contextualizarlos con los

videos vistos, con lo que adicionalmente, se logra una comprensión de la aplicación de las matemáticas a diferentes profesiones u oficios.

**4.2.5. Motivación hacia el aprendizaje.** Adicionalmente se puede afirmar que tanto estudiantes como maestra coinciden en el aporte que hizo el diseño instruccional que usa un teléfono inteligente al desarrollo de las clases de matemáticas en términos motivacionales, puesto que se encontró un elevado número de comentarios sobre el cambio en la dinámica de clase para mejorar el ambiente de aprendizaje.

Estudiantes:

- Estudiante 12: “a mí me gusta más con el celular porque los videos me hacen entender más y también hay unos juegos de matemáticas que me hacen aprender”.
- Estudiante 8: “yo pienso que es divertido porque el celular como dicen nos enseña pero tiene cosas más divertidas como los juegos y todo y si uno necesita hacer una operación la piensa, pero a veces en el celular la muestran y a veces con dibujos”.
- Estudiante 5: “profe, que los videos a uno a veces los problemas le salen más fácil por los videos. Y con los actores que hacen el video son divertidos”.
- Estudiante 14: “este, con el celular es divertido, por ejemplo los muñecos que eran como un perro en un bus, todos eran chistosos”.
- Estudiante 7: “Yo creo que el celular es muy importante no solamente para aprender matemáticas sino también para ciencias y para ver los videos de temas que no entendemos”.

- Estudiante 1: “a mí me parece que sirve para todas las materias porque cuando no sabemos algo lo buscamos en el celular sin importar de qué materia es, lo importante es que podamos encontrar algo que nos hace falta para entender”.
- Estudiante 3: “también hay unos juegos con los que uno puede aprender y unas páginas que la profesora no da para aprender”.

Maestra:

- “Me sorprendió que un buen número de estudiantes tuvieran claro, en teoría, el proceso de resolución de problemas, sin embargo, a través del video que proyecté usando el celular, los estudiantes cayeron en cuenta que analizar el problema no es tan fácil, de hecho nos tomó bastante tiempo comprenderlo, lo tuvimos que ver varias veces, sin que se aburrieran de repetirlo.

Finalizando con los resultados de esta investigación vale la pena mencionar el valor que se le da a la diversidad de niveles de aprendizaje en el grupo analizado, de acuerdo con Vigotsky (1934), los sujetos van aprendiendo en la medida en que se les ofrezca un *andamiaje* para llegar a elaboraciones mentales superiores, en esta investigación se mostró que el *andamiaje* se da siguiendo el modelo instruccional de acuerdo con las condiciones del grupo, cada uno se encuentra en un nivel de desarrollo cognitivo y logra avanzar en su proceso en la medida en que se involucran en la interacción social que se genera gracias a la orquestación instrumental, donde se les plantea una *zona de desarrollo próximo* que, para este caso, sería la estructuración del pensamiento matemático multiplicativo.

Pese a lo anterior, cabe preguntarse ¿qué pasó con los 5 estudiantes que no lograron mejorar su desempeño? Al revisar nuevamente las PD y PF se logra identificar que se trata de dos estudiantes caracterizados con problemas de aprendizaje y tres que ya manejaban una estructura de pensamiento multiplicativo simple y que tal vez, la maestra se centró en llevar a la mayoría del grupo a ese nivel, es decir que estas tres estudiantes no encontraron un reto que las movilizara cognitivamente.

Desde una visión general del diseño instruccional, a la luz de los postulados de Trouch (2002), las evoluciones de la tecnología móvil permitieron evoluciones de los acercamientos didácticos para enseñar a resolver problemas, visto el instrumento, como el portador de los videos y otras aplicaciones que enriquecieron el contexto con situaciones muy cercanas a la realidad para aplicar objetos matemáticos. La *Orquestación Instrumental* se fue estructurando mucho antes de las clases aquí analizadas; el primer momento, la configuración interna del artefacto (teléfono inteligente) dotado, como ya se dijo, con videos y herramientas para ser usadas en las clases. El segundo momento, la configuración del artefacto en el aula, donde su uso, convierte al teléfono inteligente en un instrumento que ocupa unos espacios y tiempos programados didácticamente en los planes de clase (diseño instruccional). Y el tercer momento se da en la práctica escolar y en investigaciones como esta, donde las configuraciones reflexivas se dan para evaluar la orquestación.

En este capítulo se han presentado los resultados de esta investigación. Inicialmente se incluyó una selección de los datos arrojados por los instrumentos utilizados: prueba diagnóstica, prueba final, fotografías tomadas en las clases, puesta en

común con los estudiantes y diario de campo de la maestra. Posteriormente se analizaron estos datos identificados como categorías que al mismo tiempo van indicando el camino que recorre un estudiante de 5° para considerarlo competente en resolución y planteamiento de problemas.

- Comprensión del enunciado del problema.
- Estrategia de solución del problema.
- Precisión en la solución del problema.
- Planteamiento de problemas.
- Motivación hacia el aprendizaje.

El análisis minucioso de estas categorías demostraron la pertinencia del diseño instruccional para ayudar a los estudiantes a mejorar en sus competencias de resolución de problemas matemáticos.

## Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron al culminar la investigación, de acuerdo con la pregunta de investigación y los objetivos:

- Pregunta: ¿Cómo se construye el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos usando recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente en una clase de 5° de una escuela pública rural de Colombia?
- Objetivos: - Comparar el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos antes de usar un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente y después de su aplicación a estudiantes de 5° de primaria de una escuela rural de Colombia. - Evaluar la pertinencia de un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente para enseñar a resolver problemas matemáticos a niños de 5° de primaria.- Identificar los aportes que puede hacer un teléfono inteligente cuando se usa como herramienta didáctica para enseñar a resolver problemas matemáticos.

Así mismo se dan a conocer las limitaciones presentadas a lo largo de esta investigación, se plantean algunas recomendaciones y se reconocen algunas proyecciones de líneas de investigación como la enseñanza de las matemáticas en educación primaria, el uso de la tecnología para enseñar matemáticas, entre otras.

En el capítulo anterior se detalló cómo, a partir de los datos arrojados por las pruebas diagnóstica y final, la puesta en común y el diario de campo de la maestra y su posterior análisis, se encontraron cinco categorías que además, se contrastaba con el marco



teórico. Se encontró que dichas categorías coinciden con las competencias que se espera que los estudiantes desarrollen para resolver problemas aritméticos adecuadamente.

En resumen, se puede decir que en los procesos de comprensión del enunciado del problema, las estrategias de solución, la precisión en la solución y el planteamiento de problemas, se identificaron mejoras en los desempeños de 20 estudiantes quienes, en su mayoría, inician con una estructura de pensamiento matemático aditivo simple. Gracias al diseño instruccional que incluye recursos didácticos virtuales del teléfono inteligente, aplicado por la maestra, doce estudiantes avanzaron a una estructura de pensamiento aditivo más complejo y a la estructura multiplicativa simple.

Así mismo se encontró que el ambiente de aprendizaje y su dinámica mejoró debido que el uso del diseño instruccional promovió la motivación de estudiantes y maestra; logrando que el *contrato didáctico* planteado por Brousseau (2007) y la *orquestración instrumental* planteada por Trouche (2009), propiciaran los aprendizajes esperados.

## **5.1. Conclusiones**

A continuación se presentan las conclusiones puntuales a las que se llegaron al terminar esta investigación. Primero se demuestran las conclusiones respecto a los objetivos y la pregunta de investigación, posteriormente se expone una apreciación crítica del proceso de investigación como tal y finalmente se identifican futuras investigaciones que puedan derivarse de este trabajo.

**5.1.1. Conclusiones respecto a los objetivos planteados y la pregunta de investigación.** En la presente investigación se lograron los tres objetivos específicos que

orientaron el proceso de investigación. Respecto al objetivo “Comparar el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos antes de usar un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente y después de su aplicación a estudiantes de 5° de primaria de una escuela rural de Colombia”, efectivamente se logró utilizando la prueba diagnóstica y la prueba final, contraste que permitió identificar cuatro de las cinco categorías analizadas en el capítulo anterior: comprensión del enunciado del problema, estrategias de solución, precisión en la solución y planteamiento de problemas. Igualmente esta comparación permitió identificar que hubo diferencias sustanciales entre los resultados de los estudiantes antes y después de aplicación del diseño instruccional.

Respecto al objetivo “Evaluar la pertinencia de un modelo instruccional que usa un teléfono inteligente para enseñar a resolver problemas matemáticos a niños de 5° de primaria”, se logró en el momento en que se analizaron los datos una vez identificadas las categorías emergentes en el objetivo anterior, adicionalmente, los datos de la puesta en común y la bitácora de la maestra permitieron evaluar la pertinencia del diseño instruccional a partir de una categoría más: motivación hacia el aprendizaje. El logro de este objetivo se observa en los siguientes resultados:

- Comprensión del enunciado del problema: en la pregunta donde se demandaba mayor esfuerzo en la comprensión del problema, se demostró que el diseño instruccional es útil para que los estudiantes comprendan mejor el enunciado del problemas debido a que se les propone analizarlo desde dos códigos: el textual y el audiovisual.

- Las estrategias de solución del problema: el diseño instruccional propició un mejor desempeño en solución de problemas en 20 estudiantes, en este sentido se considera apropiado para desarrollar en los estudiantes competencias que les permitan razonar, deducir y ejercitar operaciones para encontrar diferentes formas de resolver un problema, gracias a los contextos significativos que propone para aplicar los conocimientos matemáticos.
- La precisión en la solución del problema: el diseño instruccional no hace énfasis en la manera de contestar las preguntas de los problemas de matemáticas, sino que da por entendido que en el contexto comunicativo que propone debería surgir la forma de responder correctamente. Aunque los estudiantes llegaran a la respuesta correcta, no todos contestaron relacionando la pregunta del problema y el resultado de las operaciones realizadas para solucionar el problema. De hecho se encontró que en la PD 18 estudiantes evidenciaron esta competencia pero en la PF sólo 13 lo hacen.
- Planteamiento de problemas matemáticos: En el capítulo anterior se dijo que en esta categoría se identificaron 12 estudiantes que mostraron mejoría en su estructuración de pensamiento hacia los procesos multiplicativos. Esto quiere decir que el diseño instruccional permitió aprendizajes considerables en la formulación de problemas por parte de los estudiantes debido a que propone aprovechar la información audiovisual para invitar a los estudiantes a jugar asumiendo roles de diferentes profesionales que usan las matemáticas en sus

contextos, generando así motivación en ellos. El resultado fue un avance cognitivo en la estructura de pensamiento matemático aditivo y multiplicativo.

- Motivación hacia el aprendizaje: De acuerdo con Ausubel (1976) el *aprendizaje significativo* es el que se da cuando se dan las condiciones motivacionales para el aprendizaje. Seguramente este es uno de los primeros efectos del diseño instruccional puesto que incluye actividades que delegan al estudiante el protagonismo de su aprendizaje a partir de herramientas brindadas por el teléfono inteligente que les propone diversos contextos para las matemáticas que despiertan su curiosidad. En general 19 estudiantes expresaron que aprenden y disfrutan más de las clases de matemáticas cuando se usa el teléfono inteligente en el marco del diseño instruccional que determina su uso.

El logro del objetivo “Identificar los aportes que puede hacer un teléfono inteligente cuando se usa como herramienta didáctica para enseñar a resolver problemas matemáticos” se identifica en términos cercanos a los del objetivo anterior. El teléfono inteligente se constituyó en una herramienta de gran valor pedagógico en el contexto de la institución educativa donde se realizó la investigación ya que está ubicada en zona rural donde no existe conectividad a internet, lo cual implica que su currículo contemple estrategias pedagógicas limitadas por textos escritos y audiovisuales que se puedan llevar al aula sin conectividad, algo que demanda más trabajo para los docentes, en ocasiones infructuoso y contextos de aprendizaje tediosos o monótonos para los estudiantes. Como ya se dijo esto afecta la calidad de la enseñanza y los niveles de

aprendizaje de los estudiantes. Algunos de los principales aportes del teléfono inteligente identificados luego de analizar los datos fueron:

- Acceso a internet para buscar información de cualquier asignatura. En el caso de matemáticas, la información descargada consistió en juegos de estrategia, de acuerdo con lo expresado por los estudiantes en la puesta en común.
- Almacenamiento de información. En este caso el teléfono ya venía dotado con videos e imágenes de gran calidad específicas para enseñar a resolver problemas, los cuales fueron evaluados por estudiantes y maestra como herramientas pertinentes y motivadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Herramientas como calculadora, cronómetro y mapas para usar en contextos matemáticos.
- Herramientas para grabación de audio, video y fotografía para registrar algunos de los desempeños de los estudiantes.

Como respuesta a la pregunta ¿Cómo se construye el aprendizaje de resolución de problemas matemáticos usando recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente en una clase de 5° de una escuela pública rural de Colombia?, esta investigación demuestra que los estudiantes van mejorando sus competencias en resolución de problemas discriminadas en las cinco categorías identificadas en los datos que arrojaron los instrumentos utilizados.

De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo anterior se puede apreciar que el impacto en el aprendizaje de solución de problemas matemáticos en una clase de 5° de primaria empieza con un aumento en la motivación de estudiantes y maestra para desarrollar las clases. En el caso de la maestra su motivación radica en la expectativa de una nueva forma de enseñar a resolver problemas, usando herramientas didácticas novedosas contenidas en el teléfono inteligente.

En el caso de los estudiantes la motivación radica en la curiosidad que genera en ellos los contenidos presentados en la clase de una manera diferente al texto en forma de taller o tarea al que venían acostumbrados, para la mayoría de ellos las clases fueron más divertidas y les permitían aprender mejor.

Ahora bien, producto de la motivación, el impacto en el aprendizaje de elementos matemáticos puntualmente, se encontró positivamente en dos sentidos: en solución de problemas y planteamiento de problemas. En solución de problemas se evidenció cómo los estudiantes iniciaban el proceso de investigación con poca comprensión de los enunciados, con estrategias de soluciones informales o basadas en una estructura de pensamiento aditivo con poca rigurosidad e incluso con respuestas a la pregunta gramaticalmente bien organizadas pero con información vaga.

Luego de la intervención de la maestra con el diseño instruccional propuesto, los estudiantes terminan el proceso de solución de problemas con estrategias de solución más formales, donde se evidencia un impacto en el aprendizaje en cuanto a la comprensión de los enunciados y en cuanto al conocimiento matemático más estructurado hacia el pensamiento matemático multiplicativo puesto que se observan respuestas con operaciones concretas como la multiplicación y la división. Sin embargo

se notan dudas en el momento de responder a las preguntas de algunos de los problemas puesto que se observan respuestas cortas y marcas de otras respuestas borradas lo cual se ha interpretado como una evidencia de cómo el pensamiento multiplicativo apenas se va estructurando y no logran relacionar con total seguridad el procedimiento realizado en la operación aritmética. Esto se explica en que el conocimiento no es lineal sino en espiral, tal como lo plantearon los estudiosos de la psicología cognitiva.

Algo similar sucede en el proceso de planteamiento de problemas matemáticos. Los estudiantes inician escribiendo problemas de tipo aditivo relacionado con sus vidas cotidianas y pasan a elaborar problemas más complejos y de estructura multiplicativa, ahora en contextos más distantes de su cotidianidad y con niveles de abstracción mayores. Con lo anterior se indica que el impacto del diseño instruccional en el aprendizaje de estudiantes de 5° estuvo en dar al *contrato didáctico* un contexto diverso, con herramientas tecnológicas orquestadas para que se produjera un cambio en los esquemas de pensamiento matemático aditivo que poco a poco los llevaría desempeñarse con elementos más formales y más precisos en los problemas que se les plantean.

**5.1.2. Apreciación crítica de la investigación.** En esta investigación se ha abordado un problema educativo que surge de la práctica de una docente de 5° de primaria quien cuestionó la eficacia de un proyecto de innovación que aplicaba en sus clases de matemáticas. Partiendo de esta idea empieza a cobrar importancia lo planteado en este trabajo, puesto que solamente la investigación puede determinar objetivamente la pertinencia de los frecuentes proyectos de innovación que se llevan a las instituciones educativas, de la misma manera que es imperativo la formación de docentes críticos que estén dispuestos a hacer investigación en el aula.

Así pues, la investigación que aquí se reporta da cuenta de un riguroso proceso en el cual la maestra investigadora se propone hacer un estudio cualitativo sobre su práctica. Para ello se vale de la metodología investigación acción la cual permite analizar un fenómeno educativo para mejorarlo a partir de sus hallazgos. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos, así como el procedimiento para analizarlos corresponden a esta metodología; de igual manera los resultados obtenidos dan cuenta de una minuciosa interpretación de los datos que se sustentan en el marco teórico delimitado específicamente para dar mayor comprensión al fenómeno estudiado.

Este proceso se realizó en tres momentos de triangulación de datos, lo cual asegura la validez interna de la investigación: el primer momento tuvo en cuenta los desempeños de los estudiantes reflejados en los instrumentos de evaluación diagnóstica y evaluación final; en el segundo momento se cruzó la información anterior, las fotografías de los cuadernos de los estudiantes, la puesta en común y el diario de campo de la maestra para analizar las percepciones motivacionales sobre el papel que ha jugado el teléfono inteligente durante el proceso de construcción del ambiente de aprendizaje; en el tercer momento se analizan los datos anteriores a la luz de las teorías sobre la manera como se estructura el conocimiento matemático por parte de los niños: *el aprendizaje significativo y enseñanza para la comprensión*; y el papel de los instrumentos didácticos: *Teoría sobre de las situaciones didácticas* de Guy Brousseau y *Orquestación Instrumental* de Luc Trouche.

Trabajos como este son necesarios en las prácticas educativas para que sus actores sean conscientes de ellas y hagan las mejoras que se requieran, de tal forma que pueden



considerarse como aportes a la calidad educativa. Además esta investigación enriquece la discusión pedagógica para mejorar prácticas educativas respecto a temas como la inclusión de TICs. en educación, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, particularmente el desarrollo de competencias para resolver problemas que requieren de operaciones de suma, resta, multiplicación y división de números naturales, en educación primaria, así como la investigación en el aula.

Por otro lado, esta investigación presenta pruebas de la pertinencia y eficacia del proyecto de innovación educativa que le dio origen, por lo tanto podría ser útil en otras instituciones donde se desarrolla el mismo proyecto, incluso para cualquier docente que desee innovar con el uso de un teléfono inteligente u otro dispositivo de tecnología móvil en sus clases.

*5.1.2.1. Debilidades y limitaciones de la investigación.* Entre las debilidades de este estudio, dado su carácter cualitativo, su contenido no pretende generalizar respecto al uso de tecnología móvil en el aula, un modelo instruccional o método de enseñanza - aprendizaje de matemáticas. Así mismo, los resultados de este estudio no se deben interpretar como una generalidad para toda la población de 5° de primaria, estos resultados corresponden a la dinámica de grupo establecida entre los estudiantes del grupo seleccionado con la maestra – investigadora particularmente, así que cualquier estudio similar a este deberá hacer las adaptaciones del caso.

Adicionalmente se reconocen limitaciones metodológicas y teóricas en esta investigación. Una de las limitaciones metodológicas se encuentra en que esta investigación solamente abarca un ciclo de la investigación acción. Recordando a

(Valenzuela & Flores, 2012), la investigación acción se desarrolla en varios ciclos formando una espiral, cada ciclo con sus etapas: identificación del problema, planeación, acción y reflexión; para comenzar un nuevo ciclo de la espiral. En esta investigación se identificó el problema, se aplicó un diseño instruccional ya establecido por un proyecto externo y se reflexionó sobre sus resultados; en esta medida se estaría abarcando un primer ciclo. De manera que las conclusiones aquí presentadas se pueden constituir en hipótesis para un siguiente ciclo (Suárez, 2002), ya sea del mismo proyecto (RAM), de la enseñanza de las matemáticas, de la inclusión de tecnología móvil en el aula u otros que se puedan derivar.

Otra de las limitaciones metodológicas está dada por la ausencia de un equipo de docentes y/o investigadores que asuman roles en el proceso de investigación. Según (Suárez, 2002), la investigación acción es colaborativa, la colaboración es uno de los requisitos que aporta mayor confiabilidad a la investigación y mejores resultados en la práctica, teniendo en cuenta que el fin de esta metodología es mejorar la práctica docente. Sin embargo la misma Suárez (2002) citando a Calhoun (1993), reconoce que los trabajos desarrollados por una persona también son admitidos en este campo y, como ya se dijo, este trabajo es uno de los ciclos en un proceso que debería continuar.

Respecto a limitaciones en el marco teórico del presente trabajo, se encuentra la poca información relacionada con el uso de tecnología móvil en el aula, salvo los documentos de trabajo publicados por la UNESCO (2012), esta escasez dificultó un poco puntualizar sobre las potencialidades de este recurso. Hasta el momento se consiguen artículos e investigaciones que vinculan las TICs (en general) con las diferentes áreas del currículo escolar. En el caso de la enseñanza de las matemáticas,

hasta ahora se encuentra dicha relación con software especializado y calculadoras graficadoras especialmente a nivel de escuela secundaria y universidad.

**5.1.3. Futuras investigaciones.** Los resultados de esta investigación afirman que un diseño instruccional que usa recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente, efectivamente ayuda a algunos estudiantes a mejorar sus aprendizajes en resolución de problemas matemáticos. De lo anterior se derivan otras preguntas que se lograrían resolver con los mismos datos aquí presentados, tales como:

- ¿Cuáles son las competencias que se requieren desarrollar en estudiantes de 5° para que aprendan a solucionar problemas matemáticos?
- ¿Cómo se pueden valorar y/o interpretar los desempeños de estudiantes de 5° respecto a los objetos matemáticos que se desarrollan en dicho grado?
- ¿Qué elementos se deberían considerar para la producción de un diseño instruccional que usa un teléfono inteligente que ayude a los estudiantes a resolver problemas matemáticos?

Igualmente, todo lo expuesto en esta investigación podría enriquecerse con otros estudios en el contexto del proyecto RAM, focalizándose en otras competencias u objetos matemáticos, de tal forma que se pueda comprobar o no la efectividad del mismo. Máxime si se reconoce que el proyecto ha funcionado en diferentes departamentos de Colombia y otros países como Filipinas, Tanzania, Nigeria, Kenya, Chile e India.

Las siguientes son otras preguntas que sería conveniente resolver después de esta investigación:

- ¿Qué usos se le puede dar a la tecnología móvil en el contexto escolar?
- ¿Cómo se modifican los roles de estudiantes y maestros en ambientes de aprendizaje que se enriquecen con tecnología móvil?
- ¿Qué ventajas o desventajas a nivel cognitivo se podrían encontrar en el aprendizaje mediado por herramientas de video, como complemento o reemplazo de talleres escritos tradicionales de matemáticas?

## **5.2. Recomendaciones**

A partir de los resultados de esta investigación se destacan tres recomendaciones en torno al problema de investigación resuelto. La primera tiene que ver con la equidad en la calidad de la educación para todos los sectores (urbanos y rurales), se recomienda considerar la tecnología móvil como una alternativa para solucionar los problemas de conectividad que dificultan el acceso a información, software, herramientas y aplicaciones que podrían ser útiles en el campo de la educación. La segunda se plantea como prerrequisito de la anterior: la formación de maestros en el uso de la tecnología móvil como herramienta didáctica en los diferentes campos del conocimiento. La tercera recomendación debería surgir como consecuencia de las dos anteriores: replantear la enseñanza de las matemáticas en educación primaria. A continuación se desarrolla cada una.

Como se demostró en este trabajo, la tecnología móvil se constituye en un recurso valioso para motivar a estudiantes y maestros y para mejorar los ambientes de aprendizaje tradicionales que imperan en las instituciones educativas rurales. Dado que la educación rural históricamente se ha rezagado en asuntos de calidad educativa

respecto a las instituciones urbanas, la tecnología móvil podría contribuir a la disminución de esta brecha en lugares donde es difícil la conectividad. Sería deseable que todas las escuelas contaran con un mínimo de acceso a internet y diferentes recursos tecnológicos que podrían comenzar con dotación de tecnología móvil. De acuerdo con la UNESCO (2012), vale la pena considerar proyectos que utilicen teléfonos móviles para en la educación puesto que son más económicos que otros aparatos tecnológicos y ofrecen software y/o contenidos digitales para hacer que el aprendizaje sea más interactivo y centrado en los alumnos.

Además de dotación, el aprendizaje móvil requiere de docentes capacitados para usarlo adecuadamente y de una manera potenciadora de aprendizajes para sus estudiantes. Según la UNESCO (2012) “los maestros han desarrollado las habilidades necesarias para usar tecnología pero no han transformado estas competencias en prácticas innovadoras en las aulas”. En Colombia además todavía se habla de una *brecha digital* entre estudiantes y profesores, y es que estos últimos tienen doble tarea, aprender a usar la tecnología y al mismo tiempo encontrarle su aplicabilidad a las asignaturas que enseñan.

Cuando se habla de capacitación para docentes no sólo se hace referencia a cursos, diplomados o talleres, lo que aquí se plantea es que además se haga acompañamiento al proceso de comprensión y transformación de los paradigmas educativos tradicionales que se llevan tan arraigados, por esto se considera necesario que la inclusión de tecnología móvil al aula se haga en el contexto de proyectos a mediano y largo plazo que permita evaluar el cambio en las prácticas de enseñanza puesto que la *orquestración* de los dispositivos al aula se da en la medida en que “exista un estrecho

alineamiento entre la pedagogía y la tecnología para garantizar los mejores resultados” (UNESCO, 2012).

En cuanto a la enseñanza de las matemáticas se deben replantear contenidos, metodologías, recursos y evaluación tradicionales (memorística y mecánica) ya que continúan siendo prácticas en el aula pese a las investigaciones de psicología cognitiva que demuestra que el conocimiento es una elaboración que los sujetos van consolidando poco a poco, tal como lo plantearon Piaget (1931) y Vigotsky (1934).

Como se observa en esta investigación, la finalidad de enseñar a resolver problemas no es que los estudiantes lleguen a la respuesta correcta, sino que en el contexto del *contrato didáctico* propuesto por Brousseau (2007), los estudiantes tienen la posibilidad de explorar diferentes formas de solucionar los problemas, confrontarlas con los compañeros y con ello construir los aprendizajes del caso. La invitación es entonces a considerar los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, a reconocer e interpretar sus desempeños como un proceso de aprendizaje paulatino de gran elaboración cognitiva, que por lo tanto requiere del acompañamiento de un experto que se esmere en guiarlos por el conocimiento matemático de formas más divertidas y de mayor significación.

En relación con los cambios en la enseñanza de las matemáticas, no se podría dejar por fuera la reflexión sobre las relaciones que podrían darse o no, entre el modelo Escuela Nueva, típico de las regiones rurales de Colombia, y el novedoso diseño instruccional que aquí se analizó. El modelo Escuela Nueva promueve el aprendizaje autónomo y casi individualizado mientras que este diseño instruccional promueve la

interacción entre pares, maestra e instrumento (teléfono inteligente), donde además se privilegia la mediación del docente.

Reflexiones como las expuestas anteriormente son el producto de un arduo trabajo que incluyó una amplia indagación por los referentes teóricos recientes y pertinentes para contextualizar teóricamente el problema y la pregunta que inquietaba la práctica en el aula como maestra de matemáticas de 5°. Así mismo fue retador la aplicación de la metodología investigación acción debido a rigurosidad de la recolección, transcripción y análisis de los datos para convertirlos en categorías que dieran cuenta de los aprendizajes de los estudiantes de la manera más veraz posible.

En general se puede decir que este trabajo permitió a la investigadora ampliar el panorama de la enseñanza de las matemáticas en educación primaria; utilizar una metodología para interpretar los desempeños de los estudiantes e identificar en ellos procesos de pensamiento complejos que no se vinculaban a la práctica docente antes realizar la presente investigación; reconocer algunas de las potencialidades del aprendizaje móvil en contextos de educación rural y asumir una postura crítica frente a la implementación del proyecto RAM considerado como innovación educativa. Con estos elementos la maestra investigadora considera que puede desempeñarse mejor en sus clases y que tiene las capacidades para direccionar iniciativas de investigación en el aula.

## Referencias

- Agudelo V., C. (2007). La creciente brecha entre las disposiciones educativas colombianas, las proclamaciones oficiales y las realidades del aula de clase: las concepciones de profesores y profesoras de matemáticas sobre el álgebra escolar y el propósito de su enseñanza. *REICE Revista Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, 5(1), 43 - 62. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55100104>
- Ander-egg, E. (2003). *Repensando la investigación acción participativa*. Lumen.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillás.
- Blythe, T. (1999). *La enseñanza para la comprensión. Guía para docente*. Buenos Aires: Paidós.
- Boule, F. (2005). *Manipular, organizar, representar: iniciación a las matemáticas*. Madrid: Narcea. Obtenido de <http://books.google.com.co/books?id=JXKFniDwGgQC>
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Castiblanco, A. C. (2000). Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas. *La Alegría de Enseñar*(43), 56 - 60. doi:ISSN 0121-1471
- Castiblanco, A. C. (2014). [www.colombiaaprende.edu.co](http://www.colombiaaprende.edu.co). Obtenido de [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articulos-92732\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articulos-92732_archivo.pdf)
- Castillo, G. G., & Rocha, E. (2007). Edumóvil: incorporando la tecnología móvil en la educación primaria. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10(1), 63 - 71. Obtenido de <http://search.proquest.com/docview/1160551476/fulltextPDF/7D203E02CC2C45C1PQ/2?accountid=150554>
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, II(2), 171 - 194. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362008000200002&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362008000200002&script=sci_arttext&tlng=en)



- Colmenares, A. M., & Piñero, M. L. (2008). La Investigación Acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socioeducativas. *Laurus*, 14(27), 96 - 114.
- Cortéz, G. N. (2009). Niños y niñas solucionadores de problemas matemáticos. *Revista Internacional Magisterio*(39), 38 - 46.
- Cukierman, U., Rozenhauz, J., & Santágelo, H. (2009). *Tecnología educativa: recursos, modelos y metodología*. Buenos Aires: Pearson.
- Díaz, J. J., & Bermejo, V. (2007). Nivel de abstracción de los problemas aritméticos en alumnos urbanos y rurales. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 10(3), 335 - 364. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-24362007000300003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362007000300003&lng=es&tlng=es)
- Elliot, J. (2000). *La investigación acción en educación*. Morata.
- Gabriel Gerónimo Castillo, E. H. (2007). Edumóvil: incorporando la tecnología móvil en la escuela primaria. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10(1), 63 - 71. Obtenido de <http://search.proquest.com/docview/1160551476/abstract/7D203E02CC2C45C1PQ/2?accountid=150554>
- Galvis P., Á., & Marino D., O. (1999). Ludomática: proyecto de transformación educacional con informática para el mundo. *Colombia Internacional*(46), 76 - 93. Obtenido de <http://colombiainternacional.uniandes.edu.co/view.php/352/index.php?id=352>
- Gómez, V. M. (1993). Visión crítica sobre la Escuela Nueva en Colombia. *Revista de educación y pedagogía*(14 y 15), 280 - 306. Recuperado el 2014, de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/5592/5014>
- González, J. R., & Flores F., M. (2012). *Fundamentos de Investigación Cualitativa* (Vol. 2). Monterrey: Editorial digital Tecnológico de Monterrey.
- Henández S., R., Fernández, C., & Baptista, P. (2000). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Ley 115. (8 de febrero de 1994). *Ley General de Educación*. Santa Fé de Bogotá.
- Ley 2343. (1996). Santa Fe de Bogotá.
- Mckernan, J. (1999). *Investigación acción y currículum*. Morata.
- MEN. (1998). *Matemáticas. Lineamientos Curriculares*. Bogotá: MEN.

- MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá: MEN.
- MEN. (2008). Ponencias. *Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas*. Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-89944.html>
- MEN. (2013). *www.mineducación.gov.co*. Obtenido de Proyectos Cobertura: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-329722.html>
- MEN. (2013). *www.mineducación.gov.co*. Obtenido de Proyectos Cobertura: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-329722\\_archivo\\_pdf\\_matematicas\\_primaria.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-329722_archivo_pdf_matematicas_primaria.pdf)
- MEN. (2014). *www.colombiaaprende.com*. Obtenido de Qué es Escuela Nueva: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-94519.html>
- Merlano, E., Navas , R., & Castro , I. (2011). El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos. *Zona Próxima*(14). Obtenido de <http://search.proquest.com/docview/1435667186/7D203E02CC2C45C1PQ/3?accountid=150554>
- MinEducación. (2012). *Todos a prender*. Obtenido de antecedentes: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-304241.html>
- MinTics. (2014). *Quienes somos*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/index.php/ministerio-tic/entidad/nuestra-entidad>
- Omrod, J. E., Escudero, a. J., & Olmos, S. M. (2005). *Aprendizaje Humano*. Madrid: Pearson Education.
- Osorio, L. A., Aldana, M. F., Acosta, N., Sánchez, A., Sierra, K., Hincapie, O., . . . Jorge, Q. (2004). Desarrollo de habilidades neurocognoscitivas en ambientes lúdicos, creativos,colaborativos e interactivos. Santa Fe de Bogotá. Obtenido de <http://www.ribiecol.org/embebidas/congreso/2004/ini/ini/nac/p048.pdf>
- Osorio, L. A., Aldana, M. F., Solórzano, S., & Sierra, K. (2002). *www.colombiaaprende.edu.co*. Obtenido de [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-75600\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-75600_archivo.pdf)
- periódico AlTablero. (mayo de 2003). *www.mineducación.gov.co. Altablero*(20). Obtenido de Altablero: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87931.html>

- Perrin, M. J. (2009). Utilidad de la teoría de las situaciones didácticas para incluir los fenómenos vinculados a la enseñanza de las matemáticas. *Revista Internacional Magisterio*.
- Quilaguy, J. R. (2012). La educación inicial y las TIC ¿son necesarias? *Revista Internacional Magisterio*(54), 60 - 65. doi:ISSN 1692 4054
- RAM. (2013). *Raíces de Aprendizaje Móvil*. Obtenido de [www.raicesdeaprendizajemovil.com](http://www.raicesdeaprendizajemovil.com)
- Redacción Vivir. (2013). *Periódico El espectador*. Obtenido de <http://www.elespectador.com/noticias/educacion/colombia-vuelve-rajarse-pruebas-de-educacion-pisa-articulo-461894>
- Romero C., J. H., & Bonilla, M. A. (2008). La calculadora como re-diseñadora de la finalidad del trabajo del profesor. *Congreso Internacioanal: Tecnologías Computacionales en Currículo de Matemáticas* (págs. 7 - 15). Santa Fe de Bogotá: MEN. Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-89944.html>
- Romero, J. L. (2006). Las tecnologías de la información de la comunicación en la educación en cuatro países latinoamericanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(28). Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=14056666&AN=20745473&h=S2v4kvAHtdPJI1xrFnFfBcbdNKOZ9yPizrAJiLMzPPSARHnODASNTw00Va79zn%2F%2F9ZIFU2c%2BfWi50YRN9Kv8A%3D%3D&crl=c>
- Santacruz, M. (2009). La gestión del profesor desde la perspectiva de la mediación instrumental. *10° Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*. San Juan de Pasto. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/754/1/lagestion.pdf>
- Secretaría de Educación para la cultura de Antioquia. (2006). *Pensamiento Numérico y Sistemas Numéricos*. Medellín Colombia.
- Socas, M. (2011). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en educación secundaria. En S. d. Cali, *Las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje* (págs. 21 - 31). Santiago de Cali: Artes gráficas Universidad del Valle.
- Suárez P., M. (2002). Algunas reflexiones sobre investigación acción. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1).
- Trouche, L. (2009). De los libros de texto a los recursos en línea: evoluciones tecnológicas, evolución de los acercamientos didácticos. *CINESTAV*.

- UNESCO. (2012). *Aprendizaje móvil para docentes en América Latina*. París:  
UNESCO. Obtenido de <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/>
- Valenzuela, J. R., & Flores , M. (2012). *Fundamentos de la Investigación Educativa*  
(Vol. 1). Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Valenzuela, J. R., & Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa*  
*volumen 2*. Monterrey: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- [www.fundaciónescuelanueva.com](http://www.fundaciónescuelanueva.com). (2014). Obtenido de matemáticas:  
<http://www.escuelanueva.org/portal/images/pdf/Catalogo2012-2013.pdf>

## Apéndices

### Apéndice A: Evaluación diagnóstica



## EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

### Grado 5°

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*Resuelve los siguientes ejercicios matemáticos usando cualquier estrategia que domines, todas son válidas. Lee atentamente cada problema y lo resuelves escribiendo todo el proceso en el espacio asignado:*

1. Un caracol desea subir un muro que tiene 5 metros de altura, sube por el día recorriendo 3 metros, sin embargo el caracol duerme toda la noche y se desliza por el muro 2 metros, esto quiere decir que cada día avanzará 1 metro en su camino. ¿Cuántos días se tomará al caracol para llegar a la cima del muro?

Respuesta:

2. Al colegio le donaron 386 libros para ser repartidos equitativamente entre los grupos 4 grupos de la jornada de la tarde. ¿Cuántos libros le corresponde a cada grupo?

Respuesta:

3. Por 8 horas de vuelo a un piloto le pagan \$7.800.000. ¿Cuánto debería cobrar el piloto por una hora más de vuelo?

4. Inventa una situación problema que se pueda resolver usando suma, resta, multiplicación o división. **Mejor si se puede resolver usando varias de las operaciones anteriores.**

## Apéndice B: Evaluación Final



## EVALUACIÓN FINAL DEL PROCESO

### Grado 5°

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*Resuelve los siguientes ejercicios matemáticos usando cualquier estrategia que domines, todas son válidas. Lee atentamente cada problema y lo resuelves escribiendo todo el proceso en el espacio asignado:*

1. Una babosa desea subir a un arbusto que tiene 7 metros de altura, sube por la noche 5 metros, sin embargo la babosa está somnolienta en el día y retrocede por el arbusto 3 metros, esto quiere decir que cada día avanzaría 2 metros en su camino. ¿Cuántos días se tomará la babosa para llegar a la cima del arbusto?

Respuesta:

2. Al salón llegaron 674 lápices de colores para repartirlos equitativamente entre los 6 niños que no tienen. ¿Cuántos colores le corresponde a cada niño?

Respuesta:

3. Por 8 metros de carretera que haga un ingeniero le pagan \$6.760.000. ¿Cuánto debería cobrar el ingeniero por un metro más de carretera?

Respuesta:

4. Inventa una situación problema que se pueda resolver usando suma, resta, multiplicación o división. **Mejor si se puede resolver usando varias de las operaciones anteriores.**

## **Apéndice C: Puesta en común,**

Maestra: ¿qué es lo más difícil de aprender a resolver problemas matemáticos? Levanta la mano el que quiera hablar para que todos podamos escuchar.

Estudiante 1: leer y ... silencio. Se escuchan varias voces.

Maestra: por favor levanten la mano.

Estudiante 2: a veces es un poquito difícil entenderlo.

Maestra: ¿entender el problema?

Estudiante 2: sí.

Estudiante 3: Entender el problema y hacer la operación.

Estudiante 2: profe, también me parece difícil saber qué tengo que hacer, si es suma o así...

Maestra: quién más? Allá?

Estudiante 4: leer y... (se tapa la cara y habla bajito)

Maestra: entender el problema y luego explicar la respuesta?

Estudiante 4: sisas.

Estudiante 5: a mí me parece más difícil también analizarlo porque los problemas a veces tienen unas partes que uno no entiende.

Estudiante 6: Leer porque me gustaría más cuando lo hacen con gráficos, mmm me parece mejor que leer.

Maestra: ¿entienden más cuando los problemas tienen imágenes?

Varios estudiantes, al mismo tiempo: sí.

Maestra: Segunda pregunta, ¿cuándo aprenden más, cuando se usa el celular o cuando no se usa?

Varios estudiantes: Voces confusas.

Maestra: levanten la mano los piensan que aprenden más cuando se usa. (cuenta las manos levantadas) quince. Ahora los que dicen que cuando no se usa el celular. (cuenta las manos levantadas) veintidós. Bueno de los que dijeron que aprenden más con el celular ¿quién quiere explicar por qué? (Varios levantan la mano, la maestra numera las intervenciones), uno, dos, tres y cuatro. Cinco y seis.

Estudiante 7: con el celular se puede aprender más porque de pronto hay algunas cosas que usted no sabe y las podemos buscar en el celular.

Estudiante 8: que el celular pues explica mejor y nos hace entender.

Maestra: ¿en los videos?

Estudiante 8: aja.

Estudiante 9: yo entiendo mejor con el celular porque con el video ahí uno ya entiende qué pasa con el problema y cómo se hace.

Estudiante 10: Por lo menos cuando hicimos lo del caracol, yo lo entendí más así.

Maestra: lo entendiste con la imagen.

Estudiante 10: sí con la imagen.

Estudiante 3: uno no entiende cuando hace un problema leyendo, uno no entiende casi bien, cuando es viendo una imagen o algo así uno entiende mejor.

Estudiante 4: uno entiende mejor con el celular porque uno cuando ve el video puede solucionar bien los problemas.

Maestra: bueno, ahora los que decían que no aprendían con el celular, sino que aprenden mejor sin el celular (silencio, la maestra espera que los estudiante levanten la mano y empieza a dar el turno de la palabra).

Estudiante 11: se aprende más sin el celular porque uno no pone a funcionar la mente cuando se hace con el celular, sino que está poniendo a funcionar el celular, no la mente.

Maestra: ajá, quién más?

Estudiante 12: uno aprende mejor sin el celular porque si uno no entiende bien un problema es mejor porque así uno puede aprender de ese problema y así, el celular a veces ayuda pero no explica todo bien, hace el resultado pero no explica cómo se hace.

Maestra: el proceso...

Estudiante 12: y mientras si uno lo hace, uno hace el proceso pero no el resultado.

Maestra: quién más de los que decían que no era necesario el celular (silencio). Usted Valentina, por qué decías que no?

Estudiante 13: no, era él.

Maestra: pero por qué dijiste que no necesitábamos el celular para aprender a resolver problemas.

Estudiante 13: porque... he... lo que dijo Córdoba, no tengo más qué decir.

Maestra: y qué dijo Córdoba?

Estudiante 13: que cuando hacemos el nosotros el proceso entendemos mientras que con el celular no, el celular piensa por nosotros.

Maestra: Bueno... Luz ahora dijo que no entendía el problema del caracol pero cuando vio el video en el celular lo entendió, pero lo entendió por el proceso o por el resultado?

Estudiante 10: por el proceso porque mostraba cómo era que él subía y después cuando bajaba, algo así, ahí sí lo empecé a entender.

Maestra: bueno, vamos con la tercera pregunta ¿les gusta más las clases con el celular o sin el celular? (se escucha murmullo) levanten la mano los que dicen que les gusta las clases sin el celular (espera a que los estudiante levanten la mano) dos, tres, cinco y seis. ¿Por qué?

Estudiante 14: porque perdemos tiempo.

Estudiante 15: porque... se me olvidó profe.

Maestra: o sea que ustedes contestan porque sí, sin saber (silencio). ¿Por qué nos quita tiempo?

Estudiante 14: ahh? Porque entendemos menos (en tono de burla).

Maestra: Iván ¿Por qué no te gustan las clases con el celular?

Estudiante 15: yo no dije eso.



Maestra: ¿tú no opinas eso? ¿o sea que es mejor con el celular?

Estudiante 15: no, ninguna de las dos.

Maestra: ¿Cómo puede ser ninguna de las dos?

Estudiante 15: es que no me gusta nada.

Maestra: ah bueno.

Estudiante 16: yo profe, porque el celular le da las repuestas en cambio uno puede pensar más.

Maestra: bueno, los que dicen que la clase es más divertida con el celular, levanten la mano (espera), uno... trece. No me da! Deiby ¿Por qué no opinaste?

Estudiante 17: em...

Maestra: es que no levantaste la mano ante ninguna de las opciones, si te gustan las clases con el celular o sin el celular ¿Por qué?

Estudiante 17: em... me da pena.

Maestra: pero necesitamos tu opinión. Es que no me dan las cuentas, me da 19 y hay 25 estudiantes. ¿Qué contestarías?

Estudiante 17: eh... con el celular eh, porque cuando vemos un video y hay un bloqueo uno va pensando y uno se imagina y así uno puede responder bien.

Estudiante 15: a mí me gusta por los dibujos.

Maestra: los dibujos en el video?

Estudiante 15: sí.

Maestra: quién más quiere opinar?

Estudiante 12: a mí me gusta más con el celular porque los videos me hacen entender más y también hay unos juegos de matemáticas que me hacen aprender.

Maestra: ah, tú si te acordaste de los juegos, no habíamos pensado en los juegos. ¿Qué dice Yuleisy?

Estudiante 8: yo pienso que es divertido porque el celular como dicen nos enseña pero tiene cosas más divertidas como los juegos y todo y si uno necesita hacer una operación la piensa, pero a veces en el celular la muestran y a veces con dibujos.

Maestra: tú ibas a decir algo?

Estudiante 13: que le da una idea, por ejemplo le da una idea a uno de hacer el proceso.

Estudiante 5: profe, que los videos a uno a veces los problemas le salen más fácil por los videos. Y con los actores que hacen el video son divertidos.

Maestra: Yamid (dándole la palabra).

Estudiante 18: eh, (silencio) se me olvidó, eh, a mí me gusta más sin el celular porque si uno hace todo con el celular nunca aprende.

Estudiante 14: este, con el celular es divertido, por ejemplo los muñecos que eran como un perro en un bus, todos eran chistosos.

Maestra: ah sí. Bueno ¿Qué dificultades encuentran cuando usamos el celular en las clases de matemáticas?

Varios estudiantes: profe ya las dijimos.

Maestra: no, las dificultades para usar el celular.

Estudiante 15: que no nos lo prestan (en tono de burla).

Estudiante 10: las dificultades que yo veo en el celular es que a veces vamos a ver algún video y no se puede ver, o no tiene señal.

Estudiante 11: profe, que a veces necesitamos ver algún video y no carga bien o el celular no permite que entre a esa página.

Maestra: Ahora... ¿Ustedes usan celulares para resolver tareas de matemáticas en sus casas?

Varios estudiantes en desorden: no!

Maestra: vamos Johan.

Estudiante 13: yo lo uso para probar si las operaciones me quedaron bien pero ahí no se puede saber eh... el proceso.

Estudiante 4: yo tampoco lo uso porque ahí uno no puede ver cómo se hace la operación.

Maestra: levanten la mano los que no usan el celular para ninguna tarea en su casa (cuenta las manos levantadas), quince. Bien. Ahora levanten la mano los que sí usan el celular para alguna tarea.

Estudiante 14: yo uso el celular para mirar si la operación me quedó buena, si no, entonces la vuelvo a repetir.

Maestra: hemos terminado, ¿alguien quiere decir algo más sobre el uso del celular?

Estudiante 7: Yo creo que el celular es muy importante no solamente para aprender matemáticas sino también para ciencias y para ver los videos de temas que no entendemos.

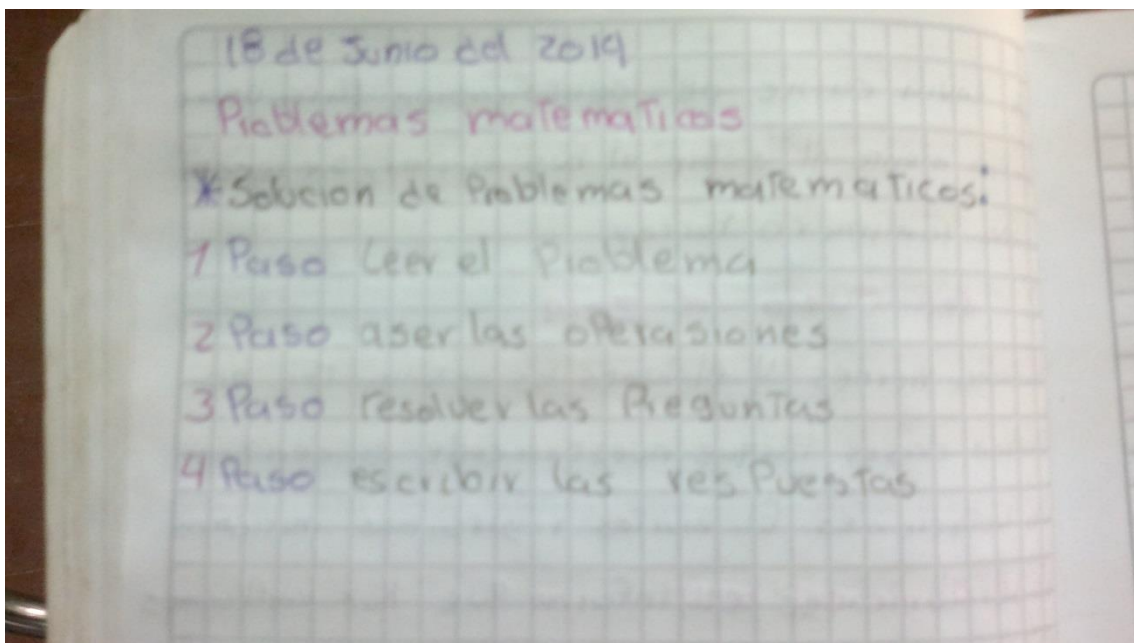
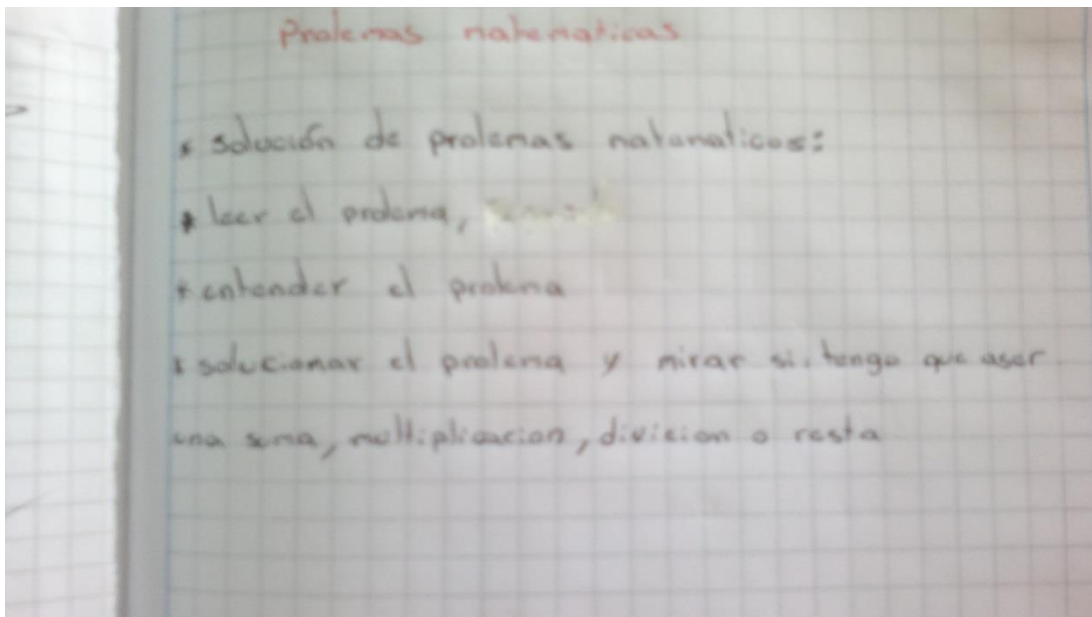
Estudiante 8: sí, para ciencias también.

Estudiante 1: a mí me parece que sirve para todas las materias porque cuando no sabemos algo lo buscamos en el celular sin importar de qué materia es, lo importante es que podamos encontrar algo que nos hace falta para entender.

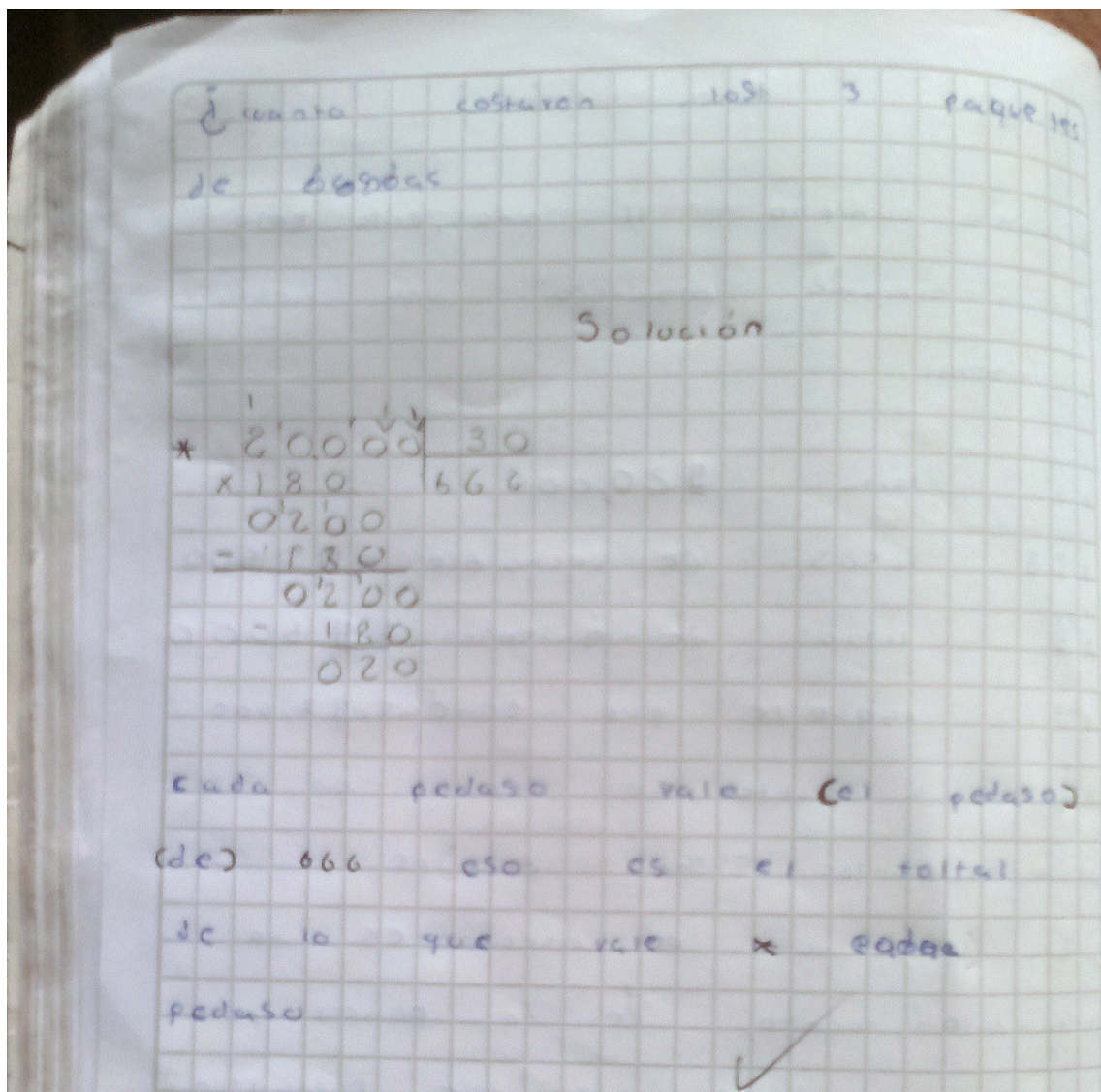
Estudiante 3: también hay unos juegos con los que uno puede aprender y unas páginas que la profesora no da para aprender.

## Apéndice D: Fotografías de los cuadernos de los estudiantes.

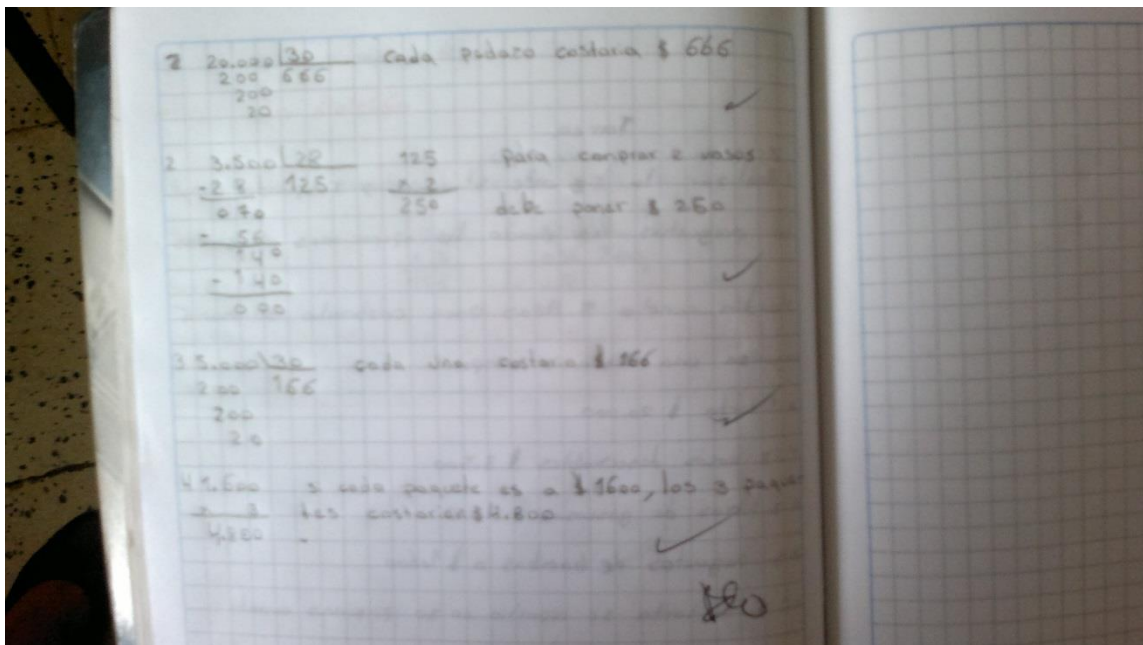
Fotografías de los cuadernos de dos estudiantes donde consignan sus ideas previas de lo que ellos consideran que se requiere para resolver problemas matemáticos. Clase 1.



Fotografía del cuaderno de un estudiante donde consigna un problema resuelto en clase y la solución que va construyendo. Clase 2.



Fotografía de los cuadernos de dos estudiantes donde consignan sus respuestas a varios problemas que ellos mismos plantearon. Clase 3.



1. R/  $\frac{36}{20} | 20$  Resatales cada pedacito cuesta  
 $\frac{20}{20} 75$  \$20 pesos.  
 0

2. R/  $\frac{3.500}{075} | 25$   $\frac{2}{125}$  cada pieza \$200 pesos.  
 $\frac{140}{00}$   $\frac{125}{250}$   
 00

3. R/  $\frac{5000}{200} | 25$  la cuenta \$200 pesos.  
 $\frac{200}{20}$   
 20

4. R/  $\frac{2.500}{4800} | 2$  los 3 paquetes cuestan \$4.800 pesos.  
 $\frac{4800}{4800}$

## **Apéndice E: Diarios de campo de la maestra.**

Diario de campo clase 1 solución de problemas de multiplicación.

Junio 18 de junio de 2014

Asistieron 26 estudiantes.

Al principio de la clase los estudiantes estaban dispersos, poco a poco se fueron centrando en la actividad. Me sorprendió que un buen número de estudiantes tuvieran claro el proceso de resolución de problemas, sin embargo, a través del video que proyecté usando el celular, los estudiantes cayeron en cuenta que analizar el problema no es tan fácil, de hecho nos tomó bastante tiempo comprenderlo, lo tuvimos que ver varias veces.

El planteamiento de un problema grupal fue una actividad divertida porque se contextualizó a la realidad del momento, el mundial de futbol, y aunque salieron varias ideas, me vi en la necesidad de resaltar la de Jordan porque les planteaba una mayor complejidad, claro que se notaba que Jordan lo sabía.

La solución que dieron al problema fue interesante en la medida en que fue posible contrastar diferentes formas de llegar a la solución, exploramos desde la división hasta las formas abreviadas de multiplicación.

En el trabajo de elaborar sus propios problemas de multiplicación en grupos de tres, pude observar que algunos se acercaban mucho al modelo que hicimos con todo el grupo, otros hicieron problemas básicos y otro grupo que planteó un problema muy bien, pero tuvieron muchas dificultades en resolverlo a pesar de lo cercano que era a sus vidas cotidianas.

El reto en adelante es ayudarles a interpretar mejor los problemas, fortalecer las estrategias de resolución y ayudarles a construir problemas más complejos.

Seguí el plan de clase sin problema, la única diferencia entre lo planeado y lo que se realizó estuvo en los tiempos para cada actividad.

Diario de campo clase 2. División de números naturales.

Junio 19 de 2014

Asistieron 23 estudiantes.

La primera actividad nos tomó más tiempo de lo planeado, tal vez por la demora en la organización de los grupos de trabajo, algunos grupos se distraían conversando. Pero en general se logró el resultado esperado que era recordar el proceso de división teniendo en cuenta que en algunos casos se debe poner cero al cociente.

Me preocupa un poco los niños que se acostumbraron a realizar las divisiones sin mostrar la resta puesto que por momentos los noté confundidos, comprobaré esto cuando vea el resultado de los ejercicios propuestos al final de la clase. Además es molesto para mí que algunos estudiantes interrumpían diciendo que no quieren hacer la operación con la resta porque observo que confunden a otros compañeros.

El video que proyecté con el celular fue de mucha ayuda como herramienta didáctica para explicar el valor del cero al cociente, ya que lo ilustraba de varias formas, lo podíamos pausar y retomar las veces que se necesitaran. Además nos iba guiando el proceso para comprender la razón por la se debe poner el cero en el cociente, aclarando el valor posicional a través de ilustraciones animadas que captaba la atención de los estudiantes, los noté motivados en el tema, algo muy importante para mí puesto que en ocasiones se torna

agotador explicar varias veces lo mismo y encontrar estudiantes que siguen sin entender y empiezan a molestar a los compañeros por su falta de motivación.

Los estudiantes también usaron las calculadoras de sus celulares lo cual nos permitió reflexionar sobre su importancia y el lugar que ocupa en nuestro proceso de aprendizaje de las matemáticas. Comprendieron fácilmente que el resultado de la calculadora no es suficiente, que es mejor saber el proceso, entender “cómo hizo la calculadora para dar x resultado”.

El plan de clase se desarrolló completo y la sesión salió muy similar a lo planeado, la diferencia estuvo en las preguntas que hacían los estudiantes, que me llevaron a hacer aclaraciones o repeticiones. También agregué otras preguntas durante y después del video al observar los desempeños de los estudiantes.

Diario de campo clase 3. Aplicación de las operaciones en la vida real.

Junio 20 de 2014

Asistieron 22 estudiantes.

Esta clase fue interrumpida por cambio de jornada (de la tarde a la mañana) y de salón lo cual nos distrajo un poco en el proceso.

Al principio fue dispendioso la explicación reiterada de los procesos de división para resolver los problemas que los estudiantes debían resolver como tarea, pese a que la tarea se formuló en conjunto utilizando como contexto el cumpleaños de una estudiante. Esta corrección nos tomó bastante tiempo puesto varios estudiantes llegaron a clase sin realizar su tarea, por lo tanto estaban un poco desubicados en el proceso.

Al pasar a las propuestas de solución y planteamiento de problemas se notó más interés por parte de los estudiantes puesto utilizamos tres videos del celular que planteaba situaciones de la vida real que generaba preguntas y variados contextos para aplicar las operaciones vistas.

Fue necesario hacer algunos cambios en el diseño instruccional: uno de ellos fue analizar cada video y contextualizar los elementos matemáticos que se mencionaba en cada uno para que luego en grupos pudieran plantear sus propios problemas. El otro cambio fue que vimos primero todos los videos y luego cada grupo escogía uno de ellos como contexto para plantear sus problemas, luego ellos mismo los solucionaban. Esto se hizo por el espacio reducido del nuevo salón.

Me sorprendió que fue tanta la motivación de los estudiantes por “meterse” en el contexto que les planteaba los videos, que surgió una fuerte discusión para la selección de los grupos y sus temas para luego formular los problemas matemáticos, basados en los videos.

Finalmente noté avances en la calidad de los problemas que estaban planteando y sobre el interés que se percibía para dejarlos bien escritos y resueltos. Espero que tengan la misma motivación para resolver la prueba final.



## Apéndice F: Carta de consentimiento de la Institución Educativa

Santiago de Cali, 3 de febrero de 2014

Licenciada  
CARMEN ELISA CARVAJAL ESTELLA  
Rectora  
Institución Educativa La Buitrera  
Cali

Asunto: solicitud de autorización.

Apreciada rectora:

Como le manifesté en una ocasión, desde que inicié en el proyecto RAM me he interesado en sistematizar esta experiencia para incluirla en mis estudios de maestría. Al mismo tiempo he compartido esta motivación con el gerente de RAM y con la Universidad Virtual Tecnológico de Monterrey y ambas instituciones están de acuerdo en la importancia de llevar a cabo esta investigación que nos beneficiaría a todos, especialmente a los estudiantes de esta y otras instituciones educativas de Latinoamérica.

De esta manera, solicito su autorización para iniciar este proceso en este año lectivo, sistematizando algunas clases de matemáticas a través de registros documentales y grabaciones; con el respectivo permiso de los padres de familia. Estos registros en nada afectarán el desarrollo normal de las clases, ni alterarán la planeación curricular establecida, puesto que se realizará con la metodología de investigación acción; por el contrario es una valiosa oportunidad para contribuir al mejoramiento de las prácticas de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas.

Agradezco su atención y apoyo.

Cordialmente,

Ingrid Consuelo Muñoz Aldana  
Docente de 5° Ed. Primaria.  
Institución Educativa La Buitrera

Firma de autorización

Cédula

## Apéndice G: Carta de consentimiento del proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil

Santiago de Cali, 3 de febrero de 2014

Licenciada  
CARMEN ELISA CARVAJAL ESTELLA  
Rectora  
Institución Educativa La Buitrera  
Cali

Asunto: solicitud de autorización.

Apreciada rectora:


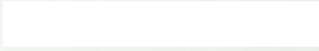
Como le manifesté en una ocasión, desde que inicié en el proyecto RAM me he interesado en sistematizar esta experiencia para incluirla en mis estudios de maestría. Al mismo tiempo he compartido esta motivación con el gerente de RAM y con la Universidad Virtual Tecnológico de Monterrey y ambas instituciones están de acuerdo en la importancia de llevar a cabo esta investigación que nos beneficiaría a todos, especialmente a los estudiantes de esta y otras instituciones educativas de Latinoamérica.

De esta manera, solicito su autorización para iniciar este proceso en este año lectivo, sistematizando algunas clases de matemáticas a través de registros documentales y grabaciones; con el respectivo permiso de los padres de familia. Estos registros en nada afectarán el desarrollo normal de las clases, ni alterarán la planeación curricular establecida, puesto que se realizará con la metodología de investigación acción; por el contrario es una valiosa oportunidad para contribuir al mejoramiento de las prácticas de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas.

Agradezco su atención y apoyo.

Cordialmente,

Ingrid Consuelo Muñoz Aldana  
Docente de 5° Ed. Primaria.  
Institución Educativa La Buitrera

Firma de autorización	Cédula
	

Santiago de Cali, 30 de enero de 2014

Señor:

JUAN CAMILO ORTEGÓN

Gerente Proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil

Asunto: solicitud de autorización.

Cordial saludo:

Como es de su conocimiento, desde el inicio de implementación del proyecto RAM en mis clases de educación primaria he manifestado interés por sistematizar esta experiencia para elaborar mi tesis de maestría en educación que actualmente curso en la Universidad Virtual Tecnológico de Monterrey.

En esta ocasión solicito formalmente su autorización para usar los materiales educativos del proyecto tales como planes de clase, videos educativos, dispositivo móvil e información del portal web; con los cuales desarrollaré las clases normalmente como se propone en el proyecto; se tomará registro documental, fílmico y fotográfico; es posible que realice algunos cambios que serán informados como normalmente se hace. Cabe aclarar que en todo momento se respetará los derechos de autor que los respalda legalmente.

Reitero que el único uso que se dará a estos materiales tendrá fines exclusivos de investigación educativa, proceso exigido por la universidad para acceder al título de maestría en Educación con énfasis en procesos de enseñanza aprendizaje.

Agradezco su atención y apoyo.

Cordialmente,

Ingrid Consuelo Muñoz Aldana  
Docente de 5° de educación primaria  
Institución Educativa La Buitrera - Cali

Firma de autorización

Cédula

Santiago de Cali, 30 de enero de 2014

Señor:  
JUAN CAMILO ORTEGÓN  
Gerente Proyecto Raíces de Aprendizaje Móvil

Asunto: solicitud de autorización.

Cordial saludo:

Como es de su conocimiento, desde el inicio de implementación del proyecto RAM en mis clases de educación primaria he manifestado interés por sistematizar esta experiencia para elaborar mi tesis de maestría en educación que actualmente curso en la Universidad Virtual Tecnológico de Monterrey.



En esta ocasión solicito formalmente su autorización para usar los materiales educativos del proyecto tales como planes de clase, videos educativos, dispositivo móvil e información del portal web; con los cuales desarrollaré las clases normalmente como se propone en el proyecto; se tomará registro documental, filmico y fotográfico; es posible que realice algunos cambios que serán informados como normalmente se hace. Cabe aclarar que en todo momento se respetará los derechos de autor que los respalda legalmente.

Reitero que el único uso que se dará a estos materiales tendrá fines exclusivos de investigación educativa, proceso exigido por la universidad para acceder al título de maestría en Educación con énfasis en procesos de enseñanza aprendizaje.

Agradezco su atención y apoyo.

Cordialmente,

Ingrid Consuelo Muñoz Aldana  
Docente de 5° de educación primaria  
Institución Educativa La Buitrera - Cali

Firma de autorización	Cédula
	

**Apéndice H: Plan de clase 1**

**Plan de clase: 03 – Solución de problemas (Multiplicación)**

<b>Colegio:</b>					
<b>Área:</b>	MATEMÁTICAS	<b>Asignatura:</b>	MATEMÁTICAS	<b>Grado:</b>	QUINTO
<b>Unidad:</b>	OPERACIONES CON NÚMEROS NATURALES				
<b>Pensamiento:</b>	NUMÉRICO Y SISTEMAS NUMÉRICOS	<b>Estándares:</b>	Resuelvo y formulo problemas cuya estrategia de solución requiera de las relaciones y propiedades de los números naturales y sus operaciones.		
<b>Objetivo de la Clase:</b>	Reconocer las características que debe tener una situación para ser resuelta con una multiplicación				
<b>Videos de apoyo:</b>	083- Solución de problemas (Multiplicación)	<b>Tiempo de la clase:</b>		<b>Fecha:</b>	

ETAPA	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RECURSOS	EVALUACIÓN
<b>Inicio</b>	<p>Act. 1. Ver el video Solución de problemas (Multiplicación)</p> <p>Se debe proyectar hasta finalizada la parte del planteamiento del problema “Viajes de un caracol”, específicamente, hasta cuando se menciona “...¿Parece que la respuesta es obvia verdad?, toma un tiempo para discutir brevemente</p>	Multimedia	<p>Video Solución de problemas (Multiplicación)</p> <p>Celular</p>	

	con tu compañero....”			
	Act. 2. Socializar las respuestas obtenidas por los estudiantes. Es importante no solucionar el problema, sólo se pretende escuchar las respuestas dadas por los grupos.	Discusión (Estudiantes mediada por docente)		Observación directa  (argumentaciones coherentes)
	Act. 3. Mencionar el objetivo de la clase, a partir del análisis de la actividad anterior, recalcando la importancia de analizar un problema adecuadamente para resolverlo reconociendo el objeto matemático que se necesita.	Exposición (docente)		
<b>Desarrollo</b>	Act. 4. Continuar con el video Solución de problemas (Multiplicación).	Multimedia	Video Solución de problemas (Multiplicación)  Celular	
	Act. 5. Analizar el desarrollo correcto del problema, realizando las pausas pertinentes y las explicaciones del proceso. Comparándolo con el trabajo realizado por los estudiantes.	Discusión (Estudiantes mediada por docente)		Observación directa:  (Argumentación adecuada, verbalización correcta, utilización de la simbología adecuada, análisis adecuado del problema)

	<p>Act. 6. Analizar el por qué esta situación no se resuelve con una multiplicación.</p> <p>Puede realizarse un diagrama que permita reconocer cuál es la característica que debe tener una situación para solucionarlo con una operación específica.</p> <p>En el anexo 1 se pone un ejemplo del posible diagrama.</p>	<p>Discusión (Estudiantes mediada por docente)</p>	<p>Anexo 1</p> <p>Diagrama</p>	<p>Observación directa</p> <p>(argumentaciones adecuadas, reconocimiento de las características de las situaciones, construcción adecuada del diagrama)</p>
	<p>Act. 7. Crear una situación para cada una de las operaciones, explicando las características que tienen para ser resulta con la operación escogida.</p> <p>Completar el diagrama con un ejemplo</p>	<p>Trabajo en grupo</p>	<p>Diagrama</p>	<p>Observación directa</p> <p>(argumentaciones adecuadas, reconocimiento del contexto para cada operación, planteamiento correcto del ejemplo)</p>
<p><b>Cierre</b></p>	<p>Act. 8. Retomar la parte final del video y analizar situaciones donde se necesite utilizar la multiplicación en cada uno de los campos mencionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción</li> <li>- Economía</li> <li>- Deportes</li> <li>- Ciencias</li> <li>- Arte</li> </ul>	<p>Multimedia</p> <p>Trabajo en grupo</p>	<p>Video Solución de problemas (Multiplicación)</p> <p>Celular</p> <p>Papel para hacer carteleras</p>	<p>Observación directa</p> <p>(argumentaciones adecuadas, reconocimiento del contexto para cada operación, planteamiento correcto del ejemplo, cartelera construida con los parámetros)</p>

	Se asigna un campo a cada grupo y luego socializar su trabajo mediante una cartelera.		Marcadores	indicados)
--	---	--	------------	------------

OBSERVACIONES

OPCIONES DE MEJORA	
Criterios	Variaciones
Motivación	
Actividad	
Resultados	
Criterios	Contexto Regional
Motivación	
Actividad	



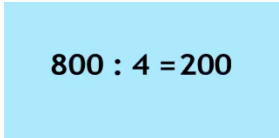
Resultados	
------------	--

## Apéndice I: Plan de clase 2

### Plan de clase: 05 – División con ceros en el cociente

<b>Colegio:</b>					
<b>Área:</b>	MATEMÁTICAS	<b>Asignatura:</b>	MATEMÁTICAS	<b>Grado:</b>	QUINTO
<b>Unidad:</b>	OPERACIONES CON NÚMEROS NATURALES				
<b>Pensamiento:</b>	NUMÉRICO Y SISTEMAS NUMÉRICOS	<b>Estándares:</b>	<p>Justifico regularidades y propiedades de los números, sus relaciones y operaciones.</p> <p>Identifico, en el contexto de una situación, la necesidad de un cálculo exacto o aproximado y lo razonable de los resultados obtenidos.</p>		
<b>Objetivo de la Clase:</b>	Reconocer las características de una división que implican colocar ceros al cociente				
<b>Videos de apoyo:</b>	085- Ceros en el cociente	<b>Tiempo de la clase:</b>		<b>Fecha:</b>	

ETAPA	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RECURSOS	EVALUACIÓN
<b>Inicio</b>	Act. 1. Realizar la actividad del anexo 1.	Trabajo grupal  Multimedia	Anexo 1  Calculadora  Celular	Criterios de tarea  (respuesta correcta del 100% de la actividad)
	Act. 2. Analizar qué tienen en común todos los cocientes obtenidos al realizar las operaciones.  Realizar la lista en el tablero	Discusión  (Estudiantes mediada por docente)		Observación directa  (argumentación adecuada, reconocimiento)

				de semejanzas)
	Act. 3. Mencionar el objetivo de la clase, relacionándolo con la característica (se espera que sea mencionada por los estudiantes) de tener ceros en el cociente.	Exposición (docente)		
<b>Desarrollo</b>	Act. 4. Ver el video KB 3639 Ceros en el cociente hasta el minuto 0:53	Multimedia	Video KB 3639 Ceros en el cociente  Celular	
	Act. 5. Analizar por qué $836 \div 4$ es “un poco mas de 200” como se menciona en el video.  Es necesario retomar la siguiente imagen, analizando el redondeo a las centenas más cercanas del número 836  	Multimedia  Discusión (Estudiantes mediada por docente)	Video KB 3639 Ceros en el cociente  Celular	Observación directa  (argumentación adecuada, reconocimiento adecuado del redondeo realizado)
	Act. 6. Ver el video hasta el minuto 1:15, analizar:  - ¿Es posible que el resultado de esta división sea 29? - ¿Cómo se comprueba si la	Multimedia  Discusión (Estudiantes mediada por	Video KB 3639 Ceros en el cociente	Observación directa  (análisis adecuado de la imposibilidad de la respuesta,

	<p>división está bien realizada o no?</p> <p>- ¿Es correcto este resultado?. Realiza la prueba</p>	docente)	Celular	realización adecuada de la prueba de la división)
	Act. 7. Ver el video hasta el final.	Multimedia	<p>Video KB 3639 Ceros en el cociente</p> <p>Celular</p>	
	Act. 8. Retomar la división realizada en el video, analizando las características del proceso que llevan a colocar un cero al cociente.	<p>Discusión</p> <p>(Estudiantes mediada por docente)</p>		<p>Observación directa</p> <p>(reconocimiento de las características de la división, ejecución adecuada del procedimiento)</p>
<b>Cierre</b>	Act. 9. Realizar la actividad del anexo 2	Trabajo individual	Anexo 2	<p>Criterios de tarea</p> <p>(respuesta correcta del 100% de la actividad)</p>

#### OBSERVACIONES

La actividad 1 puede ser entrega en fotocopia o ser proyectada con el celular si no se cuenta con el recurso. Si no se cuenta con calculadoras, se puede proyectar la calculadora del celular y resolverla de manera grupal.

Es necesario aclarar que la división se puede expresar con diversa simbología como  $\div$ ,  $:$   $0 /$ .

#### OPCIONES DE MEJORA

<b>Criterios</b>	<b>Variaciones</b>
Motivación	
Actividad	
Resultados	
<b>Criterios</b>	<b>Contexto Regional</b>
Motivación	
Actividad	
Resultados	

**Apéndice J: Plan de clase 3**

**Plan de clase: 06 – Aplicación de las operaciones en la vida real**

<b>Colegio:</b>					
<b>Área:</b>	MATEMÁTICAS	<b>Asignatura:</b>	MATEMÁTICAS	<b>Grado:</b>	QUINTO
<b>Unidad:</b>	OPERACIONES CON NÚMEROS NATURALES				
<b>Pensamiento:</b>	NUMÉRICO Y SISTEMAS NUMÉRICOS	<b>Estándares:</b>	Resuelvo y formulo problemas en situaciones aditivas de composición, transformación, comparación e igualación. Resuelvo y formulo problemas cuya estrategia de solución requiera de las relaciones y propiedades de los números naturales y sus operaciones.		
<b>Objetivo de la Clase:</b>	Formular situaciones problema de la vida real que involucren las operaciones básicas para su solución.				
<b>Videos de apoyo:</b>	086-1 El Piloto 086-2 Las Montañas Rusas 086-3 Meteorólogo	<b>Tiempo de la clase:</b>		<b>Fecha:</b>	

ETAPA	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RECURSOS	EVALUACIÓN
<b>Inicio</b>	Act. 1. Socializar la tarea (Ver observaciones)	Discusión (Estudiantes mediada por docente)	Tarea	Observación directa (argumentación adecuada, verbalización correcta, reconocimiento de la necesidad)
		Exposición		

	Act. 2. Mencionar el objetivo de la clase, relacionándolo con la importancia y utilidad de las matemáticas para resolver problemas de la vida real. Se pretende formular problemas en contextos que no son cercanos: El mundo de los Pilotos, los diseñadores de Montañas Rusas y los meteorólogos.	(docente)		
<b>Desarrollo</b>	Act. 3. Ver el video KB 2071 El Piloto.	Multimedia	Ver el video KB 2071 El Piloto  Celular	
	Act. 4. Formular una situación problema que necesite una operación básica para su solución	Trabajo en grupo		Observación directa  (reconocimiento de una situación problema pertinente y posible en este contexto)
	Act. 5. Intercambiar la situación planteada para que otro grupo, diferente al que la planteó, resuelva la situación y la socialice al grupo.	Trabajo en grupo		Observación directa  (análisis correcto del problema, planteamiento de una estrategia, desarrollo sistemático de la estrategia y proposición de una solución coherente)

	Act. 6. Ver el video KB 3075 Las Montañas Rusas	Multimedia	Video KB 3075 Las Montañas Rusas  Celular	
	Act. 7. Asignar una de las estrellas del anexo 1 a cada grupo y solicitar que se formule una situación problema que requiera de las operaciones asignadas para su solución.	Trabajo en grupo	Anexo 1	Observación directa  (reconocimiento de una situación problema pertinente y posible en este contexto)
	Act. 8. Cada grupo resolverá su situación y la socializará ante el grupo	Trabajo en grupo		Observación directa  (análisis correcto del problema, planteamiento de una estrategia, desarrollo sistemático de la estrategia y proposición de una solución coherente)
	Act. 9. Ver el video KB 3076 Meteorólogo	Multimedia	Video KB 3076 Meteorólogo  Celular	
	Act. 10. Formular una situación problema que necesite una operación básica para su solución	Trabajo en grupo		Observación directa  (reconocimiento de una situación problema pertinente y



				posible en este contexto)
	Act. 11. Intercambiar la situación planteada para que otro grupo, diferente al que la planteó, resuelva la situación y la socialice al grupo.	Trabajo en grupo		Observación directa  (análisis correcto del problema, planteamiento de una estrategia, desarrollo sistemático de la estrategia y proposición de una solución coherente)
<b>Cierre</b>	Act. 12. Cerrar la clase retomando la utilidad que tienen las matemáticas para resolver problemas de la vida real	Discusión (Estudiantes mediada por docente)		Observación directa  (verbalización adecuada, reconocimiento de la necesidad y utilidad de las matemáticas para resolver problemas del mundo real)

### OBSERVACIONES

Para la ejecución de este plan de clase es necesario la asignación de una tarea en clases anteriores: Deben identificar y formular un problema de la vida real, en su entorno, puede ser el trabajo del papá o la mamá, algo sobre el barrio o incluso sobre el mismo colegio que se resuelve con alguna de las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división).

Además deben resolverlo y justificar el por qué es pertinente utilizar la operación escogida para resolverla.

Es importante tener en cuenta que para lograr la formulación de problemas es necesario tener una adecuada etapa de ejercitación en resolución de problemas, por lo tanto esta clase debe ser ejecuta en una fase final del trabajo con problemas.

### OPCIONES DE MEJORA

<b>Criterios</b>	<b>Variaciones</b>
Motivación	
Actividad	
Resultados	
<b>Criterios</b>	<b>Contexto Regional</b>
Motivación	
Actividad	
Resultados	

### Apéndice K: Respuestas de los estudiantes a la prueba diagnóstica

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Estudiante 1	E	E	E	A
Estudiante 2	E	E	E	E
Estudiante 3	E	A	E	A
Estudiante 4	E	A	E	A
Estudiante 5	E	E	E	A
Estudiante 6	E	E	E	E
Estudiante 7	E	A	E	A
Estudiante 8	E	E	E	A
Estudiante 9	E	E	E	A
Estudiante 10	E	E	E	A
Estudiante 11	E	A	E	E
Estudiante 12	E	A	E	A
Estudiante 13	E	E	E	A
Estudiante 14	E	A	E	A
Estudiante 15	E	E	E	E
Estudiante 16	E	A	A	E
Estudiante 17	E	A	E	A
Estudiante 18	E	A	E	A
Estudiante 19	E	E	E	A
Estudiante 20	E	A	E	A
Estudiante 21	E	E	E	A
Estudiante 22	E	E	E	E
Estudiante 23	E	E	E	E
Estudiante 24	E	E	E	E
Estudiante 25	E	E	A	E

A= Acertada

E= Errada

## Apéndice L: Respuestas de los estudiantes a la prueba final

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Estudiante 1	E	A	E	A
Estudiante 2	E	A	E	E
Estudiante 3	E	A	E	A
Estudiante 4	E	E	E	A
Estudiante 5	A	E	E	A
Estudiante 6	E	E	E	E
Estudiante 7	E	E	E	A
Estudiante 8	E	A	E	E
Estudiante 9	A	E	E	A
Estudiante 10	A	A	E	A
Estudiante 11	A	A	A	E
Estudiante 12	E	A	E	A
Estudiante 13	E	E	E	A
Estudiante 14	E	A	E	A
Estudiante 15	E	E	E	E
Estudiante 16	E	A	A	A
Estudiante 17	A	A	A	A
Estudiante 18	A	A	E	A
Estudiante 19	E	A	A	A
Estudiante 20	E	A	E	A
Estudiante 21	A	E	E	E
Estudiante 22	E	A	E	E
Estudiante 23	E	A	E	A
Estudiante 24	E	E	E	E
Estudiante 25	A	A	E	A

A= Acertada

E= Errada

**Apéndice M: Tabla de los desempeños de los estudiantes en el problema 1.**

Componentes  Estudiante	<b>Comprende el enunciado del problema y expresa una alternativa de solución.</b>		Desarrolla la estrategia de solución a través de la operación seleccionada.		Escribe la respuesta del problema acorde a la pregunta del problema y usando el resultado de la operación.		Comentarios
	<b>PD</b>	<b>PF</b>	PD	PF	PD	PF	
Estudiante 1			X	X	X	X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 2				X			La respuesta de la PF es más clara que la de la PD.
Estudiante 3			X	X	X	X	Desarrolla el problema a partir de una interpretación errada.
Estudiante 4			X	X		X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 5		<b>X</b>		X	X	X	En la PF respondió correctamente sin mostrar la estrategia de solución.
Estudiante 6			X	X		X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 7			X	X	X	X	Desarrolla el problema a partir de una interpretación errada.
Estudiante 8			X	X	X	X	En la PF muestra una estrategia de solución más detallada.
Estudiante 9		<b>X</b>	X	X	X	X	En la PF muestra una estrategia de solución más detallada.
Estudiante 10		<b>X</b>		X	X	X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 11		<b>X</b>		X	X	X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 12			X	X	X		La respuesta de la PD es más formal que la PF
Estudiante 13			X	X	X	X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 14			X		X	X	La respuesta de la PD es más explícita.
Estudiante 15			X	X	X	X	Las dos pruebas se resuelven con la misma estrategia.
Estudiante 16			X	X		X	La respuesta de la PF es más formal que la PD.
Estudiante 17		<b>X</b>		X	X	X	En la PD contesta sin evidenciar estrategia de

							solución.
Estudiante 18		<b>X</b>	X		X	X	En la PF respondió correctamente sin mostrar la estrategia de solución.
Estudiante 19			X		X	X	Las dos pruebas evidencian interpretaciones erradas.
Estudiante 20			X	X	X	X	Las dos pruebas evidencian interpretaciones erradas.
Estudiante 21		<b>X</b>		X	X	X	En la PD contesta sin evidenciar estrategia de solución.
Estudiante 22			X		X	X	Las dos pruebas evidencian interpretaciones erradas.
Estudiante 23					X	X	Las dos pruebas evidencian interpretaciones erradas.
Estudiante 24					X		No contesta la PF
Estudiante 25		<b>X</b>	X	X	X	X	La respuesta de la PD es más formal pero errada.

## Apéndice N: Tabla de los desempeños de los estudiantes en el problema 2.

Componentes  Estudiante	Comprende el enunciado del problema y expresa una alternativa de solución.		<b>Desarrolla la estrategia de solución a través de la operación seleccionada.</b>		Escribe la respuesta del problema acorde a la pregunta del problema y usando el resultado de la operación.		Comentarios
	PD	PF	PD	PF	PD	PF	
Estudiante 1	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	La PF muestra una respuesta más formal.
Estudiante 2	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X		La PF muestra una respuesta más formal.
Estudiante 3	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas responde correctamente.
Estudiante 4	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>		X	En la PF evidencia un resultado errado.
Estudiante 5	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X		La PF muestra una estrategia más formal.
Estudiante 6		X	<b>X</b>	<b>X</b>	X		En la PD evidencia un resultado errado.
Estudiante 7	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En la PF evidencia un resultado errado.
Estudiante 8	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X		La PF muestra una respuesta más formal.
Estudiante 9	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>		X	En la PF evidencia un resultado errado.
Estudiante 10	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En la PD evidencia un resultado errado.
Estudiante 11	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia acertadamente.
Estudiante 12	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia acertadamente.
Estudiante 13	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia con resultados errados.
Estudiante 14	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia acertadamente.
Estudiante 15		X	<b>X</b>	<b>X</b>		X	La respuesta de la PF es más formal.

Estudiante 16	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X		En la PF evidencia un resultado errado.
Estudiante 17	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia acertadamente.
Estudiante 18	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia acertadamente.
Estudiante 19	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>		X	En la PD evidencia un resultado errado.
Estudiante 20	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	En las dos pruebas utiliza la misma estrategia acertadamente.
Estudiante 21	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X		En la PD evidencia un resultado errado con la misma estrategia.
Estudiante 22	X	X		<b>X</b>	X	X	En la PD evidencia un resultado errado sin estrategia de solución.
Estudiante 23		X	<b>X</b>			X	Las dos pruebas evidencian resultados errados.
Estudiante 24				<b>X</b>	X	X	Las dos pruebas evidencian resultados errados.
Estudiante 25	X	X	<b>X</b>	<b>X</b>	X	X	La PD evidencia resultado errado, usando la misma estrategia.



**Apéndice Ñ: Tabla de desempeños de los estudiantes en el problema 3.**

Componen tes	Comprende el enunciado del problema y expresa una alternativa de solución.		Desarrolla la estrategia de solución a través de la operación seleccionada.		Escribe la respuesta del problema acorde a la pregunta del problema y usando el resultado de la operación.		Comentarios
	Estudiante						
	PD	PF	PD	PF	PD	PF	
Estudiante 1	X	X	X	X	X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 2			X	X	X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 3	X	X	X	X	X		Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 4		X	X	X			
Estudiante 5		X		X	X		Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 6	X	X	X	X			La PF evidencia una estrategia más formal.
Estudiante 7			X	X	X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 8		X	X	X	X		La PF evidencia una estrategia más formal.
Estudiante 9			X	X		X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 10		X	X	X	X	X	La PF evidencia una estrategia más formal.
Estudiante 11			X	X	X		Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 12			X	X	X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 13		X	X	X			Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 14			X	X			Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 15			X	X	X		Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 16	X	X	X	X	X	X	
Estudiante 17	X	X	X	X	X	X	
Estudiante 18			X	X	X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 19		X	X	X			La PF evidencia una respuesta más formal.
Estudiante 20			X	X	X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.

Estudiante 21		X	X	X	X		
Estudiante 22			X		X		No contesta la PF.
Estudiante 23					X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 24					X	X	Las dos pruebas presentan resultados errados.
Estudiante 25		X	X	X		X	

## **Currículum Vitae**

Ingrid Consuelo Muñoz Aldana

Originaria del Pital, Colombia, Ingrid Consuelo Muñoz Aldana realizó estudios profesionales en Educación Primaria en la Universidad del Valle. La investigación titulada “Resolución de problemas matemáticos con apoyo de recursos didácticos virtuales de un teléfono inteligente, con alumnos de 5° de una escuela pública rural de Colombia” es la que presenta en este documento para aspirar al grado de maestría en Educación con acentuación en procesos de enseñanza – aprendizaje.

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor de la educación inicial, en las áreas de lenguaje y matemáticas desde hace 12 años. Así mismo ha participado en iniciativas de programas de formación docente: En 2013, participó de una secuencia didáctica de lenguaje con sus estudiantes, las grabaciones de dichas clases ahora hacen parte un módulo virtual de formación docente del portal [www.colombiaprende.com](http://www.colombiaprende.com). En 2011 inició como participante del proyecto piloto Raíces de Aprendizaje Móvil.

Actualmente, Ingrid Consuelo Muñoz Aldana funge como docente de 5° de una escuela pública rural, desde que desempeña este cargo se ha interesado por indagar las formas de mejorar la calidad educativa de estos sectores, al igual que temas relacionados con los cambios educativos en la actualidad, permeados por las nuevas tecnologías.