



TECNOLOGICO DE MONTERREY

EGE[®]

Escuela de Graduados en Educación

Efectos del proceso de aprender a programar con “Scratch” en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria.

Tesis que para obtener el grado de:

Maestría en Tecnología Educativa con acentuación en Medios Innovadores para la Educación

presenta:

Miller Galindo Suárez

Registro CVU 594537

Asesor tutor:

Mtro. Leónidas Onésimo Vidal Espinosa

Asesor titular:

Dra. Darinka del Carmen Ramírez Hernández

Ibagué, Tolima, Colombia

Julio 2014

Dedicatorias

- A Dios, por permitirme culminar esta importante etapa de formación.
- A Laura Sofía, mi amada bebé, por el tiempo que la maestría le quitó.
- A Sandra, mi querida esposa, por su incesante voz de aliento.

Agradecimientos

- A la institución educativa San Luís Gonzaga de San Luís-Tolima, por facilitar el desarrollo de esta investigación. A su rectora, estudiantes y compañeros profesores que me apoyaron.
- A mis asesores, doctora Darinka del Carmen Ramírez Hernández y el maestro Onésimo Vidal Espinosa, por su valioso acompañamiento, quienes con su conocimiento y experiencia contribuyeron a la culminación de este proyecto de investigación.
- A los tutores y tutoras de la Universidad Autónoma de Bucaramanga y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey por aportar su granito de arena a mi formación.
- Al Ministerio de Educación Nacional de Colombia, por su contribución económica para poder llevar a cabo esta etapa de formación post-gradual docente.

Efectos del proceso de aprender a programar con “Scratch” en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria.

Resumen

Hoy por hoy, se exige a los ciudadanos en casi todos los ámbitos socioeconómicos mundiales poseer habilidades matemáticas básicas para facilitar su desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores. Así, la matemática es uno de los principales ejes de la actividad humana, de ahí, la relevancia de formar personas competentes en dicha área. De esta forma, el problema de investigación abordado en el presente trabajo se enfocó en la valoración del lenguaje de programación “Scratch” como herramienta de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de una institución pública de educación básica primaria del departamento del Tolima, Colombia. El objetivo fue estudiar el uso de un entorno de programación escolar como apoyo al aprendizaje de las matemáticas básicas en estudiantes de primaria, con la intención de mejorar su rendimiento en la resolución de problemas. Se diseñó un enfoque cuantitativo con datos obtenidos de un instrumento de medición, los que sirvieron para llevar a cabo un análisis estadístico comparativo entre los dos grupos participantes. Este trabajo se justifica con base en el bajo nivel de desempeño que se evidencia en las pruebas internas y externas los estudiantes objeto de estudio. Los resultados indican que el uso *Scratch* resulta muy atractivo para los estudiantes de básica primaria, por lo que para el tema seleccionado, se obtuvieron mejores resultados de aprendizaje con el software de programación mencionado.

Índice

1. Planteamiento del problema.....	1
1.1 Antecedentes del problema	1
1.2 Definición del problema.....	7
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo general	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Hipótesis de investigación, nulas y alternativas.....	9
1.4.1 Hipótesis de investigación.....	9
1.4.2 Hipótesis nula	9
1.4.3 Hipótesis alternativas.....	9
1.5 Justificación.....	10
1.6 Limitaciones y delimitaciones.....	11
2. Marco teórico	13
2.1 El aprendizaje significativo	13
2.1.1 La memoria a largo plazo.....	27
2.1.2 Procesos de almacenamiento en la memoria a largo plazo	28
2.2 Uso de tecnología para el aprendizaje.....	32
2.2.1 Programación y educación matemática	46
2.2.2 El lenguaje de programación “Scratch” y el aprendizaje significativo	47
3. Método	62
3.1 Descripción del método y el diseño de investigación	63
3.2 Contexto de la investigación	68
3.3 Población, unidades de análisis.....	69
3.4 Muestreo.....	70
3.5 Instrumentos para recolección de datos	74
3.5.1 Aplicación de instrumentos	75
3.5.2 Confiabilidad y validez del instrumento.....	75
3.6 Procedimiento recolección de datos.....	77
3.7 Acopio y organización de los datos	80

3.8 Estrategia de análisis de datos.....	81
4. Análisis y discusión de resultados	83
4.1 Presentación de la información	85
4.1.1 Estadística descriptiva	86
4.2 Confiabilidad y validez mediante estadística inferencial.....	92
4.2.1 Prueba de Hipótesis	92
4.2.2 Nivel de confianza.....	93
4.2.3 Lectura de P-valor	93
4.2.4 Decisión estadística	95
4.3 Análisis de los resultados	96
5. Conclusiones.....	101
5.1 Hallazgos importantes.....	104
5.2 Recomendaciones.....	106
5.3 Sugerencias para otros estudios	107
Referencias.....	108
Apéndice A. Carta de Consentimiento Padres.....	112
Apéndice B: Clase de matemáticas incorporando Scratch.	113
Apéndice C: Test Actividad de Matemáticas.	114
Apéndice D: Instrucción a grupos control y experimental	116
Apéndice E: Aplicación test grupos control y experimental.	118
Apéndice F: Selección muestra simple aleatoria en Excel.	119
Apéndice G: Carta consentimiento expertos.	120
Apéndice H: Registro calificaciones promedio pos-test.....	121
Apéndice I: Carta autorización realizar investigación.....	122
Apéndice J: Programa escrito en <i>Scratch</i> por niños grupo experimental.....	123
Glosario.....	124
Currículum Vitae	126

1. Planteamiento del problema

En el presente capítulo se explica, inicialmente, el origen de la problemática que se planteó. Luego, se enuncia el problema a través de una pregunta de investigación en la que establece una relación entre dos variables para ser respondida a través de la recopilación de información. Subsiguientemente, se enumera lo que pretende estudiar, aportar y aprender al realizar esta investigación. Más adelante, se expresa de manera sintética la relevancia del problema a estudiar así como la contribución que se busca hacer a la comunidad académica. Finalmente, se identifican los alcances y restricciones del presente estudio.

1.1 Antecedentes del problema

En el año 2009 el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) aplicó la prueba SABER de matemáticas a los grados 5° y 9°. En el año 2012, también aplicó la prueba SABER a los grados 3°, 5° y 9°. Lo anterior permitió determinar qué tanto los estudiantes evaluados se acercaron al logro de los resultados esperados, según los estándares básicos de competencias en matemáticas definidos por el Ministerio de Educación Nacional (M.E.N). Los resultados fueron desalentadores. En el año 2009, por ejemplo, más del 80% de los estudiantes de 5° y 9° de todo el país no superaron las preguntas de menor complejidad de la prueba; es decir, se ubicaron, de acuerdo a los niveles de desempeño, en nivel insuficiente mientras que el resto sólo alcanzó un nivel de desempeño mínimo (ICFES, 2013).

De acuerdo al M.E.N., las pruebas denominadas “SABER” revelan que la brecha de calidad entre los colegios privados y oficiales del país aumentó. Por ejemplo, en las

áreas de lenguaje y matemáticas entre 2002 y 2009 los colegios privados mejoraron su desempeño. Entre tanto, los establecimientos educativos oficiales mantuvieron, en unos casos, bajos resultados y, en otros, disminuyeron los niveles de desempeño de sus estudiantes.

En el caso específico de la institución educativa objeto de estudio, comparada con los establecimientos educativos con puntajes promedio similares en el área de matemáticas para el grado quinto, resultó, de acuerdo al ICFES (2013): Débil en Razonamiento y argumentación; en Comunicación, representación y modelación; en Planteamiento y resolución de problemas; en el componente Numérico-variacional; en el componente Geométrico-métrico; y similar en el componente Aleatorio.

Como se puede observar, los resultados de las pruebas SABER 2009 y 2012 hicieron visible una espinosa realidad educativa nacional y es que un alto porcentaje de la población estudiantil, de los niveles básica primaria del sector educativo oficial, no posee un mínimo de competencias en matemáticas ni lenguaje (ICFES, 2013).

¿Cuáles pueden ser las causas de este fenómeno escolar? Por supuesto son diversas. Pero, por una parte, es probable que un buen número de docentes de primaria no tengan claro qué son y para qué sirven los estándares de calidad y cómo hacerlos funcionales en el aula. El documento No.3 o estándares básicos de competencias (EBC) expedidos por el M.E.N establecieron la noción de competencia matemática como “un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socio-afectivas y psicomotoras, apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores” (MEN, 2006, p. 49). Sin duda, ésta definición de

competencia matemática consolida dos ejes imprescindibles para el aprendizaje de las matemáticas -el significado y la comprensión-. El significado se adquiere; la comprensión también, pero además se demuestra, ambos, en las prácticas sociales; es decir, la significatividad del aprendizaje y la comprensión no está reducida únicamente al sentido personal que le asigna cada individuo sino también a su capacidad para vincular lo aprendido a su vivencia pero con sentido.

De otra parte, es muy probable que los maestros de básica primaria no tengan muy claro si es la influencia de los medios tecnológicos, la influencia de los métodos, o la combinación de ambos (medios y métodos) lo que puede causar aprendizajes duraderos. Salas y Umaña (2011) como resultado de su análisis sobre la influencia o neutralidad de los medios tecnológicos en los procesos de aprendizaje, llaman la atención en el sentido de que ésta es una discusión sobre tecnología educativa que aun hoy día continua suscitando polémica debido a que, por ejemplo, Clark (2001, citado por Salas, 2011, p.3), concluyó, como resultado de su estudio, que los medios tecnológicos no influyen en los procesos de aprendizaje “los medios son sólo vehículos”. Clark determinó que “en realidad quien determina el logro de los objetivos de aprendizaje es el método utilizado por el maestro y la aptitud que se movilizó entre los estudiantes”. Por su parte, Kosma (1991 citado por Salas, 2011), a partir de su estudio, apunta a que el estudiante se ve favorecido en el proceso de aprendizaje cuando se utiliza diversos medios tecnológicos; “medios y métodos son inseparables” (p. 8), afirmó. Kosma (1991) asevera que un medio tecnológico en particular, en unión con los métodos que son utilizados, interactúa con una influencia determinante en la forma como los estudiantes presentan y procesan la información.

Otro factor que podría estar causando el fenómeno del bajo rendimiento de los niños de la institución educativa en la prueba SABER puede ser el posible uso del método de la repetición como único recurso para aprender nueva información. Aprender nueva información únicamente por el método de la repetición conduce a un proceso que se le conoce comúnmente como memorización. Para Ormrod (2005), la memorización consiste en aprender información, pero sin significado adicional para el que aprende. Es por esta razón que los niños no comprenden lo que se les pretende enseñar. La asimilación viene a ser el proceso contrario; éste consiste en “almacenar nuevas ideas en estrecha relación con ideas relevantes presentes en la estructura cognitiva del sujeto”, (Ausubel, 1968, p. 2 citado por Gispert, 2005, p. 272). Es decir, se aprende significativamente al relacionar la información nueva con el conocimiento existente en la memoria a largo plazo; así, las personas encuentran significado para esa nueva información, y es cuando se dice que surge la comprensión.

De igual manera, en el contexto de la educación básica primaria del sector oficial colombiano, la innovación en la didáctica en el área de matemáticas puede ser otra posible causa del bajo nivel de desempeño de los estudiantes en la prueba SABER. En este sentido, lo que se necesita para mejorar la problemática planteada “es construir una cultura de la innovación que descansa en el desarrollo de comunidades de aprendizaje profesional entre el profesorado” (Díaz, 2010, p. 7). Es decir, sin profesores comprometidos con la innovación la educación se quedará en el pasado; más, sino se toma en cuenta el hecho de que es necesario que los profesores se involucren en la tarea de innovar para mejorar las prácticas en el aula. En ese sentido, es probable que los entornos de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas motivadores y retadores, que

potencian los aprendizajes duraderos en los estudiantes, puedan emplearse como promotores de la competencia matemática y, de esta manera, afectar positivamente el rendimiento de los estudiantes en las pruebas.

Dentro de la diversidad de herramientas para el aprendizaje de las matemáticas, los entornos de programación como *Scratch*, se constituyen hoy por hoy en entornos de aprendizaje altamente motivadores y son la excusa perfecta para hacer que los niños se enamoren de la asignatura que imparte el profesor, incorporando en ellos, además de métodos y/o medios, la imprescindible afectividad (Ormrod, 2005). Por este motivo, la autora hace caer en la cuenta que es el profesor quien debe hacer todo lo que esté a su alcance para provocar en los estudiantes la motivación por aprender las asignaturas académicas debido a que no es precisamente algo que los niños traigan con ellos a las aulas de clase.

A propósito de entornos de aprendizaje motivadores en el aula, se sabe que trabajar con “Scratch” ofrece a los estudiantes, inclusive a los que presentan necesidades especiales (NEE), oportunidades de construir activamente conocimientos, “planificar proyectos, plantear dudas y preguntas y trabajar en la solución de problema; todo ello permite un aprendizaje activo y significativo”, (López y Sánchez, 2012, p.5). “Scratch” es un software, programa de computador, entorno o ambiente de programación gráfico especialmente diseñado que permite construir otros programas de computador. Su inventor fue el doctor Mitchel Resnick en conjunto con el equipo de investigación que lideró en el Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Resnick (2013), sugirió en un artículo publicado en el sitio web especializado de tecnología para la educación (edSurge), que “Scratch” es una nueva forma de expresión

y un nuevo contexto para el aprendizaje. En el proceso de aprender a programar con “Scratch”, las personas aprenden muchas otras cosas. No están simplemente aprendiendo a programar, están programando para aprender; pues además, de comprender ideas matemáticas y computacionales, tales como variables y condicionales, simultáneamente están aprendiendo estrategias para solucionar problemas, diseñar proyectos y comunicar ideas. Esas habilidades son útiles no sólo para los científicos de la computación sino para todas las personas sin distinción de edad, proveniencia, intereses u ocupación.

Con “Scratch” algo más de tres millones de personas alrededor del mundo han creado una amplia variedad de proyectos, utilizando “Scratch”, como videos musicales, presentaciones, juegos de computador y otro tipo de animaciones. En ese sentido, no basta con la ayuda de los medios tecnológicos para llevar al estudiante a relacionar nueva información con el conocimiento ya adquirido para que el aprendizaje sea duradero, según Ballester (2002) para no someter fácilmente al olvido lo que se aprende es necesario que la estrategia didáctica del maestro esté en sintonía con los presaberes del estudiante, además, ser coherente con la presentación de la información.

Se sabe de la existencias de dos tipos de motivación: la intrínseca (la fuente de motivación reside en el individuo) y la extrínseca (la fuente de motivación está fuera del individuo). En estos contextos de aula se podría priorizar la necesidad de adoptar o crear de entornos de aprendizaje motivadores que faciliten el aprendizaje de los fundamentos matemáticos a largo plazo. Enriquecer los ambientes de aprendizaje en la básica primaria con lenguajes de programación como el *Scratch*, podría aportar

sustancialmente al logro de lo que Ormrod (2005) llamó el *incremento del rendimiento académico y favorecimiento de la motivación intrínseca*.

1.2 Definición del problema

De acuerdo con Bouchard (2003, citado por Gómez, Deslauriers y Alzate, 2011) de la base del análisis planteado en el apartado anterior se desprende la existencia de una ausencia, laguna o vacío concerniente al hecho de que, según los resultados de las pruebas SABER 2009 y 2012, las estrategias pedagógicas que son utilizadas actualmente en la institución educativa para la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas en 5° de educación básica primaria es probable que no estén resultando ser efectivas para el desarrollo de las competencias matemáticas de los niños y las niñas, debido a que, por ejemplo, no se sustentan en el uso de medios tecnológicos ni estrategias de aprendizaje significativo. En este sentido, se enseñó a los niños de 5° de primaria algo de programación con “Scratch” y se estudió su efecto en el aprendizaje significativo de los números racionales.

De esa manera, se pretendió esclarecer el siguiente interrogante: ¿En qué medida el software de programación “Scratch” favorece el aprendizaje significativo de los números racionales (Q) en los estudiantes de 5° de educación básica primaria?

El interrogante de investigación planteado en este trabajo examinó la relación causa/efecto entre las siguientes dos variables: 1) variable independiente, el uso de la tecnología “Scratch” como herramienta de enseñanza/aprendizaje y, 2) variable dependiente, su impacto en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes.

A continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos que se pretendieron alcanzar con este estudio, así como la relevancia del problema y su contribución a la educación básica.

1.3 Objetivos

Gómez, Deslauries y Alzate (2011) aseveran que los objetivos son mandatos que se da el investigador con relación a su objeto de investigación, derivados del problema previamente identificado. Es decir, los objetivos son los fines que se van a alcanzar con la investigación e indican hacia qué tipo de conclusiones ésta debería conducirse. En seguida se expresa lo que se pretende estudiar, contribuir y conocer a través de la presente investigación:

1.3.1 Objetivo general

Determinar en qué grado el proceso de aprender a programar con “Scratch” favorece el aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de grado quinto de educación básica primaria.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Encontrar diferencias entre el proceso de aprender a programar con “Scratch” y el método de enseñanza tradicional o de la repetición utilizado con respecto al desarrollo del aprendizaje significativo de los racionales en 5° de primaria.
2. Evaluar si el proceso de aprender a programar con “Scratch” tiene una influencia importante en el desarrollo del aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de 5° de educación básica primaria.

1.4 Hipótesis de investigación, nulas y alternativas

El siguiente paso que se da en esta investigación es plantear nortes precisos hacia el problema de investigación. Es decir, en éste apartado se establecen las hipótesis de trabajo que son en realidad lo que se busca o trata de probar. Las hipótesis son proposiciones tentativas del fenómeno investigado que se quiere comprobar sometiénolas a prueba en la realidad, esto es, las respuestas que se espera dar a la pregunta de investigación planteada (Valenzuela y Flores, 2012). De ésta manera, se proponen tentativamente las respuestas a la pregunta que dio origen a la presente investigación.

1.4.1 Hipótesis de investigación

H1: Los estudiantes de 5° de primaria que apoyan el aprendizaje de los números racionales con el software de programación “Scratch” tendrán un aprendizaje más significativo de los números racionales, visto a través de mejores puntajes en las pruebas, que aquellos estudiantes de 5° de primaria que no lo utilizan.

1.4.2 Hipótesis nula

Ho: No existe una diferencia significativa en el aprendizaje de los números racionales entre los estudiantes que tienen como apoyo a su aprendizaje el uso del software de programación “Scratch” y los estudiantes que no lo utilizan.

1.4.3 Hipótesis alternativas

Ha: Si existe una diferencia significativa en el aprendizaje de los números racionales entre los estudiantes que tienen como apoyo a su aprendizaje el uso del software de programación “Scratch” y los estudiantes que no lo utilizan.

1.5 Justificación

La Ley General de Educación o Ley 115 de 1994 estableció en el artículo 5° que la educación en Colombia se desarrollará atendiendo, entre otros, el perfeccionamiento de la capacidad crítica, reflexiva que favorezca el avance científico y tecnológico nacional.

En ese sentido, la presente investigación servirá para conocer en qué medida el software de programación “Scratch” favorece o impacta el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de educación básica primaria. De este modo, se aportará conocimiento empírico como apoyo a los maestros de primaria que pretendan adelantar procesos de incorporación de tecnología educativa o potenciar el conocimiento conceptual y procedimental de las matemáticas en los estudiantes del nivel educativo mencionado y, por ende, tratar de mejorar el desempeño de los niños y las niñas en la prueba SABER; en consecuencia, los profesores tendrán aquí, y a su disposición, una fuente de orientación y recomendaciones sobre cómo, desde la práctica docente, es posible favorecer los procesos de aprendizaje significativo de las matemáticas incorporando el uso de tecnología como el entorno de programación “Scratch”.

Por lo tanto, la tecnología educativa, y en general las TIC, son instrumentos cada vez más indispensables en los centros educativos ya que estos recursos abren para la docencia nuevas posibilidades para la enseñanza de las matemáticas como, por ejemplo, el acceso inmediato a nuevas fuentes de información y nuevos canales de comunicación, creación de recursos y la utilización de aplicaciones interactivas para el aprendizaje y la evaluación (Palomo *et al*, 2005).

De esta manera, también se conocerá en mayor medida el comportamiento y relación de dos variables: a) uso de la tecnología y b) aprendizaje significativo. Así, con

la realización de la presente investigación, los beneficiados con los potenciales hallazgos serán principalmente docentes de educación básica primaria y, por su conducto, los estudiantes, ya que las TIC, y en general la tecnología educativa, ejercen en ellos un alto poder de motivación, entre otras cosas, porque los persuade hacia el aprendizaje y aumenta su atención e interés por las actividades académicas (Palomo *et al*, 2005).

En síntesis, la presente investigación resulta conveniente porque hay escasos estudios similares y éste aportaría información útil para el análisis de los efectos que causa la mencionada herramienta en el aprendizaje significativo de los números racionales, pues la utilización de la tecnología en la educación debe estar soportada en principios pedagógicos claros, de lo contrario la acción educativa fracasará; es decir, los maestros necesitan formación pedagógica para emplear con eficiencia las tecnologías. La mejor de las tecnologías, el mejor de los medios puede terminar siendo un absoluto fracaso si los maestros no los emplean correctamente. Inclusive pueden llegar a generar todo lo contrario de lo que se espera del proceso de formación. Es preferible la utilización de tecnología menos poderosa, pero conocida por los maestros, que la utilización de lo último de la tecnología de punta pero desconocida para quienes deben usarla con fines educativos (Cabero, 2006).

1.6 Limitaciones y delimitaciones

Algunos de los obstáculos o limitaciones que están fuera del control del investigador, y que podrían presentarse durante el desarrollo de la investigación, podrían ser:

- Los docentes y estudiantes de básica primaria que participarían en la investigación no poseen fundamentos de programación de computadores.
- Los docentes y estudiantes de básica primaria participantes en la investigación, de ningún modo, han tenido contacto con el entorno de programación “Scratch”.
- Para resolver situaciones de aprendizaje básicas mediadas por “Scratch” es requisito tener buen desarrollo del pensamiento lógico para dominar el proceso de programación de computadores.
 - El aprendizaje del proceso de programación requiere suficiente tiempo.

Con respecto a la delimitación o alcance específico de la presente investigación, se tiene:

- Delimitación geográfica, éste estudio se refiere a los niños y las niñas de quinto grado de educación básica secundaria de la institución educativa Nuestra Señora del Carmen del municipio del Líbano, Tolima, Colombia.
- Delimitación temporal, el tiempo estimado en que se recogerán los datos será durante aproximadamente una semana del mes de noviembre del año 2013.
- Delimitación del conocimiento, el presente estudio se delimita únicamente a conocer la medida que aprender a programar con “Scratch” influye en el proceso de aprendizaje significativo de los números racionales en educación básica primaria.

2. Marco teórico

Se pretende ahondar a continuación en los fundamentos epistémicos, teorías e investigaciones existentes que darán soporte científico a la presente investigación. Para que éste examen se revista de validez, se apelará, en lo posible, a dos elementos: 1) el espíritu crítico; 2) la manifestación a través del discurso argumentativo (Gómez, Deslauriers y Alzate, 2011).

2.1 El aprendizaje significativo

La teoría del aprendizaje significativo, en el contexto de la labor educativa, ofrece un marco de herramientas apropiadas que sirven no sólo para favorecer el desarrollo de procesos cognitivos en los estudiantes sino también para el diseño de estrategias de enseñanza coherentes con sus principios (Moreno y Orozco, 2009). Para Ausubel (1983, citado por Moreno y Orozco, 2009) el aprendizaje significativo es de tres tipos: aprendizaje significativo de representaciones, de conceptos, y de proposiciones. El aprendizaje de representaciones consiste en asociar palabras a los objetos. El segundo tipo de aprendizaje significativo, el de conceptos, ocurre mediante dos procesos llamados formación y asimilación. Afirman Moreno y Orozco (2009) que “en la formación de conceptos, las características del concepto se adquieren a través de la experiencia directa del estudiante en sucesivas etapas de formulación y prueba de hipótesis”, (p.12). El aprendizaje de conceptos por asimilación se produce cuando el niño va ampliando su vocabulario. Por el contrario, el aprendizaje de proposiciones “consiste en captar el significado de nuevas ideas expresadas en dos o más términos conceptuales unidas por palabras enlace para producir una unidad semántica” (p.12).

Ahora bien, para Ausubel (1983 citado por Moreno y Orozco, 2009), es necesario reunir algunas condiciones para que se produzca un aprendizaje significativo: Primera, el contenido a aprender se le presente a los estudiantes de manera organizada para facilitarles establecer relaciones entre el nuevo contenido y los conocimientos que ya poseen. Es necesaria, adicionalmente, una adecuada presentación por parte del docente como requisito para que los alumnos puedan entender o dar significado a lo que tratan de aprender. Segunda, el estudiante debe estar motivado y preparado para realizar un esfuerzo ante el aprendizaje que se le reta asimilar. Tercera, el estudiante necesita una estructura de conocimientos previos activada y dispuesta donde relacionar los nuevos aprendizajes propuestos.

Por otra parte, Coll (2008, p. 134), asevera que hablar de aprendizaje significativo es, ante todo, “privilegiar el proceso de construcción de significados como eje vertebral del proceso de enseñanza/aprendizaje”. Es decir, los estudiantes aprenden significativamente lo que se le presenta como objeto de aprendizaje sólo cuando son capaces de atribuirle significado a ese objeto. El objeto de aprendizaje puede ser cualquier contenido, norma, procedimiento, valor etc. Coll se cuestiona acerca de lo que significa en realidad la afirmación –los estudiantes construyen significados–. Para dar respuesta a este interrogante varios autores (Coll, 2008; Ormrod, 2005; Moreno y Orozco, 2009), se basan en las aproximaciones más conocidas de Ausubel (Novak y Hanesian, 1983 y Novak, 1982) para estimar que la construcción de significados consiste en el establecimiento de relaciones no arbitrarias entre lo que ya se conoce y lo que se está aprendiendo.

Coll (2008) advierte la construcción de significado en el aprendizaje no como una cuestión de todo o nada, sino más bien como una cuestión de grado. En realidad, Coll (2008) lo que sugiere es que “hay que cambiar la forma de pensar de los maestros con respecto a este punto para que, en lugar que se proponga de manera general que los estudiantes realicen aprendizajes significativos, se proponga mejor que los estudiantes desarrollen aprendizajes significativos en cada grado de escolaridad” (p.134). En este sentido, el autor indica que “las personas construyen significado cuando integran o asimilan el nuevo objeto de aprendizaje a los esquemas que ya poseen de la comprensión de la realidad” (p. 135).

En esta perspectiva, Coll (2008) establece la dirección en la que la enseñanza debe dirigirse y actuar. En efecto, desde el punto de vista de la labor educativa, y en los tiempos actuales, lo que el autor plantea es pertinente puesto que en la realidad educativa oficial colombiana se necesita con urgencia dotar a los estudiantes con herramientas, no sólo valorativas y procedimentales, también cognitivas que les permita verdaderamente ahondar y ampliar los significados que construyen mediante su participación en las actividades de aprendizaje cotidianas. Criterio muy válido, si se piensa más allá de las políticas estatales en cuanto a salario, número de estudiantes por docente, etc., pues le permite al maestro cuestionar y mejorar su práctica pedagógica.

Para el pensamiento piagetiano, la construcción de significado para un aprendizaje significativo consiste en asimilar y acomodar (Coll, 2008). En consecuencia, da a entender que se imprime de significado los materiales de aprendizaje nuevos cuando se lleva a cabo la acción mental de insertarlos, articularlos o asimilarlos con los esquemas de conocimiento previo del individuo. Asimismo, la construcción de significados

“implica igualmente una acomodación, una diversificación, un enriquecimiento, una mayor interconexión de los esquemas previos” (Coll, 2008, p. 135). Entonces, al relacionar lo que se está aprendiendo con lo que ya se sabe o esquemas previos, inevitablemente ocurrirá una modificación o reestructuración de los presaberes. Así, los nuevos esquemas de conocimiento se convierten en una potente fuente de futura atribución de significados (Coll, 2008).

De dicho punto surge el interrogante: ¿El aprendizaje siempre es significativo? Por lo conocido a través de los autores ya citados, se puede afirmar que no siempre es significativo. El aprendizaje no siempre lleva a los estudiantes a la construcción de significados y, en este sentido, considera el autor que “en muchas ocasiones el aprendizaje es simplemente mera repetición memorística ya que, en el nivel escolar, es bien difícil alcanzar un nivel elevado de significatividad puesto que las condiciones que exige su realización no siempre son fáciles de cumplir” (Coll, 2008, p. 135).

Pero, ¿cuáles exigencias, según Coll (2008), son necesarias para que el aprendizaje sea significativo? En primera instancia, hace referencia a que los materiales de aprendizaje deben tener la capacidad de activar en los estudiantes procesos de construcción de significados; es decir, el contenido que el estudiante va a aprender ha de ser potencialmente significativo. Ello implica que el material a aprender debe tener una estructura lógica interna, ser significativo en sí mismo.

Ningún estudiante estará en capacidad de construir significados durante su aprendizaje si el contenido a aprender carece de significatividad lógica, concreción, de estructura y, además, no tiene en cuenta las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Continuando con los materiales o contenidos de aprendizaje, es necesaria

otra condición: que los estudiantes puedan relacionar, asimilar, de forma consciente el nuevo material de aprendizaje con lo que ya conoce (Coll, 2008). Es decir, los materiales de aprendizaje, además de ser significativos lógicamente, también han de ser significativos psicológicamente. Aquí cobra vital importancia para el aprendizaje significativo el conocimiento previo del estudiante como insumo necesario para enfrentar nuevos desafíos en la adquisición de conocimientos. Muy importante este factor en el quehacer docente. Por ejemplo, en Colombia se utiliza la metodología Escuela Nueva para enseñar el sector rural al cual el docente debe adaptarse y partir de allí para enseñar. Algunos principios pedagógicos de ésta metodología tienen que ver con el docente ya que no podría presentarle información a los estudiantes que no hayan tenido la oportunidad de conocer antes; debe tener en cuenta las condiciones socioeconómicas en las que viven sus estudiantes, las condiciones de violencia que soportan a diario, etc. Bajo dichas dificultades es importante para el docente realizar trabajos de diagnóstico de sus estudiantes, sus condiciones familiares, culturales y sociales, sus creencias, etc., pues en una misma región colombiana existe amplia diversidad. Este es un paso importante en la consecución de aprendizajes a largo plazo.

Una segunda instancia, tiene que ver con la necesidad de todo estudiante de adoptar una actitud favorable para relacionar los conocimientos adquiridos previamente con los significados ya construidos (Coll, 2008). Si el nivel de aptitud del estudiante hacia el aprendizaje significativo es insuficiente, la actividad de aprender, con seguridad, no será otra cosa que memorística y repetitiva. Por el contrario, si el nivel de aptitud es superior, la cantidad y variedad de las relaciones que establecerá entre lo nuevo que aprende y sus presaberes probablemente también serán de nivel superior.

Que los estudiantes muestren un limitado o alto nivel de aptitud está supeditado a la motivación de los estudiantes por aprender significativamente, también a la destreza del docente para motivar y acrecentar esa motivación, (Coll, 2008). No estaría de más recordar que la motivación es de tipo interna (intrínseca) y externa (extrínseca), donde el docente debe combinar con esos dos factores, conociendo a sus estudiantes y su contexto para, de ésta manera, entrar en sus mentes de forma coherente, sin irrumpir, buscando motivar a los estudiantes por desarrollar el aprendizaje significativo.

El aprendizaje significativo cambia la manera de ver el proceso de enseñanza/aprendizaje. Aún existe la creencia que el aprendizaje de los estudiantes depende exclusivamente de la influencia del maestro y de la metodología que éste utiliza para enseñar. Ante esta situación, cobra relevancia también los presaberes del estudiante y sus procesos de pensamiento. Según evidencia empírica aportada por Wittrock (1986, citado por Coll, 2008), todo apunta a que los significados que construyen los estudiantes, a partir de la enseñanza, no depende únicamente de los preconceptos que posean ni de la relación que establezcan con los materiales de aprendizaje, sino del sentido que le atribuyen a dichos elementos y a las actividades de aprendizaje.

Pero, para que los estudiantes le atribuyan sentido al proceso de aprendizaje y éste adquiera la propiedad de ser a largo plazo y no se someta fácilmente al olvido es importante que: 1) la estrategia didáctica de los docentes esté estrechamente relacionada con los preconceptos de los estudiantes y, 2) la información que se les presente no sea incoherente o arbitraria (Ballester, 2002). La cuestión ahora es cómo hacer que la estrategia didáctica docente tenga en cuenta el conjunto de ideas previas de los estudiantes. No es algo nuevo que en determinado sector del cuerpo docente de básica

primaria exista la creencia arraigada que el aprendizaje significativo implica más trabajo, mayor esfuerzo y rigor. También es cierto que muchos no lo aplican en el aula por desconocimiento.

De acuerdo con el último cuestionamiento se conoce que existen dificultades que inciden en el aprendizaje significativo como, por ejemplo, la diversidad en el aula; ésta es una variable del aprendizaje significativo que se puede abordar con el Trabajo Abierto. El trabajo abierto en el aula otorga a los estudiantes un amplio margen de maniobra para sacar a la luz sus presaberes y, lo más importante, garantizarles el respeto por la diferencia (Ballester, 2002). Según Ballester, durante el trabajo abierto los alumnos cuestionan de manera recurrente al docente. En este caso, lo que aconseja el autor es no otorgarles respuestas cerradas a los estudiantes porque no se les dejaría margen para su actuación. Entonces, sugiere respuestas abiertas. Por ejemplo, una respuesta abierta a la pregunta ¿de qué color lo tengo que pintar?, podría ser ¿de qué color los pintarías tú? Interpretando a Ballester (2002), lo que se busca con el trabajo abierto es conocer los saberes previos de los estudiantes entorno a un tema o unidad del currículo establecido para, a partir de lo que ya saben, y que se evidencia con los productos del trabajo abierto (carteleros, murales, escritos, comics, etc.), el maestro pueda enseñar el nuevo material de aprendizaje.

Una segunda variable que obstaculiza el aprendizaje significativo es la Motivación (Asubel, Novak y Hanesian, 1978, citados por Ballester, 2002). La motivación es dos cosas al mismo tiempo: efecto y causa del aprendizaje; la motivación ayuda al aprendizaje y el aprendizaje ayuda la motivación. Es decir, hay que implicar al estudiante e interesarlo porque de otra manera no se producirán aprendizajes duraderos.

La tercera variable del aprendizaje significativo corresponde al Medio. El medio es un recurso vital para cualquier área común de enseñanza porque “es un complemento curricular y permite la relación y la coherencia entre los conceptos que ya conoce el estudiante y los nuevos que se estén enseñando” (Ballester, 2002, p. 50). En este sentido, el autor aduce que no necesariamente el medio tiene que trabajarse con los estudiantes de manera directa; “puede trabajarse, por ejemplo, con observación indirecta a través de los medios tecnológicos” (p. 51). Significa que relacionar el medio de manera directa o indirecta con las actividades académicas, hace que el estudiante se involucre en las actividades de aprendizaje estableciéndose así un escenario favorable para producir aprendizaje a largo plazo.

En ese mismo sentido, Sánchez y Ramis (2004) llevaron a cabo en Chile un trabajo investigativo para mostrar las implicancias didácticas de una metodología activa a través del aprendizaje significativo basado en problemas (ABP), por medio de actividades de aprendizaje contextualizadas de situaciones problemáticas de actualidad aplicadas en el aula, para enseñar y aprender (E-A) en diferentes áreas del conocimiento. Los investigadores analizaron la influencia de la metodología en las estrategias de aprendizaje, el rendimiento académico, la comunicación de la información y el trabajo colaborativo en un curso de Ingeniería Económica. La finalidad del proyecto era mejorar las prácticas pedagógicas de los profesores a partir de la implementación de un modelo de Aprendizaje Basado en Problemas para desarrollar en los estudiantes aprendizajes significativos e integradores en un contexto pedagógico activo-participativo.

Para esos efectos, implementaron un proyecto piloto en los programas de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Bio Bio. Los resultados preliminares en general, y en particular de la asignatura de Ingeniería Económica mostraron alumnos motivados que opinan favorablemente acerca de esta metodología de trabajo. Además los investigadores observaron cambios reveladores en algunos de los factores de las variables investigadas, lo que indicaría que “esta metodología puede ampliarse a otros campos del saber en diferentes niveles educativos” (p. 101). El aprendizaje basado en problemas (ABP) está sustentado en las corrientes teóricas del aprendizaje humano como el aprendizaje significativo (Ausubel, 1978 y 1983; Moreira, 1993; Novak, 1981; Gowin, 1981; citados por Sánchez y Ramis, 2004).

Los investigadores partieron del establecimiento de la hipótesis de trabajo estimando que, al terminar la aplicación de la metodología para enseñar y aprender a través de ABP, trabajada en grupos colaborativos, los estudiantes obtendrían cambios reveladores en el rendimiento académico. En cuanto al diseño de la investigación, trabajaron en el aula con un metodología activa basada en ABP en grupos de cuatro estudiantes. La investigación se llevó a cabo en los horarios habituales de clase y, para comprobar la eficacia del ABP para el aprendizaje significativo, utilizaron un diseño de investigación pre-experimental con un grupo experimental con pre y post test de estrategias de aprendizaje para establecer si los cambios en cada medición resultaban relevantes. La muestra utilizada para someter la hipótesis a prueba consistió en 64 estudiantes.

En cuanto a los instrumentos y técnicas de recolección de datos empleados para medir las estrategias de aprendizaje de los estudiantes, los investigadores utilizaron el

inventario de R. Schmeck formado por 55 enunciados distribuidos en 4 factores de procesamiento cognitivo: Elaborativo, Metódico, Profundo y Retención de Hecho.

Con respecto a los resultados alcanzado en el estudio en cuanto a la relación estrategias de aprendizaje y metodología ABP, necesarios para adquirir aprendizajes significativos que “se manifiestan en un procesamiento profundo y elaborativo de la información donde se transfiere conocimiento a situaciones nuevas de aprendizaje” (p. 107), los investigadores encontraron que se producen cambios relevantes en el aprendizaje significativo de los estudiantes debido a la metodología al 98%. Asimismo, los investigadores hallaron que la metodología basada en ABP, produce cambios en las estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas usadas por los estudiantes para un aprendizaje significativo y no así en el procesamiento superficial y repetitivo.

Basados en los resultados, los investigadores pudieron concluir , entre otros aspectos, que por medio del ABP “es factible modificar las estrategias de aprendizaje superficiales y repetitivas, donde se procesa información mecánicamente hasta memorizarla, a estrategias profundas donde se crea, se transfiere y se produce la abstracción de los contenidos; es decir se aprende significativamente” (p. 110) y que la adquisición de conocimiento y la comprensión, la generación de significados a partir del proceso de enseñanza es lo que verdaderamente influye en el desempeño académico porque “el aprendizaje y la comprensión se ven facilitados cuando el estudiante investiga, construye imágenes y representaciones verbales que relacionan la información nueva con lo que conocen en forma organizada y sucesiva” (p. 110). Es decir, información nueva + información conocida = aprendizaje significativo.

De igual manera, en la ciudad de Albacete (España) se realizó un estudio cuantitativo de tres fases con el propósito de valorar las habilidades cognitivas implicadas en la resolución de problemas matemáticos. El autor de la investigación (Toboso, 2004), planteó en su hipótesis general que la capacidad para resolver los problemas matemáticos en el primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria, ha de estar relacionada con habilidades cognitivas y conocimientos específicos como: el dominio lingüístico-semántico de la lengua en la que están expresados los problemas; el desarrollo de unos esquemas cognitivos que permitan representar el problema mentalmente; el conocimiento de unas estrategias que planifiquen y organicen los pasos del proceso a seguir; el dominio operatorio o algorítmico que permita ejecutar las operaciones necesarias para llegar a la solución de forma precisa; y la habilidad cognitiva para resolver problemas generales, no relacionados con los aprendizajes escolares.

Para estudiar las variables que inciden en el rendimiento escolar el investigador seleccionó una muestra de 268 alumnos de diferentes centros educativos de 2º y 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) por tratarse de un nivel educativo con grandes cambios en la madurez de los alumnos y en el sistema escolar; las edades oscilaron entre los 13 y los 17 años.

Dentro de la batería de instrumentos utilizados para la recolección de datos, el investigador empleó diversas pruebas específicas para evaluar los componentes cognitivos en el proceso de resolución de problemas matemáticos: ECCL o Evaluación de Componentes Cognitivos en la Comprensión Lectora; ECSP o Evaluación de

Componentes Cognitivos en la Selección del Plan de Trabajo; Cuestionario GTSQ de Estilos Intelectuales de Sternberg y Martin; entre muchos otros.

Los hallazgos más importantes de esa investigación permitieron conocer: 1) en relación a los componentes cognitivos que intervienen en la resolución de problemas matemáticos, se advirtieron las mayores dificultades en el reconocimiento del problema y el conocimiento estratégico. 2) Un porcentaje revelador de alumnos resuelven, de forma mecánica, una parte de los problemas planteados, ejecutando los algoritmos indicados, pero desconociendo la naturaleza del problema. 3) el grado de autoestima académica se presenta como una variable con clara incidencia favorable en el desarrollo cognitivo de los alumnos y el rendimiento escolar. 4) Los objetivos del área de matemáticas menos afianzados en los estudiantes son los relacionados con el pensamiento geométrico, aleatorio y estadístico. 5) El análisis de varianza manifestó una incidencia significativa del profesorado en el rendimiento de matemáticas. 6) En la resolución de problemas para los que se precisó la utilización de las cuatro operaciones básicas con números fraccionarios, eligiendo la forma de cálculo apropiada y valorando la adecuación del resultado al contexto, el resultado presentó un índice de aciertos del 29,48 % en la fase de comprensión lectora.

El investigador consideró que esta dificultad se debió a la expresión poco clara del ítem y a la alternativa de respuesta que confundió a muchos alumnos, pues, en el resto de las fases de la resolución del problema propuesto con fracciones, obtuvo índices de aciertos más elevados, del 39,55 %, 43,66 % y 80,6 %, respectivamente.

En un estudio similar Peley, Morrillo y Castro (2007) resaltan que las estrategias de enseñanza-aprendizaje son esenciales en el desarrollo de competencias para el aprendizaje. A través de éstas, se pretende lograr la integración de los estudiantes en el proceso de enseñanza/aprendizaje. De manera que el alumno puede convertirse en un ente activo que incorpora conocimientos y experiencias nuevas, y las aulas, en efectivos talleres o laboratorios de expresión. De allí la importancia de este artículo, el cual analizó las estrategias de enseñanza para el desarrollo de habilidades y destrezas cognitivas orientadas a generar un aprendizaje significativo en los estudiantes de la primera etapa de educación básica, implementadas a través de la acción docente en el aula.

El artículo enfatiza en que el aprendizaje puede darse de dos maneras: por recepción y por descubrimiento. Según los autores de la investigación, Ausubel (1983 citado Peley, Morrillo y Castro, 2007) señalan que la mayor parte del aprendizaje escolar es aprendizaje receptivo; se aclara que de ninguna manera Ausubel subvalora el papel del aprendizaje por descubrimiento. Para que suceda el aprendizaje significativo por recepción los estudiantes deben interiorizar información a partir de la gradualidad y significatividad con se les presenta el nuevo material de aprendizaje; se infiere entonces que los dos tipos de aprendizaje mencionados pueden llegar a ser significativos o repetitivos. Para que una estrategia de enseñanza potencie el aprendizaje significativo debe presentar a los estudiantes materiales significativos; los estudiantes a su vez deben observar una actitud para aprender significativamente y una estructura de conceptos previos bien organizada. Esa estructura conceptual previa de los estudiantes bien organizada, según Ausubel (1983, citado por Peley, Morrillo y Castro, 2007), tiene el

potencial de servir para incorporar, entender y fijar nuevas ideas. Significa lo anterior que, no es necesario que los maestros impongan sus ideas a los estudiantes porque ellos tienen la capacidad de explotar con plena eficacia las experiencias previas para construir nuevo conocimiento (Peley, Morrillo y Castro, 2007).

Ya sea que el aprendizaje se dé por recepción o por descubrimiento, exigirá del individuo el llenado de un requisito para que sea significativo, y es la denominada asimilación. La asimilación consiste en un proceso de almacenamiento de nuevas ideas pero en estrecha relación con las ideas presentes en la estructura cognitiva previa (Ausubel, 1983, citado por Gispert, 2005); lo anterior, implica que los aprendices han de operar mentalmente con el material de aprendizaje si quieren darle significado; así, para Ausubel, el proceso de asimilación asegura que el aprendizaje significativo ocurra a través del cumplimiento de tres actividades básicas: 1) Significado: proporcionando un significado adicional a la nueva idea; 2) Retención: reduciendo la probabilidad de que se olvide la nueva idea; y, 3) Recuperación: haciendo que la nueva idea resulte más accesible o esté más fácilmente disponible para su recuperación.

Como se puede apreciar, el aprendizaje requiere procesos de almacenamiento de información en la memoria a largo plazo; lo cual, involucra la acción conjunta de diversos procesos cognitivos, entre ellos, el Aprendizaje Significativo. Así, se aportan luces importantes a la presente investigación en el sentido de que, a través de la puesta en escena de los postulados mencionados, se soportará la aceptación o el rechazo de la hipótesis de investigación propuesta. Es decir, serán la base fundamental para conocer si el software de programación “Scratch”, favorece o no, en los estudiantes de 5° primaria, el aprendizaje significativo de los números racionales.

2.1.1 La memoria a largo plazo

La memoria a largo plazo cumple una doble función. Por una parte, provee a las personas de un mecanismo biológico que les permite almacenar información durante un tiempo prolongado; por otra, se encarga de suministrar información básica para que se pueda comprender nueva información que se recibe vía los sentidos (Ormrod, 2005).

En este sentido, al regresar a la época de estudiantes en cualquiera de niveles de enseñanza por los que se debe cursar, cuando se estudiaron diversos temas, formulas, hechos, etc.; se comprueba en el presente que se retuvo muy poco de toda esa cantidad de información; que muy poca sigue vigente en la memoria de largo plazo. Entonces se cuestiona, ¿por qué todo lo que se enseña no llega a la memoria a largo plazo?

Sobre la mente humana, se conoce por la autora que no es completamente posible que funcione como una grabadora de eventos ya que sólo le es posible almacenar una mínima cantidad de información en la memoria de trabajo o memoria a corto plazo. Para los teóricos del aprendizaje, según afirma Ormrod (2005), el almacenamiento de información en la memoria a largo plazo es básicamente un proceso de construcción. Lo que da a entender la autora es que para que suceda el aprendizaje humano no basta sólo con la pequeña cantidad de información que las personas seleccionan para retener en la memoria a corto plazo. Se necesita realizar un proceso adicional a partir de esa mínima cantidad de información seleccionada para construir una imagen razonable del entorno. Es como si a cierto fragmento de información (digamos el nombre completo de una persona que acabamos de conocer) se le añadiera capas de información que se procesa mediante la elaboración mental relacionándola con conocimientos que ya poseemos en la memoria a largo plazo (todo para recordar su nombre tiempo después).

Este proceso cognitivo de elaboración, construcción o añadido de información es también un proceso mediante el cual la nueva información cobra significado almacenándose por largos períodos de tiempo en la memoria a largo plazo. En conclusión, podría pensarse que la nueva información pasará de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo sólo si hay un proceso de relación con otros fragmentos de información que ya se posea en la propia estructura conceptual. Además, según Ormrod (2005, p. 248) “cada persona almacenará en su memoria a largo plazo cosas muy diferentes aunque estén asistiendo al mismo acontecimiento”.

2.1.2 Procesos de almacenamiento en la memoria a largo plazo

Según Ormrod (2005), son seis los procesos cognitivos que influyen en la memoria a largo plazo y, por ende, en el aprendizaje duradero: Selección, Práctica, Organización Interna, Elaboración, Imágenes Visuales y el Aprendizaje Significativo.

El primer proceso implicado en el aprendizaje a largo plazo es el denominado Selección. Se sabe que la memoria humana tiene restricciones en cuanto a capacidad y tiempo de procesamiento; es por ésta razón que las personas tienden naturalmente a ser selectivos con respecto a la información que deciden procesar. La razón es que, por ejemplo, Gagné (1985, citado por Ormrod, 2005, p.338) demostró en sus estudios que los estudiantes únicamente pueden procesar seis fragmentos de información por minuto (una quinta parte de la clase). En ese mismo orden, manifiesta Ormrod, Símon (1974) demostró que cada nuevo fragmento de información requiere unos diez segundos para ser procesado. A todas luces, se puede afirmar que es un margen muy escaso de espacio y tiempo para poner en la memoria toda la información que se percibe; de ahí emerge la

necesidad de que los profesores presenten, a los estudiantes, pequeñas cantidades de información en periodos cortos de tiempo para garantizar aprendizajes a largo plazo.

El segundo proceso implicado se denomina Práctica. La práctica permite mantener continuamente la información en la memoria de trabajo o corto plazo. Según Atkinson y Shiffrin (1971, citados por Ormrod, 2005), la práctica facilita el almacenamiento de información en la memoria a largo plazo. Las investigaciones (Nelson, 1977; Rundus, 1971; Rundus y Atkinson, 1971, citados por Ormrod, 2005) confirmaron que las personas que practican con frecuencia recuerdan mejor los elementos que han practicado que aquellas personas que apenas ensayan. Sin embargo, otras investigaciones realizadas (Craik y Watkins, 1973; Klatzky, 1975, citados por Ormrod, 2005) encontraron que la práctica es favorable para el almacenamiento en la memoria a largo plazo, pero, sólo si el estudiante es capaz de relacionar la nueva información con los saberes que ya tiene. Significa lo anterior que, al igual que el proceso de selección, la práctica también demanda aprendizaje significativo para que le sirva de algo a los estudiantes.

Un tercer proceso implicado en el almacenamiento de información en la memoria a largo plazo es el Aprendizaje Significativo. En la educación básica primaria (aún en los demás niveles educativos) la estrategia privilegiada para aprender información es la denominada repetición. Repetir y repetir para aprender sólo privilegia el aprendizaje mecánico (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978; Hiebert y Lefevre, 1986; Mayer, 1996b, citados por Ormrod, 2005). Aprender de manera mecánica implica que el estudiante no realiza esfuerzo alguno por dar significado o entender la información recibida relacionándola con sus propios presaberes; entonces, la información almacenada

mecánicamente por repetición resultará más difícil de recuperar de la memoria a largo plazo debido a que se almacena desligada de los otros conocimientos existentes; como se había mencionado antes, es más fácil aprender nueva información a través de procesos como el aprendizaje significativo, la organización interna, la elaboración e imágenes visuales, y no la repetición mecánica (Ormrod, 2005).

El aprendizaje significativo es una de las teorías cognitivas del aprendizaje formulada por David P. Ausubel, quien explica cómo se aprende a partir de material verbal hablado y escrito. Según este conocido teórico cognitivo, el aprendizaje significativo se explica en función de lo que ocurre en la estructura cognitiva de una persona una vez que ha sido expuesta a estímulos escritos u orales. Postula que los estudiantes deben responder activamente al material de aprendizaje y relacionarlo con su estructura cognitiva. El docente, en la opinión del autor, debe estructurar y presentar el material de aprendizaje en forma muy organizada y compatible con el aprendizaje previo de los estudiantes (Gispert, 2005).

Cuando se requiere aprender cierta cantidad de información resulta más sencillo almacenarla eficazmente y recordarla de una manera más completa si esa información está organizada; es decir, si los diferentes fragmentos de información están interconectados. A este proceso se le conoce como Organización Interna y, según algunas investigaciones (Atkinson *et al*, 1999; DuBois, Kiewra y Fraley, 1995, citados por Ormrod, 2005, p.255) “proporcionar a los estudiantes esquemas de organización de la información puede ayudarles a aprender con mayor eficacia”.

En cuanto al quinto proceso, la Elaboración, consiste en que se aprende algo más que simplemente la información que en realidad se recibe. Esto se puede lograr

realizando acciones cognitivas como la interpretación, las suposiciones, las inferencias, las conclusiones, etc. De acuerdo con estudios realizados (Linn, Songer y Eylon, 1996, citados por Ormrod, 2005), generalmente los estudiantes se inclinan por aprender al pie de la letra. Muchos no tratan de entender, de organizar o elaborar por sí mismos nuevas construcciones entorno a las temáticas que están aprendiendo.

Ahora bien, el sexto y último proceso implicado en el aprendizaje a largo plazo se denomina Imágenes Visuales. Las investigaciones realizadas en el campo psicológico (Cavanagh y Cesi, 1991; Levin y Mayer, 1993, citados por Ormrod, 2005), señalan que presentar imágenes visuales a los estudiantes es una estrategia didáctica muy potente que favorece los procesos ya descritos y, por ende el almacenamiento de información en la memoria a largo plazo. En el ámbito escolar los expertos recomiendan emplear imágenes visuales porque son fáciles de almacenarse con rapidez y se retienen durante largos periodos de tiempo. En este sentido, algunos trabajos de investigación (Edens y McCormick, 2000; Sadoski y Paivio, 2001; Carney y Levin, 2002, citados por Ormrod, 2005), demostraron que las imágenes visuales, al presentar contenidos concretos y sencillos de visualizar, permiten a los estudiantes aprender, comprender y recordar a largo plazo el material de aprendizaje.

Es decir que al mostrar a los estudiantes esquemas e imágenes, para apoyar las ideas que se les está presentando, acerca de una temática, beneficia el aprendizaje a largo plazo por cuanto los ayuda a establecer sus propias imágenes mentales acerca del contenido que están aprendiendo (Ormrod, 2005).

Pero, a pesar de todo lo señalado en relación con las imágenes visuales, es conveniente aclarar en este punto que las imágenes visuales tienen inconvenientes.

Según otros estudios realizados (Anderson, 1990 y Loftus y Bell, 1975, citados por Ormrod, 2005), las imágenes no siempre representan de manera confiable y completa la información recibida porque en algunos casos tienden a ser difusas y menos detalladas que la información original; además, manifiesta Ormrod (2005, p.260) “las imágenes visuales también pueden ser distorsionadas por los conocimientos generales que ya posee el estudiante”.

2.2 Uso de tecnología para el aprendizaje

Para Lev Vygotsky los niños aprenden en torno a su participación social y vinculación a la utilización de herramientas culturales. Bajo esta perspectiva, todas las funciones mentales como la memoria, la atención, la razón, el lenguaje aparecen como primera medida en el plano social o plano interpsicológico; después, éstas funciones son interiorizadas por los niños en el plano individual o intrapsicológico (Fernández, 2009). En efecto, las relaciones entre los niños y con las demás personas que los rodean a diario (familiares, maestros, otros niños, etc.), y las herramientas culturales (lenguaje, libros de texto, computadoras, software, etc.), ayuda a que en los niños surjan y se desarrollen los procesos mentales necesarios para saber insertarse en sociedad. En este mismo sentido, y a la luz de la teoría sociocultural de Vigotsky (1978), la cual plantea como principio fundamental el desarrollo cognoscitivo como una función social, ya desde muy pequeños, la manera de relacionarse con los demás y con las herramientas culturales influye de manera significativa en el fondo y la forma de pensar y, por supuesto, en el desarrollo intelectual de los individuos (Fernández, 2009). Así, el desarrollo de conceptos se logra mejor a través de la enseñanza. Para que los estudiantes aprendan a desarrollar conceptos y a resolver problemas necesitan del apoyo decidido del maestro o

adulto. Fernández (2009) afirma que “el rol del maestro o adulto es clave para el desarrollo intelectual del estudiante”, (p. 23). Ese terreno de construcción vinculada de conocimiento entre niños y maestros o adultos, o niño y compañeros (Vigostky, 1985 citado por Fernández, 2009), la denominó Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Según Vigostky, este espacio de elaboración conjunta (estudiante-maestro/estudiante-estudiante) de conocimiento o resolución de problemas consiste en la diferencia que hay entre el nivel de desarrollo alcanzado por un estudiante que aprende o resuelve problemas solo y el nivel de desarrollo que puede alcanzar un estudiante que aprende o resuelve problemas apoyado por el maestro, adulto u otro estudiante más avanzado. De ahí la necesidad de que el profesorado ofrezca al estudiantado calidad en el andamiaje durante la enseñanza para que, asimismo, la característica destacada de los aprendizajes sea la buena calidad (Fernández, 2009).

Como ya se dejó entrever, Vigostky (1978) se interesó también en la forma cómo las diferentes herramientas culturales median la actividad intelectual de los estudiantes. De acuerdo con los estudios realizados (Cole, 1996; Holland y Cole, 1995; Wertsch 1991, 1998, citados por Fernández, 2009, p. 24), se pudo comprobar que el repertorio de herramientas culturales se puede extender a libros de texto, computadoras, software y sistemas de representación semiótica como el lenguaje, las matemáticas, la cartografía, los diagramas, etcétera, y patrones culturales de acción y conocimiento como rituales, géneros discursivos, narrativas históricas y esquemas culturales de conocimiento son fundamentales en el desarrollo intelectual de los estudiantes.

Siguiendo esta línea, se puede extractar entonces que aprender consiste, en entre otras cosas, en apropiarse, en el contexto de la interacción social, de las diversas

herramientas culturales como, por ejemplo, la tecnología informática. Así, una herramienta cultural que cobra, hoy por hoy, mayor relevancia en las aulas de educación básica es el computador y los programas de computador que le permiten a los estudiantes llevar a cabo tareas relacionadas con el currículo escolar. Desde esta perspectiva sociocultural (Vigostky, 1978; Newman, Griffin y Cole, 1989; citados por Fernández, 2009), la tecnología informática podría verse, no como un simple instrumento utilitario, sino como una “herramienta cultural mediante la cual se puede elaborar diversos ambientes de aprendizaje que le permiten al estudiante aprender y desarrollar habilidades relacionadas a la participación social entorno al computador” (p.24). Propender porque la incorporación de tecnología en el aula haya de servir para generar oportunidades en la construcción social del conocimiento, significa que los estudiantes posean oportunidades de convertirse en emisores de mensajes alrededor de las computadoras o dispositivos móviles, desarrollando actividades que “promuevan la apropiación de géneros discursivos y la construcción de conocimiento curricular compartido” (Fernández, 2009, p. 36).

En ese mismo sentido, y en relación con el paradigma del aprendizaje sociocultural de Vigostky acabado de aludir, la tendencia pedagógica vigente es la denominada Cognición Situada. Bajo los principios del paradigma de la cognición situada, vinculado al enfoque sociocultural vigotskiano, se afirma que el conocimiento es situado, es decir, es parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza (Díaz-Barriga, 2003).

Ahora bien, se podría afirmar que, bajo esta perspectiva, la enseñanza, por ende, también debe ser situada. Es conocido en el contexto de esta investigación que la

escuela objeto de estudio promueve el aprendizaje de manera tradicional, transmisionista, vaga y fuera de contexto, entrega a los estudiantes conocimientos inertes, poco útiles, que poco motivan, de relevancia social limitada. Esta forma de enseñar se traduce en aprendizajes poco significativos, es decir, sin significado, sin sentido y sin aplicabilidad, y en la incompetencia de los estudiantes por aplicar lo que aprenden en la solución de problemas reales (Diaz-Barriga, 2003).

Se sabe por Ausubel y sus colaboradores, que es necesario un estudiante dispuesto para aprender significativamente y un profesor que actúe en esa misma ruta; la organización y presentación de los materiales de estudio y las experiencias educativas también son de vital importancia para el aprendizaje significativo. En este caso, Diaz-Barriga (2003, p. 8) destaca que estrategias para el aprendizaje significativo como, por ejemplo, el Aprendizaje Mediado por Herramientas Tecnológicas, entre otras que cita, es una estrategia centrada en el aprendizaje experiencial y situado, que se enfoca en la construcción del conocimiento en contextos reales, en el desarrollo de las capacidades reflexivas, críticas y en el pensamiento de alto nivel, así como en la participación en las prácticas sociales auténticas de la comunidad.

Lo acabado de acotar, se entiende como una experiencia notable de aprendizaje directo en escenarios enriquecidos por tecnología que permiten a los estudiantes: enfrentarse a fenómenos de la vida real; aplicar y transferir significativamente lo que aprenden; desarrollar competencias; manejar situaciones sociales y contribuir con su comunidad; vincular el saber-saber con el saber-hacer; reflexionar acerca de valores y cuestiones éticas (McKeachie, 1999, citado por Diaz-Barriga, 2003).

Ahora bien, desde la perspectiva del estudio realizado por Sevillano y Rodríguez (2013), con el cual se propusieron conocer el uso de las tecnologías (TIC) en las aulas de Educación Infantil en 351 profesores, el uso de herramientas culturales del tipo medios tecnológicos en la etapa de educación infantil está contribuyendo desde hace ya varios años a la transformación del modelo pedagógico transmisionista de conocimientos al modelo en que el estudiante se convierte en protagonista en la construcción de sus propios saberes, puesto que desempeña un papel más activo en la búsqueda del conocimiento. Además, según estos investigadores los medios tecnológicos favorecen en los niños la motivación por aprender y comprender, aportan flexibilidad en los ritmos y tiempos de aprendizaje y facilitan la comunicación y recepción de la información; es decir, entre muchas otras cosas, promueven el aprendizaje significativo de las materias curriculares. La muestra resaltó esta motivación como el mayor beneficio en el uso de las tecnologías en las aulas de Educación Infantil, ya que fomenta el interés de los estudiantes y compensa posibles dificultades de comunicación y aprendizaje (Sevillano y Rodríguez, 2013).

Sevillano y Rodríguez (2013) están de acuerdo con Fernández (2009) en el sentido de que la construcción de proyectos y la experiencia con las tecnologías permiten que los niños trabajen mancomunadamente en la búsqueda de la resolución de problemas, estimulando su aprendizaje a través de la interacción social, recreando nuevas formas de entrar en contacto con las tecnologías, constituyéndose de esa forma en un potencial factor de desarrollo en diversos procesos mentales que están implícitos.

Sin embargo, vale la pena destacar un importante hallazgo del estudio: “hay un número alto de profesores de Educación Infantil, en la comunidad investigada, que

integra poco las tecnologías a su labor docente” (Sevillano y Rodríguez, 2013, p. 80). En este sentido, (Marqués, 2009, citado por Sevillano y Rodríguez, 2013) sugiere que el punto de partida para la incorporación exitosa de los medios tecnológicos reside en su disponibilidad en el aula seguida de la instrucción de los docentes, apoyados por la figura de un técnico informático que ofrezca garantías de mantenimiento y actualización. Aspecto difícil éste último de lograr en el contexto de la educación pública colombiana.

En relación con la instrucción de los profesores, el mencionado estudio encontró que existe formación, pero que no está ajustada a las necesidades, a las posibilidades del aula de educación infantil. Es importante ajustar, la oferta formativa de los docentes en materia de tecnologías, a las demandas educativas de la educación básica (Sevillano y Rodríguez, 2013).

En un estudio similar llevado a cabo por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), se afirma que la integración de tecnología en la escuela favorece ampliamente la relación entre información, formación y reflexión. Dicha organización destaca que el potencial uso pedagógico de las tecnologías en la escuela depende del planteamiento de situaciones concretas por parte del profesorado para que su uso sea pertinente y productivo para el estudiantado (OEI, 2011).

Durante los años 2008, 2009 y 2010 la OEI realizó el estudio a nivel latinoamericano denominado “Integración de las TIC en la escuela” el cual se basó en el análisis de tres dimensiones: 1) Políticas Públicas, 2) Escuela y 3) Estudiantes. Para el caso de la dimensión denominada Escuela. Involucraron a mil trescientos docentes y

analizaron cuatro indicadores: 1) disponibilidad de las TIC, 2) organización de la escuela para el uso de las TIC, 3) formación de los educadores en el uso de las TIC y 4) presencia de las TIC en las prácticas pedagógicas (OEI, 2011).

En cuanto al indicador número tres (formación docente), el estudio mostró que de los mil trescientos profesores de básica primaria analizados, sólo el 50% consideró que la formación recibida en TIC contribuyó con el mejoramiento de su práctica docente. Asimismo, en cuanto al ítem experiencia y familiaridad de los profesores en ambientes de aprendizaje mediados por tecnología para el mejoramiento profesional, el estudio encontró que sólo el 41% de los profesores había participado como forma de esparcimiento; el 27% nunca había participado en dichos ambientes; y el 33% había participado alguna vez (OEI, 2011).

En relación con el indicador 4 o presencia de las TIC en las prácticas pedagógicas (tipo de situaciones de uso de computadoras y/o internet para la planificación pedagógica), el estudio encontró que para el 94% de los mil trescientos profesores participantes, la utilización de las TIC, en la planeación de clases, se limita a hacer registros de rutina, como digitar pruebas o apuntar datos en el libro de clase. Otro aspecto destacado es que de los mil trescientos docentes, en el 84,6%, la utilización de las TIC para planificación de clases se limita a la producción de materiales didácticos simples, como textos, pruebas y ejercicios diarios.

Por el contrario, el estudio encontró que para el 3,8% de los mil trescientos profesores participantes, la utilización de las TIC para la planificación de clases está relacionada con el producir materiales didácticos complejos, como apostillas y

materiales multimedia, utilizando programas de presentación, sitios web, blogs, wikis o software para creación (OEI, 2011).

Con respecto a los medios tecnológicos y su disponibilidad en el aula el estudio encontró, entre otras cosas, que de las cien escuelas participantes en el análisis de la distribución de las escuelas según la razón número de estudiantes por computadora por turno, en el 50% de esas escuelas la razón de estudiantes por computadora es mayor o igual a 10 y menor que 20. Es decir que en la mitad de las escuelas estudiadas a cada computador le corresponde un número de estudiantes entre 10 y 20 (OEI, 2011).

Es cierto que las tecnologías están propiciando nuevos ambientes de aprendizaje y enseñanza; pero la realidad latinoamericana se observa que, en el caso de los ambientes de programación, que es el software que permite al estudiante desarrollar rutinas o programas, ejecutados por la computadora a partir de la escritura de comandos lógicos, de las cien escuelas estudiadas, encontraron que en el 98% de ellas no existe éste tipo de software o no está disponible.

Para el software de creación o software dedicado a la creación por parte del estudiante de sus propias producciones multimedia, como por ejemplo Photoshop (diseño gráfico), Flash (animaciones), Premiere (video), Dreamweaver (diseño Web), el estudio comprobó que en el 92% de las escuelas no existe éste tipo de software o no está disponible. Sin embargo, para el tipo de software ofimática o aplicativos de oficina, el estudio determinó que en el 75% de las cien escuelas estudiadas sí existe o está disponible éste tipo de software (OEI, 2011).

A lo que se quiere apuntar con las realidades acabadas de describir, es que incorporar las tecnologías como herramientas educativas en la enseñanza aprendizaje, no se trata sólo de aprender informática, sino usar la informática para aprender. Es decir, las TIC no son un recurso didáctico más, sino una herramienta que está cambiando en la concepción de la enseñanza en los centros educativos, en los que se ha incorporado (Palmero, 2005, citado por Cáceres *et al.*, 2011). Así pues, para obtener aprendizajes significativos en los estudiantes, “no se trata de introducir porque sí las TIC en la escuela atendiendo a modas pedagógicas o exigencias del mercado, sino que se trata de pensar cuándo y por qué tiene sentido incorporarlas” (Kozak y Lion, 2005, citados por Cáceres *et al.* 2011).

Continuando con el examen de estudios previos sobre los beneficios educativos de las computadoras y la tecnología para el aprendizaje McKinney, Dyck, y Luber publicaron un reporte de investigación en el año 2008 en el que dan cuenta de los resultados de su estudio relacionado con el impacto del Podcast en el desempeño en el aula de clase de educación universitaria. El objetivo principal del estudio consistió en abordar metódicamente la cuestión de si el aprendizaje mediado por podcast (aprendizaje móvil) proporcionaba realmente beneficios educativos a los estudiantes, o por lo menos, no los perjudicaba si optaban por utilizar un podcast en lugar de asistir, leer y tomar apuntes en una clase presencial. Los investigadores utilizaron un diseño de investigación cuasi-experimental bajo la modalidad de investigación cuantitativa de carácter positivista denominada investigación experimental. El experimento diseñado consistió en aplicar estímulos a una muestra de 66 estudiantes universitarios y ver el

efecto que tenía en una o más variables de interés como el aprendizaje a largo plazo mediado por tecnología.

Los estímulos consistieron, por una parte, en que un grupo debía asistir a una clase-conferencia con profesor presencial, tomar apuntes para estudiar y semanas más tarde presentar una prueba. Por otra parte, otro grupo debía escuchar una clase-conferencia grabada en un podcast o clip de audio, tomar apuntes para estudiar y semanas más tarde presentar una prueba. Bajo este tipo de diseño, los investigadores planearon dos situaciones experimentales, a saber: 1) en estado de estudio con podcast y, 2) en estado de estudio con apuntes tomados en conferencia; 34 estudiantes participaron en la primera situación y 32 estudiantes en la segunda. Los investigadores encontraron: que de ninguna manera las copias de audio de las conferencias o podcast podrían sustituir a los profesores, o incluso asistencia a clases regulares por parte de los estudiantes; la ventaja la habían recibido los estudiantes sólo cuando el estudiante, al estudiar con el podcast, tomaba notas o apuntes como lo harían durante una clase presencial, y cuando escuchaban el audio de la conferencia o podcast más de una vez; en esencia, según el estudio, para que los estudiantes pudieran obtener beneficios de aprendizaje a partir de los podcast, debían hacer las mismas cosas que harían probablemente durante una clase real; es decir, prestar atención, tomar apuntes, plantear preguntas, implicarse, seleccionar información, aprovechar los conocimientos previos, practicar, aprender significativamente, organizar internamente la información, etc.

No obstante, según los investigadores, el principal hallazgo del estudio develó que los estudiantes en estado de estudio con podcast fueron significativamente mejores (puntuaron mejor en la prueba) que los estudiantes en estado de estudio con apuntes en

clase basada en una conferencia magistral; lo cual, se constituye en algo inesperado y novedoso en el cuerpo de la literatura relacionada con el aprendizaje mediado por tecnología enfocado a facilitar el aprendizaje. En este caso, se puede afirmar entonces que la tecnología del podcast contribuyó positivamente a que los estudiantes universitarios, que hicieron parte del grupo experimental, dieran sentido al nuevo material de aprendizaje, lo comprendieran, le asignaran significado y, en consecuencia, lo almacenaran en la memoria a largo plazo. Cosa que no le sucedió al grupo de control (McKinney, Dyck, y Lubber, 2008).

Así mismo, Sana, Weston y Cepeda del departamento de psicología de la universidad de Ottawa, publicaron en 2012 un reporte de investigación relacionado con el problema de cómo la multitarea está arraigada en la vida cotidiana de los estudiantes. Según el estudio que realizaron, la multitarea consiste en hacer varias cosas a la vez pero involucrando tecnología: mientras se lee un artículo, también se podría estar revisando un material multimedia, tomando café o escribiendo una lista de tareas pendientes. Según Posner (1982) citado por los autores del estudio, ese estilo de vida tiene la intención de aumentar la eficiencia, sin embargo, afirman, hay limitaciones porque no se pueden realizar o llevar a cabo múltiples tareas simultáneamente ya que demandan considerables recursos cognitivos, los cual, a su vez, degrada de forma general el rendimiento, así como el rendimiento en cada tarea de forma aislada (Broadbent, 1958, citado por Sana, Weston y Cepeda, 2012).

Para los realizadores del estudio, el objetivo principal consistió en conocer de qué manera la multitarea y la tecnología móvil impacta en la educación, pues los estudiantes se encuentran más comúnmente comprometidos con sus computadores portátiles,

tabletas, teléfonos inteligentes, reproductores, etc., durante el tiempo de clase. El estudio investigó el efecto de los dispositivos portátiles y la multitarea en los usuarios y compañeros de pupitre cercanos en un salón de clases. Los investigadores realizaron dos estudios para examinar lo que los estudiantes universitarios hacen en sus computadoras portátiles durante la clase y el grado en que los comportamientos de uso de la computadora portátil se asocian con el éxito académico.

En el Estudio 1, una muestra de 1.129 estudiantes de una universidad canadiense completó una encuesta estructurada para medir los comportamientos típicos emitidos en las computadoras portátiles durante el desarrollo de la clase: tomar notas en la computadora portátil, búsqueda de información complementaria en la web, envío de mensajes de correo electrónico con el portátil, navegar en los sitios web que no están relacionados con el trabajo escolar, visitar los sitios de redes sociales, usar la computadora portátil para ver videos/imágenes, leer mensajes de texto en celulares u otros dispositivos electrónicos móviles, etc.

Los resultados de los análisis factoriales para este caso indicaron que dichos comportamientos podían agruparse en dos dimensiones: La utilización de la computadora portátil de manera no relacionada y el uso de la computadora portátil de manera relacionada con la escuela. Los resultados obtenidos en el caso de la utilización de la computadora portátil no relacionada con la escuela se asociaron significativamente con los niveles más bajos de rendimiento académico y satisfacción de los estudiantes. Los comportamientos en el uso de los portátiles relacionados con la escuela se asociaron positivamente con la satisfacción académica.

Estos resultados no variaron a través de las diferentes facultades del campus estudiadas. En el Estudio 2, otra muestra de 88 estudiantes fue seleccionada para examinar el nivel de asociación entre los comportamientos de los estudiantes con los portátiles en clase y el promedio semestral de calificaciones obtenido al finalizar el semestre. Los resultados del Estudio 2 mostraron que los comportamientos de uso de los portátiles no relacionado con los materiales y temas escolares se asocian con un menor promedio de calificaciones en el semestre, tanto en los usuarios directos como en los compañeros de pupitre cercanos, incluso después de controlar una serie de influencias de confusión potenciales (es decir, la falta de auto-regulación, el déficit de motivación, el aprendizaje desorganizado, la adicción a Internet, y el desencanto por la escuela). Los resultados del estudio en mención proporcionan un aporte empírico importante que puede serle útil a docentes y directivos docentes de las instituciones educativas en los diferentes niveles de enseñanza ya que, en primer lugar, se comprobó que los estudiantes están utilizando en la escuela la computadora portátil y, en general, todo tipo de tecnología móvil, de manera no vinculada con los materiales de aprendizaje durante las horas de clase; lo cual, incide en el aumento de los niveles de insatisfacción en la escuela y bajo rendimiento escolar.

A manera de recomendación, los autores del estudio sugieren que las conductas de utilización del ordenador portátil en el aula se deben considerar como un objetivo importante que debe ser parte de los programas de prevención en las instituciones educativas. Los estudiantes deben ser informados y aprender las formas socialmente, educativo y ético adecuados del uso de sus computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes durante la clase; adicionalmente, recomiendan a los profesores informarse

acerca de los beneficios y retos potenciales derivados de la proliferación de tecnología móvil en las aulas de cualquier nivel educativo (Sana, Weston y Cepeda, 2012).

En efecto, desde el punto de vista particular de Cabero (2006) la capacidad de las tecnologías de transformar y dar significado en lo educativo no dependerá de la tecnología en uso, sino de cómo maestro y estudiante son capaces de relacionar las tecnologías con el resto de variables curriculares: contenidos, objetivos, metodología, etc.; y cómo las apliquen sobre las mismas estrategias didácticas específicas; para Cabero, por ejemplo, “una pizarra digital puede favorecer, o un proceso de enseñanza/aprendizaje dinámico, participativo e interactivo, o proporciona un entorno de comunicación unidireccional, pasivo y bancario de la educación” (p. 7).

Lo que Cabero (2006) quiere significar es que si la tecnología no se incorpora en el aula acompañada de una alfabetización tecnológica para saberla usar técnica, comunicativa y pedagógicamente, ni el profesorado ni el estudiantado tendrán las actitudes y las aptitudes para enseñar unos y los otros para aprender. Cabero (2006) es contundente cuando afirma, y con esto se corrobora los hallazgos de la última investigación citada, en cuanto a que “las tecnologías no son la panacea que van a resolver los problemas educativos, incluso algunas veces los aumenta” (p. 15). En consecuencia, los problemas educativos no se solución aplicando tecnología; se solucionan aplicando de manera pedagógica la tecnología.

2.2.1 Programación y educación matemática

Según Gómez (2010), la tecnología no es la solución al problema de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La enseñanza no se puede mecanizar y el profesor no se puede substituir. Para Gómez (2010) la programación abre espacios en los que el estudiante puede vivir experiencias matemáticas difíciles de reproducir con los medios tradicionales como el lápiz y el papel. En estas experiencias matemáticas el estudiante puede realizar actividades de exploración en las que es posible manipular directamente los objetos matemáticos y sus relaciones y en las que él puede construir una visión más amplia y más potente del contenido matemático. Para que esto suceda es necesaria la participación del profesor. Gómez (2010), afirma que el profesor es quien tiene la responsabilidad de diseñar las situaciones didácticas más apropiadas para aprovechar las potencialidades de la programación de acuerdo a las dificultades y las necesidades de los estudiantes. Esta actividad de diseño e implantación de situaciones didácticas hace parte trascendental de la integración de la programación al currículo de matemáticas. Por esta razón, se debe mirar la tecnología educativa, según Gómez (2010), como el encuentro de dos vertientes: aquella que produce sistemas computacionales con los que el estudiante puede vivir experiencias matemáticas y aquella (a cargo de los diseñadores de currículo y los profesores) que produce las situaciones didácticas para que estas experiencias matemáticas sean fructíferas desde el punto de vista de las dificultades y las necesidades del estudiante en el proceso de construcción de su conocimiento matemático. Así, para Gómez (2010), esta interacción entre la programación, el profesor y el estudiante está cambiando la visión que los actores tienen del contenido matemático y del proceso didáctico. Este es el mayor aporte, según él, de la tecnología a la educación matemática.

2.2.2 El lenguaje de programación “Scratch” y el aprendizaje significativo

A través del uso pedagógico de informática educativa como *Scratch* los estudiantes elaboran programas y proyectos interactivos llenos de acción, aprenden áreas tan importantes como la matemática y los conceptos computacionales fundamentales para la vida de hoy; así como la forma de pensar creativamente, razonar sistemáticamente, y trabajar en colaboración adquiriendo todas las habilidades esenciales para el siglo 21.

El objetivo pedagógico principal que persiguieron los creadores de *Scratch* no era preparar a los niños para carreras como profesionales programadores de computadores, sino nutrir una nueva generación de creativos, sistemáticos y cómodos pensadores que, utilizando la programación expresaran sus ideas (Resnick *et al*, 2013). Ahora bien, pero, ¿por qué programar en la escuela? ¿Para qué le va a servir la programación con *Scratch* a los niños de 5° de primaria? Resnick (2013) sugiere que es común referirse a los jóvenes como "nativos digitales", debido a su aparente fluidez, por ejemplo, con la fotografía digital, muchos estudiantes están enviando muy cómodos mensajes de texto, juegan juegos en línea, y navegan por la Web. Pero, en realidad ¿qué hacen realmente con fluidez los niños y jóvenes con las tecnologías? A pesar que interactúan con los medios digitales todo el tiempo, muy pocos son capaces de crear sus propios juegos, animaciones o simulaciones en el computador. Es como si tuvieran la capacidad para leer pero no para escribir.

La fluidez digital no sólo es la posibilidad de chatear, navegar e interactuar sino también es la capacidad para diseñar, crear e inventar con los nuevos medios de

comunicación como muchos niños en todo el mundo ya lo han hecho creando sus propios proyectos. Por lo tanto, sería favorable que los niños aprendieran algún tipo de programación; ésta sería una manera lúdica de abordar el aprendizaje de las matemáticas en la escuela. La capacidad de programar computadores proporciona beneficios importantes, por ejemplo, amplía considerablemente la escala de lo que puede crear (y cómo se pueden expresar ellos mismos) con el computador. También amplía el rango de lo que se puede aprender. En particular, la programación con *Scratch* contribuye con el desarrollo del pensamiento computacional en los niños, ayudándoles, a su vez, a aprender elementos importantes en todas las áreas comunes para resolver problemas y estrategias de diseño (como modularización y el diseño iterativo) que llevan la programación con Scratch a dominios insospechados (Resnick *et al*, 2009).

Asimismo, la programación con *Scratch* implica al niño con mente, cuerpo y alma en la creación de representaciones externas y en la resolución de problemas. Además, los procesos de programación le proporciona oportunidades para reflexionar sobre su propio pensamiento o metacognición (Resnick *et al*, 2009). Papert (1980, citado por Resnick, 2009, p. 63) argumentó que la programación de computadores debe tener un "piso bajo", es decir que sea fácil para empezar, y un "techo alto", es decir, que ofrezca oportunidades para crear cada vez más proyectos complejos con el tiempo. Además, afirma que la programación necesita "paredes anchas" con soporte para muchos tipos diferentes de proyectos para que las personas con diferentes intereses y estilos de aprendizaje pueden llegar a ser activados.

Para lograr estos objetivos, Resnick y sus colaboradores establecieron durante la construcción de *Scratch* tres principios de diseño básicos para su aplicación en las aulas

de clase: 1) flexibilidad, 2) promover el aprendizaje significativo, y 3) favorecer la interacción social entre los niños más que otros entornos de programación. Sin duda alguna tres ventajas importantes para los niños de cualquier edad en las escuelas, pues el aprendizaje de la programación de computadores históricamente se ha considerado como una actividad técnica demasiado complicada y tediosa, destinada sólo a personas con habilidades cognitivas especiales.

El software de programación *Scratch* se considera flexible porque la actividad de programar para los niños se convierte básicamente en la mezcla de elementos multimedia como gráficos, animaciones, fotos, música, sonido y similares. Programar en *Scratch*, según Resnick (2009), consiste en apilar bloques de instrucciones prediseñadas, al estilo de los juegos de Lego donde una ficha encaja con la otra para formar objetos más grandes. Mediante la interactividad, sólo basta con que hagan clic en una pila de bloques y comiencen a ejecutar el código programado inmediatamente. Incluso pueden realizar cambios en una pila de bloques, así ya se esté ejecutando, por lo que es fácil para los niños el tratamiento y experimentación incremental con nuevas ideas y de forma iterativa.

De la misma forma, *Scratch* resulta una herramienta eficaz para favorecer en los niños procesos de almacenamiento duradero y significación de la información. Se sabe que las personas aprenden mejor, y disfrutan de la mayoría, cuando se trabaja en proyectos significativos que involucren el interés y el significado personal (Resnick *et al.*, 2009). Según Ormrod (2005), el significado personal puede hacer que los estudiantes capten y mantengan su atención sobre una actividad de aprendizaje por mucho más

tiempo. Es decir que el significado personal es otro de los factores de la motivación que influye en el aprendizaje significativo.

Por lo tanto, el entorno de programación *Scratch* facilita la construcción de diversos tipos de proyectos para que los estudiantes con muy diversos intereses y habilidades sean capaces de trabajar en ellos de manera personalizada; es decir, *Scratch* potencia la diversidad.

Como ya se dejó entrever al inicio de este apartado, *Scratch* también puede contribuir con el desarrollo de habilidades sociales en los niños permitiéndoles estar vinculados a una verdadera comunidad de práctica donde pueden apoyar, colaborar, criticar constructivamente entre sí, aprovechar los trabajos uno de otro, compartir objetivos comunes, repertorios y compromisos con los demás integrantes de la comunidad virtual. El concepto de participación está integrado en la interfaz de usuario de *Scratch* con un botón que dirige al niño a la página web oficial del programa donde hay varios millones de usuarios y proyectos registrados, con los cuales se pueden interactuar a través de foros, ayuda en línea, descargas, comentarios, etc., (Resnick *et al*, 2013). *Scratch* no sólo facilita la conformación de comunidades de aprendizaje virtuales. También permite la creación de comunidades de aprendizaje locales.

Se presenta a continuación el análisis de un artículo de investigación (Malony *et al*, 2008) en el que describen las experiencias de programación con *Scratch* de un grupo de niños y jóvenes con edades entre 8 y 18 años realizadas en un “Computer Clubhouse” de una comunidad urbana marginada de New York al que asisten después de ir a la escuela.

Durante un período de 18 meses los investigadores estudiaron 536 proyectos de *Scratch* recogidos durante ese tiempo en el club. El artículo documenta el aprendizaje de los conceptos de programación principales, incluso en ausencia de instrucción o intervenciones directas de instructores con experiencia. Se discuten las motivaciones de los jóvenes urbanos que eligen el programa *Scratch* desde cero en lugar de utilizar uno de los muchos otros paquetes de software disponibles para ellos. Los autores revisan los ajustes e implicaciones necesarios para la introducción de la programación después de la escuela en las comunidades marginadas.

Los resultados mostraron a los investigadores un compromiso sostenido con la programación entre los jóvenes urbanos frente al *Computer Clubhouse*. Encontraron que, por ejemplo, los jóvenes del *Clubhouse* demostraron muy bien el dominio y la utilización de los conceptos de la interacción del usuario, bucles, condicionales, y la comunicación y la sincronización. El uso de los conceptos más difíciles como las variables, lógica de Boole, y números aleatorios era menos común, pero aumentó y mejoró con el tiempo.

Estos hallazgos son especialmente sorprendentes teniendo en cuenta la falta de la educación formal instrucción y el hecho de que los mentores no tenían antes experiencia en programación. Algunos comandos, como valor absoluto y raíz cuadrada nunca aparecieron en proyectos. Esto no sorprendió, ya que la necesidad de estos cálculos es poco frecuente en los tipos de proyectos creados. Sin embargo, otros conceptos como las variables y números aleatorios son muy útiles, pero adquiridos en forma lenta. Los investigadores especulan que estos son conceptos que no son fácilmente adquiribles sin orientación.

En algunos casos, el concepto pudo haber sido apropiados en algunos de los proyectos de ejemplo que vienen incluidas con *Scratch*. Pero en el caso de las variables, un concepto que también aparece en proyectos de la muestra, $sep = 0,51370$ parece que era necesaria una oportuna asesoría previa por un mentor antes de que la comunidad comenzara a utilizar la idea.

Una cuestión más urgente de conocer por los investigadores, por supuesto era, ¿por qué la juventud optó por participar en el *Clubhouse* de programación *Scratch* dado que tenían muchas otras opciones de software disponibles para aprender? En este sentido, otro estudio (Kelleher y Pausch, 2007, citados por Malony *et al*, 2008) señaló cómo pueden hacer la programación más accesible para los principiantes: “de la simplificación de la mecánica de la programación, mediante el apoyo para los estudiantes, y para proporcionar a los estudiantes la motivación para aprender a programar computadores” (p. 131). Según Malony (2008), *Scratch* aborda estas tres áreas. Por un lado, el diseño de los bloques de *Scratch* simplifica la mecánica de la programación mediante la eliminación de errores de sintaxis, proporcionar información sobre la colocación de bloques de comandos, y da retroalimentación inmediata para los experimentos que realizan los estudiantes.

Por otra parte, los autores de la investigación consideran que la infraestructura social del *Computer Clubhouse* es importante en la prestación de apoyo para el programador principiante. Mientras que los mentores no tenían antes experiencias de programación -todos ellos eran adultos que desempeñaban artes liberales- observaron que estaban dispuestos siempre a escuchar y alentar a los jóvenes en la búsqueda de sus proyectos de programación. A menudo, los investigadores observaron cómo se

reclutaban jóvenes instructores que sirvieran de colaboradores o multiplicadores para desarrollar las ideas de los proyectos de los aprendices. Según Malony (2008), “vimos jóvenes instructores enseñando algunas cosas que habían aprendido acerca de Scratch en el clubhouse” (p. 3).

Este hallazgo es importante pues, mientras que los instructores de *Scratch* son a menudo asociados con ser más conocedores que sus aprendices, aquí los investigadores encontraron una relación más equitativa entre aprendices e instructores. Es decir, se daban relaciones del tipo “todos a aprender”.

Por último, según Malony (2008), el aspecto multimedia de *Scratch* motivó el nivel de compromiso demostrado por la juventud urbana estudiada frente a la programación de computadores. El interés de la juventud en la tecnología comienza con los medios digitales y puede por lo tanto servir como una vía más prometedora en la programación. La amplia gama de diseños de los medios de comunicación -de juegos de video para videos y tarjetas de felicitación- es un verdadero indicador de la participación de los jóvenes no con el único deseo de ser un usuario más de los medios digitales (como lo hacen en forma regular y título personal), sino en ir más allá del mero consumo para convertirse ellos mismos en creadores de contenido, una tarea a menudo restringida, no sólo a los jóvenes urbanos, sino también a los jóvenes rurales (Maloney *et al*, 2008).

En otro artículo, según Peppler y Kafai (2005), se analiza el papel que juega la programación en la clase de artística de la escuela primaria y secundaria. El artículo destaca la idea que, dentro del contexto de la clase de artes de la educación básica, rara

vez se aprende a programar a pesar de la importancia que tiene dicha área para la expresión creativa en un medio digital. Los investigadores presentan los resultados de un extenso estudio de campo realizado en un estudio digital donde los jóvenes accedieron a entornos de programación haciendo hincapié en gráficos, música y vídeo.

Para Peppler y Kafai (2005), aprender un lenguaje de programación es esencial para expresión creativa de los niños y jóvenes en un medio digital. En este sentido, argumentan que no se trata sólo de la visualización o reproducción de medios digitales, sino también de lo constructivo -o codificación-, experiencia a través de la cual pueden establecer múltiples y valiosas conexiones con el arte. Partiendo de otro estudio (Maeda, 2003, citado por Peppler y Kafai, 2005, p.1) se afirma que la tecnología no es una herramienta, es un nuevo material para la expresión; así, Peppler y Kafai (2005) responden que los estudiantes necesitan la programación para cultivar las habilidades específicas y competencias necesarias para la expresión de a través de un nuevo material.

Peppler y Kafai (2005) destacan que para la educación primaria y secundaria, se da poco reconocimiento de la necesidad de conocimientos acerca de la programación, especialmente en el contexto del aula de artes. El trabajo se encuentra dentro de diversos esfuerzos que se están realizando en Estados Unidos para introducir la programación de una manera artística a los estudiantes.

Peppler y Kafai (2005) mencionan unos pocos ejemplos de contextos existentes para la programación creativa: el arte de videojuegos; arte computacional o robótica, y las animaciones o informáticos gráficos. Afirman los autores del estudio que la

programación da oportunidades a los jóvenes para crear mientras aprenden los fundamentos de las diferentes áreas de aprendizaje como las ciencias de la computación, artes, prensa, y de la ingeniería, en última instancia, los prepara mejor para la participación cultural en la sociedad actual.

El estudio se llevó a cabo en un centro tecnológico comunitario que alberga artistas jóvenes en el rango de edad de 8-18 años en el sur de Los Ángeles, situado en una de las zonas más pobres de la ciudad, pero la mayoría están entre las edades de 10 a 14 años. Los investigadores aseveraron que los jóvenes diseñadores que participan en los proyectos concretan conexiones personales y epistemológicas con su trabajo. Es a través de estas conexiones que los jóvenes diseñadores, establecen una mayor conexión con las artes en general. Además, se desarrolla a través de los proyectos una mayor comprensión de cómo se crean esos medios.

Peppler y Kafai (2005) afirman que lo anterior fue evidente a través de su utilización de los conceptos de programación como bucles, construcciones y condicionales; conceptos de programación que son difíciles para los novatos.

Por otra parte, se pudo conocer a través del estudio que aprender a programar creativamente no implica necesariamente una introducción extensa al proceso ni considerable consumo de tiempo. Es importante tener en cuenta que los esfuerzos de los investigadores estuvieron orientados a la introducción de la codificación creativa en la comunidad de los centros tecnológicos pero sin sustituir la manera tradicional de concebir el arte o de convertir a los jóvenes en unos piratas informáticos obsesionados de la programación (Peppler y Kafai, 2005).

Peppler y Kafai (2005) argumentan que el aprendizaje del lenguaje de programación *Scratch* es esencial para la creatividad y la expresión en un medio digital; lo que se convierte en una creciente importancia para los jóvenes y la sociedad en general. En resumen, afirman los investigadores que las artes audiovisuales para la expresión requiere un conjunto distinto de competencias y herramientas que por lo general no se cultiva en un contexto educativo.

El trabajo permitió conocer, además, que existe una cantidad limitada de investigación en el campo de la educación primaria y programas de secundaria media artística, una cantidad aún menor de trabajo ha tenido como objetivo dar acceso y conocimiento de programación a los jóvenes.

Asimismo, permitió conocer que sin estas competencias y habilidades, los jóvenes no serán capaces de manipular medios digitales de una manera expresiva ni aprender significativamente. Teniendo en cuenta esta necesidad de adquirir fluidez tanto en las artes y las tecnologías de la información, tiene sentido ofrecer experiencias interdisciplinarias para los niños, similares a las que presenta *Scratch* (Peppler y Kafai, 2005).

En el contexto colombiano, se realizó un estudio (Jaramillo, 2013) con el propósito de evaluar incidencia de la implementación del ambiente de programación *Scratch* en los estudiantes de educación media técnica, para el desarrollo de la competencia laboral general de tipo intelectual.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, el estudio (Jaramillo, 2013) empleó un enfoque investigativo de tipo mixto a través de la triangulación de datos, por

medio del enfoque metodológico cualitativo y cuantitativo. El estudio se llevó a cabo con estudiantes del grado 11-15 de educación media técnica, de la institución educativa INEM Jorge Isaacs de la ciudad de Cali, de la especialidad Gestión Empresarial, la población del estudio se concretó con una muestra de 54 estudiantes, que oscilan entre 14 y 17 años de edad y 2 docentes de la especialidad gestión empresarial. El estudio se acompañó de la aplicación de los siguientes instrumentos: entrevista, para el análisis de categorías; y, los instrumentos prueba de competencia laboral y notas de dos periodos de las dos asignaturas mencionadas, para el análisis estadístico de los resultados.

El estudio mostró que la implementación del lenguaje de programación *Scratch* en los procesos de enseñanza/aprendizaje sí tiene incidencia en la adquisición de la competencia laboral general de tipo intelectual exigida por el M.E.N. La investigación validó dicho hallazgo con las calificaciones que obtuvieron los estudiantes de la muestra al finalizar el proceso de implementación del *Scratch* contrastando las obtenidas por el grupo experimental que participó efectivamente en la enseñanza con *Scratch* y el grupo de control con los estudiantes que no lo hicieron. La validación igualmente la realizaron frente las categorías encontradas (Jaramillo, 2013).

Según Jaramillo (2013), los resultados fueron positivos, pues frente a las notas obtenidas en la prueba de competencia intelectual y la comparación de dos periodos académicos en dos asignaturas, se encuentra que el grupo experimental 11-15 –el cual recibió la capacitación en *Scratch*- incrementó sus notas promedio en las asignaturas Ofimática II y Práctica empresarial del primer periodo respecto al segundo, igualando el promedio del grupo de control. Respecto a la prueba de competencias el grupo experimental tuvo mayor nota promedio respecto al grupo de control.

A partir de los hallazgos la investigadora pudo concluir que la comunicación y la iniciativa son elementos que se pueden reforzar con las prácticas de clase desde la herramienta *Scratch*, teniendo en cuenta que, si se solucionan problemas paso a paso y se tiene claro comunicar la idea, desde la iniciativa y creatividad, el desempeño productivo mejora notablemente.

Asimismo, la investigación (Jaramillo, 2013) demostró que, además de la adquisición de la competencia intelectual en la solución de problemas con ayuda del *Scratch*, hay otras competencias y actitudes que están implícitas como: el trabajo en equipo, la atención y concentración en las instrucciones previas de cada ejercicio, la solidaridad entre compañeros frente a las dificultades presentadas, el respeto por el trabajo del otro resaltando el derecho de autor, el pensamiento lógico y la adquisición de conocimiento.

Frente a otro aspecto, el ambiente de programación como medio de apoyo para aprender, Jaramillo (2013), concluyó que *Scratch* fue una herramienta eficaz en la formación de la competencia intelectual, debido a que el entorno de este programa permite que el estudiante no se concentre en aprender a manejar el programa como fin último o desarrollar procesos de programación complejos, sino que se concentre en la idea o actividad que quiere desarrollar y cómo debe estructurarla de tal manera que le dé solución.

Según la docente investigadora, los principales hallazgos derivados de la aplicación de *Scratch* en su investigación fueron: 1) Mejoría en los resultados académicos de los estudiantes analizados; 2) mejores calificaciones de aula en el área de

Matemáticas; 3) Mejor resultado en el examen de Estado de Educación media – ICFES saber 11° en el área de Matemáticas; 4) Mayor nivel de atención y propuestas en la solución de situaciones problema planteadas en clases; 5) Aprendizaje significativo. La implementación de *Scratch* permitió que los estudiantes tuvieran desafíos cortos al solucionar las actividades propuestas en *Scratch* relacionadas con el campo empresarial, lo cual, afirma la investigadora, despertó la motivación por el aprendizaje desde lo cual se vivencia un aprendizaje significativo y contextualizado; 6) Mejoría en autoestima del grupo; 7) Mejoría en la disciplina o actitud en clase; y, 8) La implementación de *Scratch* promueve la transversalidad del conocimiento (Jaramillo, 2013).

Así las cosas, *Scratch* es un recurso que puede ayudar a los profesores a hacer más fácil la enseñanza a través de la transposición didáctica. Para Silva (2005) la transposición didáctica “consiste en convertir un objeto de conocimiento en un objeto de enseñanza” (p. 198), con el fin de hacerlo más entendible para el estudiante. Para López (2012), mediante la programación de computadores con *Scratch* se puede ayudar a los estudiantes a identificar sus procesos emocionales con miras a que aprendan a regularlos, puesto que programar computadores es una actividad que “hace que afloren con facilidad en los estudiantes ciertas emociones tales como alegría, tristeza, ira, interés, preocupación, envidia, admiración, miedo, incapacidad y sorpresa” (p. 72).

El uso de la tecnología en la enseñanza de la matemática viene cosechando desde los años 80 un gran número de casos exitosos. Así por ejemplo, Drijvers (2013) describió seis casos de estudio prominentes en el área identificando los factores decisivos para el éxito en la enseñanza de la matemática mediada por tecnología. Su trabajo lo llevó a la conclusión de que los factores cruciales para el éxito de la tecnología

digital en la educación matemática incluyen el diseño de la herramienta digital y de las tareas apropiadas que exploren el potencial pedagógico de la herramienta, el papel del profesor y el contexto educativo.

La primera descripción de un caso se refiere a un estudio reportado por Heid (1988), que es considerado como uno de los estudios pioneros que conducen a la utilización de la tecnología digital en la educación matemática. El estudio aborda la resecuenciación de un curso de cálculo para estudiantes universitarios de primer año en tres programas académicos utilizando álgebra computacional, herramientas de tablas y herramientas de gráficos que se utilizaron para el desarrollo del concepto. La tecnología digital permite un enfoque de "Primero el concepto", lo que significa que los conceptos de cálculo se les enseñó extensivamente, mientras que las habilidades de cálculo fueron tratadas sólo brevemente al final del curso.

Los resultados fueron notables en que los estudiantes en el grupo experimental, que asistió al curso intensivo en tecnología re-secuenciado, superó el grupo de control , que asistió a un curso tradicional, en tareas conceptuales en el prueba final, y también lo hizo tan bien en las tareas de cálculo que tenían que ser llevado a cabo a mano. Los sujetos en el grupo experimental informaron de que el uso del equipo se hizo cargo de los trabajos de cálculo, hecho que hizo que se sintieran más seguros de sobre su trabajo y les ayudó a concentrarse en la solución de problemas globales proceso. Una de las razones que tuvo Drijvers (2013) para discutir el estudio Heid es que, paradigmáticamente, sus resultados constituyen una primera "prueba de existencia ": en efecto, parece posible usar la tecnología digital como una palanca para reorganizar un curso y para aplicar con éxito un enfoque de aprendizaje de conceptos en primer lugar;

el uso de la tecnología digital en la pedagogía tiene la función de potenciar el desarrollo de conceptos, sin pérdida de habilidades en el estudiante. Los resultados finales del grupo experimental resultaron ser muy satisfactorios.

A manera de cierre de capítulo, decir que el entorno de programación *Scratch* puede considerarse entonces como una tecnología emergente en educación puesto que es un nuevo desarrollo de tecnologías ya conocidas como la de Logo o Micromundos Pro, y es una herramienta que permite a los estudiantes crear con considerable facilidad y calidad y compartir abiertamente sus creaciones con el resto del mundo (Adell y Castañeda, 2012). Asimismo, para López (2012), mediante la programación de computadores con *Scratch* se puede ayudar a los estudiantes a identificar sus procesos emocionales con miras a que aprendan a regularlos, puesto que programar computadores es una actividad que “hace que afloren con facilidad en los estudiantes ciertas emociones tales como alegría, tristeza, ira, interés, preocupación, envidia, admiración, miedo, incapacidad y sorpresa” (p. 72). Así lo corrobora Forés (2012), cuando afirma que “si queremos aprender nos tenemos que emocionar” (p. 53).

3. Método

El objetivo de este capítulo es presentar los pasos que siguió el investigador para obtener los datos que necesitaba; los instrumentos usados para recabar esos datos y la manera como se sometieron a prueba las hipótesis; así como la forma en la que se analizaron los datos para responder a la pregunta de investigación propuesta, relacionada con la incidencia del ambiente de programación *Scratch* en el aprendizaje significativo de las matemáticas por parte de niños y niñas de 5° de educación primaria.

Valenzuela y Flores (2012) sostienen que es a través de una propuesta metodológica que “el investigador trata de recabar datos e información que le permitan responder sus preguntas” (p. 75).

Gómez *et al* (2011) consideran que la metodología de investigación es “la estrategia, plan de acción, el proceso subyacente a la elección y aplicación de técnicas de trabajo específicas llamadas métodos” (p. 94); consideran la metodología como la “ciencia del método” o “la ciencia del cómo hacer” porque establece la relación entre el método seleccionado y los resultados que el investigador espera obtener. Así entonces, la metodología le permitirá al investigador enmarcar su estudio en una o varias de las familias de investigación mientras que el método le ayudará describir las herramientas o técnicas de recolección de los datos utilizadas en el estudio (Gómez *et al*, 2012).

Asimismo, Hernández *et al* (2006), afirman que el plan o estrategia concebida para responder a las preguntas de investigación se denomina diseño de investigación, el cual “señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar los objetivos de su estudio, contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de la(s) hipótesis formuladas en un contexto en particular” (p. 100). La selección del diseño de

investigación se realizó cuidadosamente, pues “si el diseño está bien concebido, el producto último de un estudio (sus resultados) tendrá mayores posibilidades de ser válido” (p. 101).

Luego de una breve introducción, el capítulo continuará con una descripción general del método o enfoque metodológico utilizado en la investigación, justificando por qué su elección se consideró idónea para someter a prueba las hipótesis, lograr los objetivos y resolver el problema planteado. Asimismo, se plasmó una descripción de los participantes indicando el tipo de personas de la institución educativa que participaron en la investigación, señalando el por qué se eligieron dichas personas y no otras, y cuáles procedimientos se utilizaron para su elección, así como las características importantes de la misma. En seguida, se referencian los medios o instrumentos que se emplearon para coleccionar los datos en el lugar de la investigación, señalando los autores de esos instrumentos, en qué se basaron para su desarrollo, cómo se aplicaron, calificaron y codificaron, enumerando los procedimientos que se siguieron para su validación.

Después, se detallarán de manera concreta los pasos, fases o procedimientos que se siguieron para coleccionar los datos y transformarlos en información que permitirá responder al problema planteado. Por último, se presentará la forma en que se analizaron los datos; es decir, la estrategia de análisis de resultados utilizada en la investigación.

3.1 Descripción del método y el diseño de investigación

El presente apartado tiene como propósito precisar, describir y justificar el paradigma (diseño) y el método de investigación bajo los cuales se realizará el presente estudio, cuidando, ante todo, la congruencia entre el método y el paradigma de

investigación educativa seleccionados para este caso. Para ayudar a justificar la selección del tipo de método de investigación elegido para el desarrollo del estudio, se considerará importante partir de la pregunta de investigación propuesta, la cual está relacionada directamente con el planteamiento de la problemática que viven los niños y las niñas frente al aprendizaje significativo y comprensivo de las matemáticas en la escuela.

Como ya se dejó entrever en los capítulos precedentes, existe evidencia sólida que dice que un alto porcentaje de niños y niñas de 5° de educación básica primaria, del centro educativo objeto de estudio, reporta nivel de desempeño bajo, no sólo en las pruebas internas realizadas en la escuela, sino también en las pruebas externas o prueba de estado SABER 2009 y 2012.

El paradigma positivista, también llamado hipotético-deductivo, cuantitativo, empírico-analista o racionalista, surgió en el siglo XIX y tiene como fundamento filosófico el positivismo. Para el paradigma positivista el estudio del conocimiento existente en un momento dado conduce a la formulación de nuevas hipótesis, en las cuales se interrelacionan variables, cuya medición cuantitativa, permitirá comprobarlas o contradecirlas en el proceso de investigación. Se busca una correspondencia o causa-efecto, donde los investigadores han de mantener una actitud neutral frente a los fenómenos estudiados. El experimento y la observación son considerados los métodos fundamentales del conocimiento científico. Los resultados objetivos y cuantificados obtenidos experimentalmente determinarán o no la validez de la predicción inicial. Para arribar a la fiabilidad de los resultados se necesita delimitar con criterios estadísticos una muestra representativa de una determinada población. Solo así los resultados alcanzados

pueden considerarse con validez universal, aplicables a cualquier contexto y situación (González, 2003).

Según Gómez *et al*, (2011) en una investigación positivista de tipo cuantitativo “se busca producir generalizaciones, porque la verdad es única y el rol del investigador es descubrirla poco a poco” (p. 97). Así, en el presente estudio se buscará, mediante la comprobación empírica, verificar en qué medida la incorporación de tecnología (software de programación Scratch) al proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas, en la escuela objeto de estudio, afecta el aprendizaje significativo y comprensivo de los números racionales en los niños de 5° de primaria; para, de ésta forma, contribuir con evidencia empírica que ayude a los maestros de primaria a implementar posibles soluciones a la problemática descrita; y, en otros casos, permitir a otros docentes investigadores a realizar sus propias observaciones directas y comprobaciones sistemáticas, de cómo los niños y niñas de 5° de primaria aprenden mejor con el software citado a diferencia de otros niños de 5° de primaria que no cuentan con él para su aprendizaje.

Para Gómez *et al*, (2011) la “realidad existe independiente del investigador; ella puede ser reducida y dividida en variables que el investigador va a estudiar” (p. 97). Ahora bien, si las variables por estudiar en una investigación, cada una representa un constructo o concepto que explica una conducta determinada en un momento determinado, son el Aprendizaje Significativo y el Uso de Tecnología en Educación, respectivamente, las variables o constructos con las que se experimentará en el presente estudio. Estos constructos serán observados mediante un hecho concreto; de ésta manera, la primera variable mencionada se define operacionalmente como el puntaje que

obtendrá el estudiante al aplicársele una prueba de matemáticas que requiera el uso de fracciones; la segunda variable, se define operacionalmente como la codificación o programación realizada por el estudiante con *Scratch* para solucionar situaciones problema que requieren el uso de fracciones.

En consecuencia, el método de investigación que se aplicará en el presente estudio, para la comprobación de hipótesis, será de tipo cuantitativo y diseño experimental y transversal.

Así, la investigación de naturaleza cuantitativa se basa, como ya se contextualizó, “en el paradigma positivista diferenciado por su objetividad, deducción, control de variables, medición y generalización de resultados” (Valenzuela y Flores, 2012, p. 44).

Una vez que se definió el tipo de estudio a realizar y estableció las hipótesis de investigación, se explicó la manera práctica y concreta de responder a la pregunta de investigación. Para esto se seleccionó un diseño de investigación experimental y transversal que se aplicó al contexto particular del estudio (Hernández *et al*, 2006).

Para los efectos de este estudio, la manipulación de la variable independiente/ causa (uso de tecnología) y la variable dependiente/efecto (aprendizaje significativo) se concebirá específicamente bajo un diseño experimental a partir del cual se contemplará el uso de la aplicación *Scratch* por parte de los niños y niñas de 5° de básica primaria para ver las consecuencias que dicho tratamiento tiene en la variable de interés o aprendizaje significativo de los racionales (Valenzuela y Flores, 2012).

De esta manera, la comprobación de las hipótesis de investigación y, por ende, la solución a la pregunta propuesta se abordó mediante un diseño experimental que consistió en la manipulación intencional de la variable independiente (Hernández *et al*,

2006). Para Valenzuela y Flores (2012), el enfoque de investigación experimental “es aquel en el que el investigador manipula cuidadosamente ciertas variables (denominadas variables independientes) para estudiar sus efectos en otras variables (denominadas variables dependientes) y así poder establecer relaciones causa-efecto” (p. 76). Es decir, se maximizará el control sobre las variables de estudio.

Como primera medida, en el presente estudio el investigador manipuló la variable independiente en dos grados o niveles para observar el efecto sobre la variable dependiente. Lo hizo proporcionándole dos valores: presencia de *Scratch* en clase de matemáticas (enseñanza mediada con tecnología) y ausencia de *Scratch* en clase de matemáticas (enseñanza por método tradicional). Según Hernández *et al* (2006) “en un experimento para que una variable pueda ser calificada como independiente se necesitan dos requerimientos: que varíe o sea manipulada y que esta variación pueda controlarse” (p. 102).

Como se puede observar, por cada nivel, grado o valor que el investigador asignó a la variable independiente se requirió de la presencia de un grupo de estudiantes en el experimento; así, el grupo que se expuso a la presencia de la variable independiente fue el grupo experimental, y el grupo que no se expuso a la variable independiente se llamó grupo de control. Cabe aclarar que ambos grupos participaron en el experimento. Entretanto, la variable dependiente no fue manipulada por el investigador, ésta fue medida para ver el efecto de la manipulación de la variable independiente sobre ella (Hernández *et al*, 2006). Es decir, el aprendizaje significativo (variable dependiente) fue medido

mientras que el uso de la tecnología Sctrach (variable independiente) fue controlado por el investigador.

El plan general de esta investigación experimental correspondiente a lo acabado de enunciar se trazó a través del diseño del experimento (Valenzuela y Flores, 2012). El modelo de diseño del experimento mencionado que se aplicó en el estudio fue el diseño con dos tratamientos (experimental y de control) y sólo con post-test. Siguiendo a Valenzuela y Flores (2012) el diseño del experimento a desarrollar consistirá en:

X	T ₂
C	T ₂

Donde: X=Tratamiento en el grupo experimental (variable independiente), C=Tratamiento en el grupo de control (variable independiente) y T₂=Post-test (medición variable dependiente) en cada tratamiento (p. 78).

3.2 Contexto de la investigación

Con respecto al marco contextual relacionado con el establecimiento educativo que se intervino mediante el presente estudio, se puede decir que es una institución de naturaleza oficial. Cuenta con 50 docentes, 1.000 estudiantes, 91 de quinto año, 3 sedes urbanas y 9 sedes rurales. Se encuentra localizado en el departamento del Tolima, centro de Colombia.

En el proyecto educativo institucional (PEI) el establecimiento se define como incluyente, de carácter académico en preescolar, básica, media y educación para adultos por ciclos con énfasis en gestión empresarial; comprometida en el desarrollo de personas innovadoras, emprendedoras, íntegras e idóneas, al servicio de la comunidad.

Según el PEI, el marco legal e institucional que garantiza y evalúa la calidad del servicio está conformado por: Constitución Política de Colombia de 1991, Declaración de los Derechos del Niño, Declaración Universal de los Derechos Humanos, Código de la Infancia y la Adolescencia, Ley 1098 de 2006, Ley General de Educación: Ley 115 de 1994. El Decreto 1860 de agosto 10 de 1994. El Decreto 1290 de 2009 de Evaluación. Decreto 2737 de noviembre 27 de 1989, reglamentario del código del Menor. Decretos reglamentarios de la Ley de Educación y Manual de Convivencia.

El principal principio orientador de la formación en la institución es la educación como pleno desarrollo de la persona como un derecho fundamental.

Así, la intervención se realizará con los estudiantes y profesores de 5° de educación básica primaria de la sede principal que pertenecen a los niveles socioeconómicos 1 y 2 de la población. Cabe anotar que la principal forma de subsistencia de las familias de la región son las labores agrícolas, comercio a pequeña escala de alimentos y servicios.

En último lugar, la sede educativa objeto de estudio cuenta con 1 sala de cómputo dotada con 30 computadoras portátiles y acceso a Internet Banda Ancha, disponibles para apoyar a los docentes y estudiantes de las diferentes áreas de obligatorias, incluida el área de matemáticas.

3.3 Población, unidades de análisis

Continuando con la elaboración del capítulo, se describe la manera en que se llevó a cabo la selección de los participantes del estudio y cuáles son los instrumentos que se utilizaron y justificar su uso.

Las unidades de análisis son los estudiantes y profesores de la institución educativa que fueron medidos como sujetos de estudio o participantes. Para seleccionar una muestra, lo primero es definir la unidad de análisis; es decir, realizar la selección de las personas que participarán en el estudio guardando coherencia con los objetivos propuestos en la investigación (Hernández *et al*, 2006, p. 261). Sin embargo, siguiendo a Valenzuela y Flores (2012) es oportuno aclarar que los datos se recogieron con base en las conductas observadas en los participantes, durante la aplicación del experimento; es decir, que “son los datos y no los participantes los que se van a reunir y a procesar” (p. 81).

De esta manera, la población fue los estudiantes de 5° de educación básica primaria de la escuela objeto de estudio. Esta población posee características como: edades que oscilan entre los 8 y 10 años; igual nivel socioeconómico; similares capacidades intelectuales; bajo nivel de desempeño evidenciado en la prueba SABER de matemáticas 2009 y 2012; matriculados en las distintas sedes (urbanas y rurales) de la institución educativa; es decir, para efectos del estudio conforman una población homogénea.

3.4 Muestreo

El siguiente proceso que se desarrolló fue el muestreo, el cual consistió en la selección de una muestra. Una muestra es el conjunto de datos que se separa de una población para analizarlos por parte del investigador; el tamaño de la muestra será el número de datos que contiene esa muestra seleccionada (Valenzuela y Flores, 2012). Para Hernández *et al* (2006) la muestra es, “en esencia, un subgrupo de la población” (p.263).

En la presente investigación, el tamaño de la muestra inicial correspondió al subconjunto de 62 estudiantes y 1 profesor de 5° de primaria de la jornada matutina, de la sede principal, ubicada en la zona urbana o cabecera municipal (N=62). El procedimiento de muestreo que se utilizó en este caso fue el muestreo simple, debido a que los estudiantes se seleccionaron con base en los registros de matrícula escolar de las unidades que conforman la población en estudio.

En tal sentido, se diseñó un experimento para medir si el proceso de aprender a programar con “Scratch” genera aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de grado quinto de educación básica primaria en la institución educativa objeto de estudio, 91 niños en total. Para lograr dicho objetivo, a partir de la población discreta ya seleccionada, se asignaron aleatoriamente (muestra probabilística en la cual todos los elementos de la población, N=62, tienen la misma posibilidad de ser escogidos) estudiantes a dos grupos o condiciones: 33 niños utilizarán *Scratch* para aprender matemáticas (grupo experimental) y otros quince 33 niños aprenderán sobre fracciones apoyados sólo el método tradicional del profesor (grupo de control). El tamaño de la muestra fue igual a 30 estudiantes (n=30); a partir de ella se recabaron los datos que se necesitaron para entender el fenómeno en estudio y hacer generalizaciones de los hallazgos de esa muestra a la población.

En ese orden de ideas, y en relación con el tamaño de la muestra, se deja claro que ésta dependió de la decisión tomada por el investigador al respecto, teniendo en cuenta que lo relevante es que proporcionara comprensión del entorno y el problema de investigación (Hernández *et al*, 2006).

El procedimiento de muestreo que se empleó en este último caso fue del tipo muestreo probabilístico simple. Este procedimiento consistió en dividir la población en dos grupos con características comunes: grupo de control y grupo experimental. Una vez identificados los grupos, “se sortearán las unidades para seleccionar las que representarán a la muestra de cada grupo” (Valenzuela y Flores, 2012, p. 83); es decir, seleccionando una muestra de forma probabilística simple, los datos se podrán generalizar a la población estimando, de manera precisa, el error que pudiera cometerse al hacer tales generalizaciones (Hernández *et al*, 2006).

Para garantizar que la selección de la muestra fuera completamente realizada al azar, se utilizó a la hoja de cálculo Excel y a una de sus funciones estadísticas denominada “aleatorio.entre”, la cual permitió obtener números aleatorios entre rango de números que se le especificó (1 a 63). Ver apéndice F: Selección muestra simple aleatoria en Excel.

Inmediatamente después de la exposición de los niños a las mencionadas condiciones experimentales, fueron evaluados y se midieron sus niveles de aprendizaje de los números racionales, en contextos mediados y no mediados por tecnología, respectivamente.

Como se puede apreciar, la selección de la muestra inicial se realizó de manera no aleatoria debido a que escogió a un grupo intacto de estudiantes de la escuela para realizar el estudio; a su vez, se asignaron los niños de manera probabilística a las dos condiciones experimentales citadas, garantizando que cada dato tuviera la misma probabilidad de ser escogido para su análisis (Valenzuela y Flores, 2012).

A este último respecto se aclara que para poder generalizar los hallazgos a toda la población se necesitó una selección de muestra probabilística; en consecuencia, los datos se generalizarán a toda la población los niños de 5° de todas las sedes de la escuela (N=91), no sólo al grupo de 62 niños de la sede central jornada mañana, los cuales conformaron la muestra que presenta características similares. En síntesis, la asignación de los niños a los grupos de control y experimental se realizó al azar. Así, Valenzuela y Flores (2012) afirman que de ese modo se garantiza que “la muestra que será analizada sea representativa de la población y no tenga sesgos apreciables” (p. 82).

En la selección del tamaño de la muestra y los procedimientos de muestreo influyeron elementos como: 1) la disponibilidad de recursos a disposición del investigador para realizar el estudio; la disponibilidad que los elementos de la muestra tengan para participar en el estudio -los que serán invitados a participar voluntariamente mediante una carta de consentimiento firmadas por los participantes del estudio o autoridades institucionales que los representen para el uso de los datos con fines de investigación educativa- y, 2) el grado de homogeneidad de la población (Valenzuela y Flores, 2012).

Para responder al siguiente interrogante: ¿cuál es el número de estudiantes que se tiene que seleccionar, para tener un error estándar de menor de 0,015 y dado que la población total es de 91 estudiantes?, se especifica lo siguiente, según Hernández *et al* (2006): $N=91$ (tamaño de la población); $Se=0,015$ (error estándar); $V^2=Se^2$ (varianza de la población); $S^2=p(1-p)$ (varianza de la muestra expresada en la probabilidad de ocurrencia de una variable); n' = tamaño de la muestra sin ajustar; n =tamaño de la muestra ajustada.

$$n' = S^2 / V^2$$

$$S^2 = p (1 - p)$$

$$V^2 = (Se)^2$$

$$n' = 0.09/0.000225$$

$$S^2 = 0.9 (1 - 0.9)$$

$$V^2 = (0,015)^2$$

$$n' = 400$$

$$S^2 = 0.09$$

$$V^2 = 0,000225$$

Ahora, bien:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad \boxed{n = 53}$$

3.5 Instrumentos para recolección de datos

El presente apartado tiene como objetivo hacer referencia a los medios que se emplearán en la investigación para coleccionar los datos que se necesitan para probar las hipótesis.

Los instrumentos de medición permiten relacionar la teoría con la práctica; es decir, en el estudio permitirán relacionar los constructos del aprendizaje significativo y el uso de tecnología con una situación real (Valenzuela y Flores, 2012).

Así, se tiene que en el presente estudio se utilizó un instrumento de recolección de datos ajustado al enfoque de investigación cuantitativa de naturaleza positivista. De esta manera, el medio que se utilizó como instrumento de recolección de datos para probar las hipótesis y dar respuesta a la pregunta de investigación propuesta fue el test de aptitud matemática no-comercial, el cual se construyó ex profeso por el investigador, basado en prueba SABER y los textos escolares del proyecto Sé Matemáticas del programa Todos a Aprender del M.E.N. (Ver Apéndice C: Test Actividad de Matemáticas).

Se eligió dicho instrumento porque permitió, de cierta manera, al investigador medir los niveles de conocimiento de los números racionales en los estudiantes y, a la vez, le sirvió “para predecir situaciones más específicas como el desempeño académico en áreas de matemáticas, pero con la ventaja de que el poder predictivo es relativamente alto” (Valenzuela y Flores, 2012, p. 146).

3.5.1 Aplicación de instrumentos

En cuanto a la aplicación de instrumentos, decir que se realizó en la institución educativa objeto de estudio al finalizar la primera semana de febrero de 2014. Como ya se ha mencionado en diferentes oportunidades, el instrumento aplicado a los niños, durante el desarrollo del procedimiento cuantitativo experimental fue el pos-test, para lo cual se pidió un consentimiento escrito. (Ver apéndice A: Carta de consentimiento).

Con la aplicación del instrumento se pudo recabar información valiosa para medir el nivel de aprendizaje significativo de los estudiantes de 5° de básica a partir de las calificaciones individuales obtenidas después de la aplicación del estímulo. (Ver apéndice C: Test Actividad de Matemáticas).

El instrumento fue aplicado en las aulas de la institución objeto de estudio de acuerdo a la muestra, condiciones ambientales y temporales que ya fueron ventiladas en la metodología. El pos-test se aplicó de manera contextualizada, acorde con las personas y el lugar donde se llevó a cabo el estudio. Ver apéndice E: Fotos aplicación test.

3.5.2 Confiabilidad y validez del instrumento

Se trató de garantizar la consistencia interna del test teniendo en cuenta en el examen aspectos como la inclusión de una muestra representativa de todos los temas de

números racionales tratados en las situaciones experimentales. Se diseñó un examen homogéneo que siguió una sola línea temática para no confundir a los estudiantes. En el examen se utilizó un sólo formato de pregunta (Valenzuela y Flores, 2012).

Igualmente, se realizó una prueba piloto remitiéndose carta de consentimiento de experto a la señora jefa del área de matemáticas de la institución educativa objeto de estudio para invitarla a participar como juez en el proceso de validación del instrumento de recolección de datos o pos-test elaborado ex profeso para la presente investigación. (Ver apéndice G: Carta consentimiento expertos).

Esa labor se llevó a cabo con el propósito de establecer, a través de un criterio externo, si el instrumento ofrecía coherencia con la evaluación del aprendizaje de los racionales (fracciones) en los estudiantes de 5° de básica primaria.

Frente al proceso de aplicación de la prueba piloto, en el caso de docente juez, esta permitió, a propósito de la validez, conocer que la prueba era factible considerarla válida debido a que: 1) los reactivos correspondieron específicamente con la resolución de operaciones, representación gráfica y resolución de problemas empleando fracciones. 2) en general, la estructura del pos-test está sujeta a los lineamientos para diseño de pruebas de matemáticas tipo SABER ICFES. 3) el pos-test desafía al estudiante proceder con estrategias creativas, a partir de los aprendizajes previos y nuevos adquiridos durante la fase experimental, para solucionar situaciones problema que requieran operaciones con fracciones. 4) la necesidad de capacitar en *Scratch* en conceptos básicos y ejercicios sencillos, a los estudiantes que conformaron la muestra del grupo experimental. Así, se buscó que la aplicación del instrumento fuera más aterrizado a la realidad.

3.6 Procedimiento recolección de datos

La aplicación del instrumento (test) se realizó al grupo de control y en el grupo experimental, respectivamente. Se aplicó el test de aptitud matemática diseñado por el investigador a la muestra de 53 niños ($n=53$) después de la exposición las situaciones experimentales propuestas (post-test); tales situaciones experimentales estuvieron directamente relacionadas con la medición del impacto de *Scratch* en el aprendizaje significativo de los números racionales en los niños de 5°.

De acuerdo con Valenzuela y Flores (2012), “como ésta división se hace al azar, no se requiere tener un pre-test para determinar los conocimientos previos que los estudiantes pudieran tener; y se puede, con razonable seguridad, asumir que los dos grupos tienen las mismas características” (p. 146).

Durante la aplicación del test se observaron cuestiones tales como horarios específicos de aplicación, tiempos de aplicación y descanso, condiciones ambientales de los espacios físicos para aplicarlos, posibilidad de consultar libros o de utilizar calculadoras, etc. Como en este caso el investigador elaboró el test, detalló la forma en que lo diseñó y los datos que obtuvo al aplicarlo (Valenzuela y Flores, 2012).

La naturaleza del test consistió en un examen con preguntas de selección múltiple con única respuesta, generadas a partir de situaciones problema que impliquen el uso de números racionales para su solución. Los test se calificaron con base en una respuesta clave y los resultados se codificaron de manera estadística empleando parámetros descriptivos que indicaron al investigador la tendencia que siguen los datos de la muestra seleccionada.

Para poder probar las hipótesis, se empleó una prueba estadística que es un procedimiento que considera, a un mismo tiempo, las medias de los dos grupos y las dispersiones de los datos (varianzas). En este caso, el test estadístico que se empleó el investigador fue la prueba t de Student, ya que se tuvo una variable independiente, manipulada, con dos niveles (control y experimental); y una variable dependiente, continua, que se mide a través de la aplicación de un post-test (el examen). Una prueba de este tipo permitió establecer si existe o no diferencias significativas entre las medias de los dos grupos, con un cierto nivel de confianza (Valenzuela y Flores, 2012). Es decir que esta prueba estadística exigió independencia entre ambas muestras, en las que hubo dos momentos: uno antes y otro después.

Así, para cada una de las situaciones experimentales específicas, cada profesor impartió dos horas de instrucción; donde un profesor de matemáticas de 5° estaba al frente por cada grupo (control y experimental) para abordar independientemente, pero junto con sus estudiantes, las temáticas relacionadas con las fracciones: representación gráfica de fracciones, fracciones equivalentes y operaciones con fracciones.

El grupo de control abordó, por su parte, el estudio de esos mismos conceptos fundamentales basándose únicamente en la estrategia tradicional de enseñanza del profesor (método expositivo o clase magistral). Por el contrario, al grupo experimental se incorporó el uso de tecnología como apoyo a la enseñanza/aprendizaje. Ver apéndice D: Instrucción a grupos de control y experimental según muestra seleccionada.

Una vez terminada la fase de instrucción a los estudiantes, la que se realizó simultáneamente al finalizar la última semana de enero de 2014, según las condiciones

expuestas, se aplicó el pos-test a los alumnos del grupo de control y al grupo experimental.

El investigador considera relevante exponer en este momento que los estudiantes que integraron el grupo experimental, así como el profesor de matemáticas de 5° que estuvo al frente de ese grupo, recibieron instrucción básica en el manejo del entorno de programación *Scratch* únicamente durante de seis horas. Esta actividad se consideró necesaria debido a que, ni el docente ni los estudiantes tenían conocimiento del software a utilizar en el experimento.

La instrucción consistió en la realización de actividades de aprestamiento para la manipulación de la herramienta, con lo que se buscó impartir generalidades al docente y a los estudiantes del grupo experimental para que pudieran enfrentar la realización de la actividad de enseñanza/aprendizaje de los racionales de manera mediada por tecnología. Una vez terminada la inducción a *Scratch* se le solicitó al docente impartir a los niños una clase de fracciones incorporando el entorno de programación *Scratch*. (Ver apéndice B: Clase fraccionarios incorporando *Scratch*).

Se aclara que durante la realización de la recolección de datos, se presentaron diversas restricciones de horario en la institución. Inicialmente, se planeó aplicar el pos-test de manera simultánea a los dos grupos en un mismo día, pero no fue posible hacerlo, debido a las políticas de horario establecidas por la dirección de la institución educativa y, debido además a la premura del tiempo para el desarrollo de este trabajo, la recolección de datos se realizó durante el horario habitual de clases.

En síntesis, frente a la medición del aprendizaje significativo en 5° básica primaria, a partir del uso de *Scratch*, el proceso se desarrolló en diferentes etapas:

Etapa 1. Comunicación: 1 docente de 5° grado fue instruido en la utilización de *Scratch*. Asimismo, se enviaron las cartas de consentimiento correspondientes para la aplicación de los instrumentos en el establecimiento educativo. (Ver apéndice A: Carta de consentimiento).

Etapa 2. Formación en *Scratch*: Se introdujo al grupo experimental en la utilización de la herramienta y los fundamentos de programación con *Scratch*. (Ver apéndice D: Instrucción a grupos control y experimental).

Etapa 3: Socialización de trabajos: Los estudiantes mostraron a sus compañeros de grupo los programas realizados con *Scratch*, los cuales tuvieron que ver con la solución de situaciones problema que requieran el uso de números racionales. (Ver apéndice B: Clase de matemáticas incorporando *Scratch*, y J: Programa escrito en *Scratch*).

Etapa 4: Aplicación de pruebas: El test de aptitud matemática no-comercial diseñado ex profeso por el investigador fue aplicado a los grupos experimentales y de control al iniciar la segunda semana de febrero de 2014. De igual manera, se verificaron para los dos grupos (control y experimental) las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes de 5° en el test, ya que se esperaba obtener qué grupo presentó mejor desempeño en el examen frente al otro. (Ver apéndice E: Aplicación test grupos control y experimental).

3.7 Acopio y organización de los datos

Una vez aplicado el instrumento para medir las variables contenidas en las hipótesis, la recolección y organización de los datos cuantitativos se realizó en plantillas tipo tabla.

De esa manera, las calificaciones del pos-test de matemáticas se obtuvieron a partir de la revisión de cada prueba, tanto la del grupo de control como la del grupo experimental. (Ver apéndice I: Registro calificaciones promedio pos-test).

Con respecto a la agrupación de los datos, se clasificaron bajo el nombre de dos categorías denominadas “aprendizaje significativo de los racionales con presencia de Scratch” y “aprendizaje significativo de los racionales con ausencia de Scratch”. Bajo éstas categorías se midió el aprendizaje significativo de los racionales en ambos grupos, en tres temáticas específicas, a saber: representación gráfica de fracciones, operación de fracciones y fracciones equivalentes. Estas variables son adecuadas para cumplir, no sólo con los objetivos del estudio, sino también para dar respuesta a la pregunta de investigación.

3.8 Estrategia de análisis de datos

Se indicará a continuación los procedimientos que se emplearon en la investigación para convertir los datos cuantitativos en información que permitiera comprobar o rechazar las hipótesis para responder a la pregunta de investigación. El análisis de los datos fue de naturaleza cuantitativa; entonces, se especifican las técnicas estadísticas que se usaron en él.

Para analizar los datos se utilizaron dos tipos de parámetros descriptivos: las medidas de tendencia central y de variabilidad; las cuales indicaron las tendencias de centro o dispersión que siguieron los datos obtenidos a partir de la muestra estudiada. Se emplearon en el estudio medidas de tendencia central como el promedio, media, mediana, moda, con el fin de determinar los cambios en las variables y verificar cómo y

en qué medida el Scratch produce efectos en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los niños de 5° de educación básica primaria.

Valenzuela y Flores (2012) afirman que un parámetro descriptivo es un indicador de cierta tendencia que siguen los datos de una muestra. Dicha medición se realizó con el análisis descriptivo, teniendo en cuenta los resultados de las técnicas estadísticas citadas, las calificaciones del grupo experimental obtenidas previamente y posteriormente a la incorporación de *Scratch* y la del grupo de control frente a la ausencia de la aplicación de software.

Las variables tuvieron, como indicador válido para ser medido, la variación en el promedio de calificaciones del grupo experimental. En relación con el test, dicho indicador correspondió a la puntuación del grupo experimental versus la puntuación del grupo de control obtenida en el postest.

3.9 Aspectos éticos

Para que el lector pueda evaluar con más elementos de juicio la forma en que el estudio se llevó a cabo, se incluyen elementos que dan cuenta del cumplimiento de principios éticos en la selección de los participantes. Así, la muestra analizada provino de personas que fueron invitadas a participar voluntariamente en el estudio (apéndice I), por lo que no existió sesgo o discriminación en la forma en que se invitó a los candidatos potenciales a participar en el estudio. Se le proporcionó información a los invitados a través de una carta de consentimiento (apéndice A) para que pudiera influir en su decisión de participar o no participar en el estudio (Valenzuela y Flores, 2012).

4. Análisis y discusión de resultados

En el presente capítulo se procura analizar los datos recolectados en la fase de experimentación y discutir los resultados de ese análisis. En el desarrollo de este apartado, los datos recolectados se presentarán codificados, transferidos a una matriz y guardados en un archivo, de tal manera que el investigador procederá a analizarlos; así, como primera medida, se describirán los datos y, posteriormente, se llevará a cabo un análisis estadístico que permitirá relacionar las variables abordadas en el presente estudio, discutir los resultados y sacar conclusiones (Hernández *et al*, 2006).

Según Valenzuela y Flores (2012), llegó el momento de responder al asunto de cómo se va a procesar los datos recolectados para convertirlos en información que permita comprobar o no las hipótesis planteadas en este estudio. Para procesar los datos, se apelará al uso de algunas herramientas estadísticas. A través de ellas, “se describirán las situaciones observadas, se probarán las hipótesis y se harán inferencias para la población a partir de la muestra seleccionada” (p. 166).

En consecuencia, se aborda aquí el análisis de los datos colectados básicamente por dos cosas: la primera, dar respuesta a la pregunta de investigación; la segunda, verificar si los objetivos del estudio se alcanzaron. De esta manera, a continuación se presenta la pregunta de investigación y los objetivos del estudio:

Pregunta de investigación: ¿En qué medida el software de programación “Scratch” favorece el aprendizaje significativo de los números racionales (Q) en los estudiantes de 5° de educación básica primaria?

Como ya se expuso, el interrogante anterior busca la relación causa-efecto entre dos variables, a saber:

Variable independiente: Uso de *Scratch* como herramienta de enseñanza.

Variable dependiente: Su impacto en el aprendizaje de las matemáticas.

Los siguientes fueron los objetivos planteados para el presente estudio.

Objetivo general: Determinar en qué medida el proceso de aprender a programar con *Scratch* favorece el aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de grado quinto de educación básica primaria.

Objetivos específicos:

1. Establecer si hay o no diferencia entre el proceso de aprender a programar con “Scratch” y el método de enseñanza tradicional utilizado con respecto al desarrollo del aprendizaje significativo de los racionales en 5° de primaria.
2. Evaluar si el proceso de aprender a programar con “Scratch” incide en el aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de 5° de educación básica primaria.

La recolección, presentación e interpretación de datos correspondió a tareas del presente proceso de investigación llevadas a cabo bajo un diseño metodológico cuantitativo experimental.

Se recuerda que el diseño de investigación utilizado en esta oportunidad fue con post-prueba únicamente y grupo de control. Este diseño incluyó dos grupos, uno recibió el tratamiento experimental y el otro no (grupo de control). Es decir, la manipulación de

la variable independiente (uso de tecnología *Scratch*) alcanzó sólo dos niveles: presencia y ausencia. Los sujetos fueron asignados a los grupos de manera aleatoria simple. Después de concluido el periodo experimental, a los dos grupos se les administró una medición sobre la variable dependiente en estudio (aprendizaje significativo de números racionales), (Hernández, *et al*, 2006).

En consecuencia, la presente sección aborda, entonces, el análisis de los datos colectados mediante el pos-test aplicado a los niños de 5º, tanto al grupo experimental como al grupo de control, haciendo referencia a la literatura que sustenta este trabajo, para confirmar u objetar los resultados obtenidos durante su desarrollo, agregando, además, el comentario del investigador en la confrontación de los datos conseguidos.

4.1 Presentación de la información

Es importante recordar previamente, que entre los años 2009 y 2012 más del 70% de los estudiantes de 5º y 9º en la institución educativa objeto de estudio no superó las preguntas de menor complejidad de la prueba SABER; es decir, se ubicaron, de acuerdo a los cuatro niveles de desempeño, en nivel insuficiente, mientras que el resto de los estudiantes sólo alcanzó un nivel de desempeño mínimo (ICFES, 2013).

En total, el 74% de los estudiantes de 5º, durante 2012, alcanzaron un nivel de desempeño en el rango insuficiente/mínimo en la prueba SABER de matemáticas de ese año. Lo anterior significa que el 25% de los niños evaluados no superó las preguntas de menor complejidad de la prueba, y el 49% apenas superó las preguntas de menor complejidad de la prueba para el área y grado evaluados, como se puede apreciar en la siguiente figura (ver figura 1):

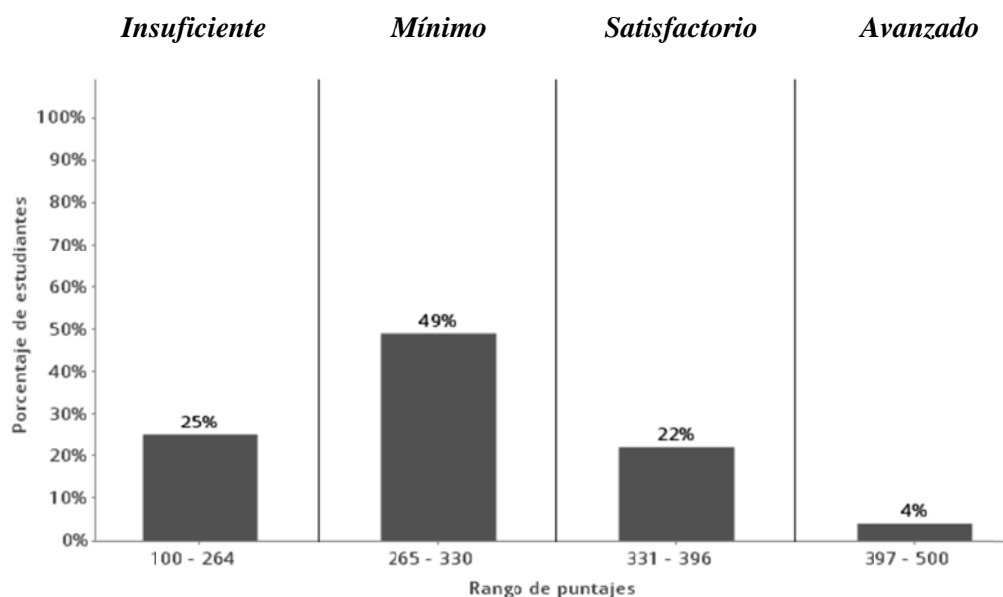


Figura 1. Distribución porcentual de los estudiantes según niveles de desempeño en matemáticas, quinto grado institución educativa (Datos recolectados por el ICFES).

A continuación, se describirá los datos colectados por el investigador para posteriormente efectuar un análisis estadístico para relacionar las dos variables presentes en este estudio; es decir, se realiza un análisis de estadística descriptiva para cada una de la variables y luego se describirá la relación entre ellas mediante la estadística inferencial (Hernández *et al*, 2006).

4.1.1 Estadística descriptiva

Hernández *et al* (2006) afirman que “las medidas de tendencia central son valores en una distribución y las medidas de la variabilidad son intervalos, designan distancias o un número de unidades en la escala de medición” (p. 385). Los dos tipos de medidas aportaron indicadores para interpretar las calificaciones que obtuvieron en el pos-test los niños que conformaron la muestra (Valenzuela y Flores, 2012). Hernández *et al* (2006), afirman que “en esta etapa la primera tarea es describir los datos, valores o puntuaciones

obtenidas para cada variable” (p. 376); es decir, como se aplicó finalmente a 52 niños el pos-test sobre resolución de problemas que implicaba el uso de fracciones, primero se hace referencia a los datos describiendo la distribución de las puntuaciones o frecuencias para cada reactivo (ver tabla 1).

Tabla 1.

Descripción distribución de frecuencias absolutas (número de casos) y relativas (porcentajes) según reactivos del post-test aplicado. (Datos colectados por el autor)

Categorías	Grupo de Control			Grupo Experimental			
	C	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulad.	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulad
<i>Pregunta No.1: Representación de fracciones</i>							
Respuestas Correctas	1	21	80%	21	24	92%	24
Respuestas Incorrectas	2	5	20%	26	2	8%	26
TOTAL:		26	100%		26	100%	
<i>Pregunta No.2</i>							
Respuestas Correctas	1	2	8%	2	2	8%	2
Respuestas Incorrectas	2	24	92%	26	24	92%	26
TOTAL:		26	100%			100%	
<i>Pregunta No.3</i>							
Respuestas Correctas	1	2	8%	2	12	46%	12
Respuestas Incorrectas	2	24	92%	26	14	54%	26
TOTAL:		26	100%			100%	
<i>Pregunta No.4: Operaciones con fracciones</i>							
Respuestas Correctas	1	18	69%	18	19	73%	19
Respuestas Incorrectas	2	8	31%	26	7	27%	26
TOTAL:		26	100%		26	100%	
<i>Pregunta No.5: Fracciones equivalentes</i>							
Respuestas Correctas	1	4	15%	4	14	54%	14
Respuestas Incorrectas	2	22	85%	26	12	46%	26
TOTAL:		26	100%		26	100%	
<i>Pregunta No.6</i>							
Respuestas Correctas	1	11	42%	11	14	54%	14
Respuestas Incorrectas	2	15	58%	26	12	46%	26
TOTAL:		26	100%		26	100%	

A manera de comentario, se podría decir que, al finalizar el tratamiento, el grupo experimental presentó mejor desempeño con respecto al grupo de control en cuanto a ejercicios con fraccionarios; pues, registró mayores frecuencias relativas en los temas que se les evaluó.

Sin embargo, una prueba estadística como la prueba t de Student para muestras independientes dirá a este estudio si realmente existió o no una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos, de tal manera que permita responder a la pregunta de investigación de la manera más objetiva o neutralmente posible, sin interpretaciones y sin referencias a la literatura consultada (Valenzuela y Flores, 2012).

A continuación, se presentan los resultados del pos-test para el grupo de control y para el grupo experimental, después de impartir dos horas de instrucción de fraccionarios a los estudiantes que conformaron la muestra. Estos resultados se expresan en porcentajes de aprobación y no aprobación para cada grupo (Ver figura 2).

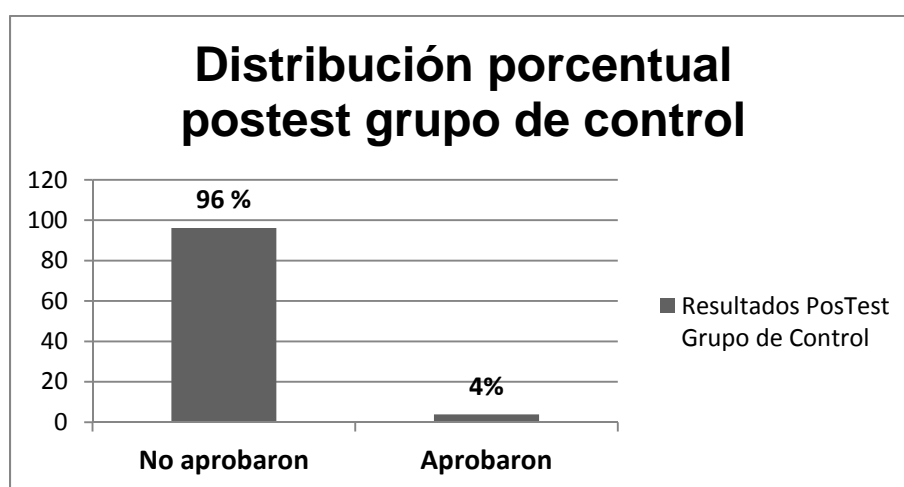


Figura 2. Resultados pos-test grupo de control. (Datos recolectados autor).

Según la figura anterior, en cuanto a los resultados postest del grupo de control, se observa que obtuvo un 96% que aprobaron y un 4% que no aprobaron. Por el contrario (ver figura 3) se puede observar que para el grupo experimental no aprobaron el 65% y si aprobaron el 35% de los estudiantes evaluados. Estos resultados significan que hubo un mayor aprendizaje de las operaciones con fracciones en el grupo experimental.

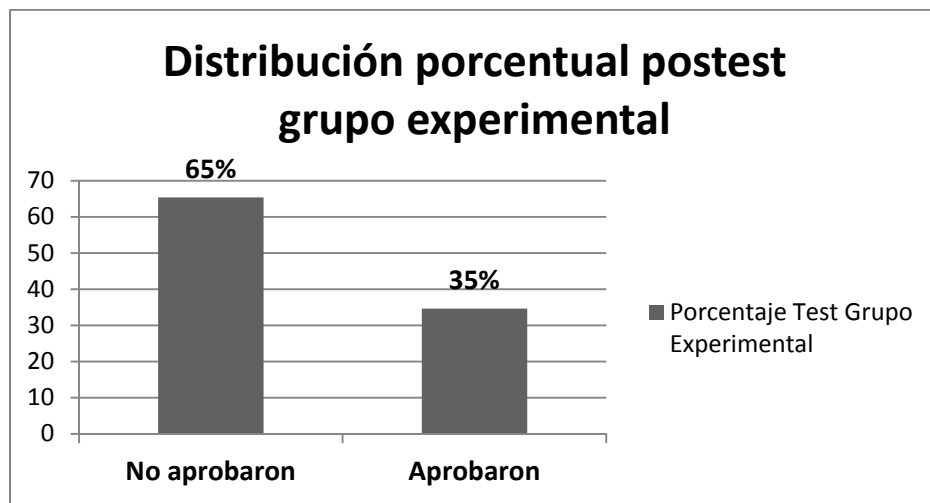


Figura 3. Resultados pos-test grupo experimental. (Datos recolectados autor).

A partir de los anteriores resultados, se hace la siguiente descripción (ver tabla 2): puntuó mejor el grupo experimental en el rango de 1,0 a 5,0; siendo 1,0 la calificación más baja y 5,0 la calificación más alta; en promedio, los estudiantes lograron una calificación de 2,6 en el grupo experimental y de 1,9 en el grupo de control. Las calificaciones de ambos grupos tendieron a ubicarse en valores muy bajos o medios. La calificación que más se repitió fue 2,5 en ambos grupos; queriendo decir que en los dos grupos fue mayor el número de estudiantes que no aprobaron el test. El 50% de los estudiantes del grupo de control estuvo por encima del valor 2,1 en las calificaciones obtenidas, y el restante 50%, se situó por debajo de éste valor. En cuanto al grupo experimental, el 50% de los estudiantes se situó por encima del valor 2,5 y el restante 50% se situó por debajo de éste valor.

Tabla 2.

Calificaciones obtenidas en el pos-test aplicado en ambos grupos, incluyendo los datos estadísticos promedio, media, mediana, moda, máximo y mínimo.

<i>Estud.</i>	Grupo experimental	<i>Test de actividad con fracciones</i>	<i>Estud.</i>	Grupo de control	<i>Test de actividad con fracciones</i>
No.	Código	Calificación	No.	Código	Calificación obtenida
1	2	2,5	1	1	2,5
2	2	2,5	2	1	2,5
3	2	3,3	3	1	1,7
4	2	2,5	4	1	0,8
5	2	3,3	5	1	0,8
6	2	2,5	6	1	1,7
7	2	2,5	7	1	1,7
8	2	3,3	8	1	0,8
9	2	0,8	9	1	0,8
10	2	2,5	10	1	1,7
11	2	0,8	11	1	0,8
12	2	2,5	12	1	0,8
13	2	2,5	13	1	1,7
14	2	2,5	14	1	2,5
15	2	2,5	15	1	1,7
16	2	3,3	16	1	2,5
17	2	1,7	17	1	3,3
18	2	1,7	18	1	2,5
19	2	1,7	19	1	2,5
20	2	4,2	20	1	2,5
21	2	3,3	21	1	1,7
22	2	3,3	22	1	2,5
23	2	2,5	23	1	2,5
24	2	4,2	24	1	2,5
25	2	3,3	25	1	2,5
26	2	2,5	26	1	2,5
Medidas de Tendencia Central	Media	2,6			1,9
	Mediana	2,5			2,1
	Moda	2,5			2,5
	Máx. calificación	4,2			3,3
	Min. calificación	0,8			0,8
Medidas de Variabilidad	Rango	3,4			2,5
	Varianza	0,7			0,5
	Desviación Estándar	0,8			0,7

En síntesis, la anterior información se puede ver representado gráficamente en la siguiente figura (ver figura 4).

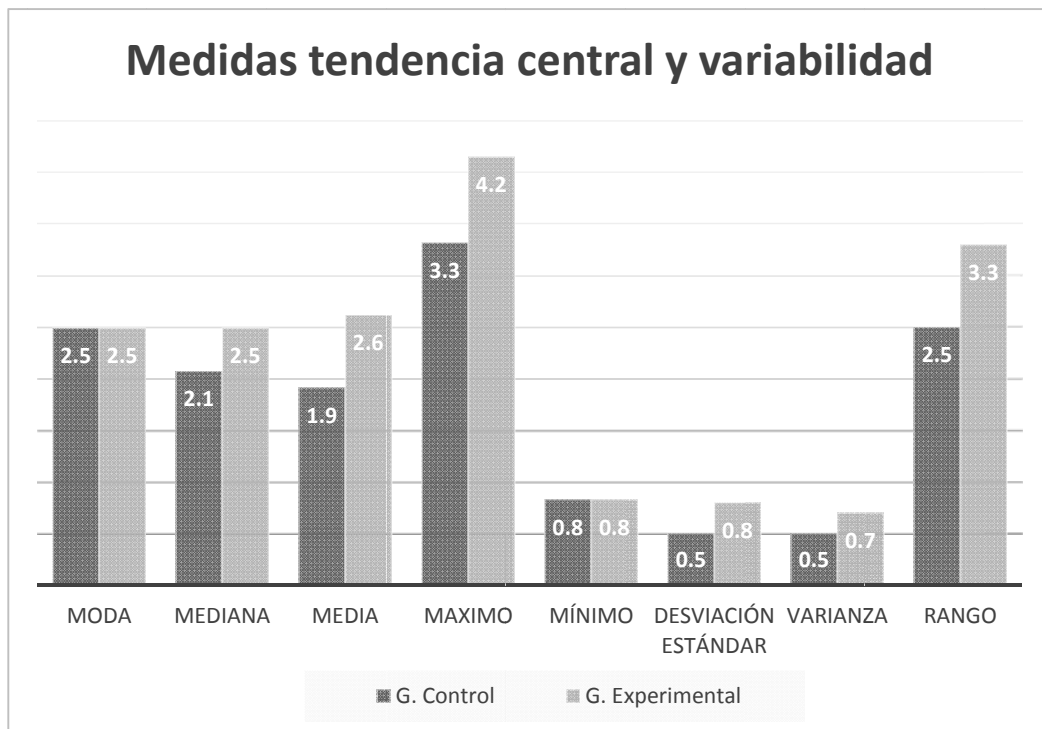


Figura 4. Resultado comparativo medidas tendencia central y variabilidad, grupo de control y grupo experimental. (Datos recolectados por el autor).

Se conoce por Valenzuela y Flores (2012) que la desviación estándar es una medida de dispersión que indica cuánto pueden alejarse los valores respecto al promedio de un grupo. La desviación estándar se interpretó en este trabajo como la variación esperada en las calificaciones obtenidas en el pos-test —con respecto a la media—.

En ese sentido, el resultado en cuanto al puntaje promedio, en el pos-test, para el grupo de control, fue 1,9 puntos promedio y la desviación estándar es 0,7. Para el grupo experimental fue de 2,6 el promedio y 0,8 la desviación. Se puede ver que el grupo de control tuvo una desviación menor por cuanto las calificaciones obtenidas por el 27%, de los estudiantes de éste grupo, estuvieron más cercanas al promedio grupal; mientras

que, para el grupo experimental, la dispersión en las calificaciones fue mayor, el 31%; es decir, para el grupo de control, se desviaron de 1,9 —en promedio— 0,7 unidades en la escala de 1 a 5. Para el grupo de control, se desviaron de 2,6 —en promedio— 0,8 unidades en la misma escala.

Esto es, no hay un parámetro de uniformidad en los conocimientos de los estudiantes evaluados en ambos grupos, principalmente en el grupo de control ya que sus resultados están muy alejados de la media que fue de 2,6.

De acuerdo con Hernández *et al* (2006), la medida de la variabilidad denominada rango o recorrido es la diferencia que existe entre la calificación mayor y la calificación menor, “indica el número de unidades en la escala de medición necesario para incluir los valores máximo y mínimo” (p. 385). En ese sentido, se puede decir que el rango obtenido por el grupo experimental fue 3,4 y el rango obtenido por el grupo de control fue 2,5. Cuanto más grande sea el rango, mayor es la dispersión de los datos en la distribución. Esto indica que la dispersión de las calificaciones obtenidas en el pos-test fue mayor para el grupo experimental.

4.2 Confiabilidad y validez mediante estadística inferencial

A continuación se presenta, inicialmente, la prueba de hipótesis y confiabilidad y validez. Más adelante, se analizarán y discutirán los resultados obtenidos.

4.2.1 Prueba de Hipótesis

En este punto, según Valenzuela y Flores (2012), la pregunta clave que el investigador debe hacerse es “si las hipótesis planteadas al inicio del estudio son o no son verdaderas” (p. 174). Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Ho: No existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del grupo experimental y la media de calificaciones del grupo de control (hipótesis de trabajo).

H1: Existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del grupo experimental y la media de calificaciones del grupo de control (hipótesis del investigador).

4.2.2 Nivel de confianza

Según Valenzuela y Flores (2012), al reportarse los resultados de la investigación es ajustado hacer referencia a la probabilidad que existe de cometer un error Tipo I o Tipo II. Esta probabilidad se representa con la letra α (alfa). Los autores afirman que “el error Tipo I se comete al no aceptar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera; por su parte, el error Tipo II se comete cuando se acepta la hipótesis nula siendo ésta en realidad falsa” (p. 173).

En consecuencia, el presente estudio se establece como nivel alfa el valor de 0,05 ($\alpha = 0,05$). Este valor indica que es el 5% el porcentaje de error que este investigador está dispuesto aceptar, al afirmar que hay una diferencia significativa entre las dos medias de los grupos que conformaron la muestra (Valenzuela y Flores, 2012).

4.2.3 Lectura de P-valor

Se conoce que la prueba t es una prueba estadística para evaluar si dos grupos de individuos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias.

Para calcular el valor de significancia de la prueba t de Student (P-valor), se corroboró primero que la variable aleatoria numérica (calificaciones obtenidas) en los

dos grupos (control y experimental) se distribuyera normalmente. Esto se realizó mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (K-S), puesto que $n > 30$ individuos ($n=52$). De la misma forma, se corroboró la igualdad de varianza con la prueba de igualdad de varianza (prueba de Levene) en los dos grupos. Sólo si se pasaban éstos dos filtros se podía de calcular el P-valor para muestras independientes de la prueba t (Hernández, *et al*, 2006).

Según Hernández *et al* (2006), para el caso de la prueba de normalidad K-S, el criterio para determinar si la variable aleatoria numérica (calificaciones obtenidas en el pos-test) se distribuyó normalmente es:

- a) P-valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 b) P-valor $< \alpha$ Aceptar H_1

Tabla 3.

Resultado prueba para una muestra de Kolmogorov-Smirnov realizada con SPSS v19.

<i>Prueba de Normalidad K-S para las Calificaciones</i>		
P-Valor (Grupo Control) = 0,002	<	$\alpha = 0,05$
P-Valor (Grupo Experimental) = 0,002	<	$\alpha = 0,05$

Afirman los autores que todo p-valor se considera significativo si está por debajo del 0,05; pero, si el p-valor es menor a 0.01 se considera altamente significativo porque en porcentaje equivaldría al 1%. Como en ésta oportunidad el p-valor o nivel de significancia fue $p=0,002$; es decir que $p < 0,05$; entonces, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis del investigador (H_1).

Por lo tanto, existe una diferencia significativa entre la variable analizada (calificaciones obtenidas) y la distribución normal. En cuanto al filtro de igualdad de varianza o prueba de Levene, se corroboró la igualdad de varianza, según:

- a) P-valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 = Las varianzas son iguales.

b) $P\text{-valor} < \alpha$ Aceptar H_1 = Existe diferencia significativa entre las varianzas.

Con ayuda del software SPSS v.19 portable se realizó la prueba de igualdad de varianzas conjuntamente durante el proceso de ejecución de la prueba t de Student.

Tabla 4.

Resultado prueba de igualdad de varianzas (Levene) realizada con SPSS v19.

Igualdad de varianzas		
P-Valor = 0,848	>	$\alpha = 0,05$

Se puede decir entonces que las varianzas son iguales según lo establecido en el criterio “a” del presente inciso.

4.2.4 Decisión estadística

Los criterios para decidir con base en los resultados de la prueba t de Student son:

- a) Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} \leq \alpha$, rechace H_0 (se acepta H_1)
- b) Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} > \alpha$, no rechace H_0 (se acepta H_0)

Tabla 5.

Resultado de la prueba t de Student realizada con SPSS v19. (Decisión estadística)

Prueba T de Student
$P\text{-Valor} = -0,7023 < \alpha = 0,05$

Según los resultados de la prueba t de Student, se acepta la hipótesis del investigador (H_1); pues, como se demostró, sí hay una diferencia significativa entre la media de calificaciones obtenida por el grupo experimental y la media de calificaciones obtenida por el grupo de control en el pos-test. De esta manera, evitamos cometer errores del tipo I o II mencionados.

4.3 Análisis de los resultados

Con base en la información presentada se discuten los resultados, los que arrojaron luces para dar respuesta a la pregunta de investigación y, por consiguiente, a los objetivos propuestos (Valenzuela y Flores, 2012).

Como se expuso en el capítulo anterior, el grupo control (que en adelante se llamará grupo A) y el grupo experimental (que en adelante se llamará grupo B) asistieron a una clase de matemáticas de dos horas de duración, con mismo contenido (fracciones), diferente método de enseñanza e instrucciones claras para que, una vez finalizada la clase, los niños participantes respondieran un test.

Se sabe, de acuerdo a los resultados obtenidos, que el grupo B demostró, a diferencia del grupo A, un nivel más elevado de recuerdo; es posible, que en las respuestas a las preguntas del test estos niños hayan implicado una mayor cantidad de comprensión, profundidad e inferencias para lograr mejores resultados. No obstante, en la investigación de Krendl y Watkins (citados por Salas y Umaña, 2011, p. 13) se afirma que “conocer los propósitos del uso del material a aprender contribuye a la cantidad de esfuerzo que se invierte en la comprensión del mensaje”.

En este caso, el propósito del uso del material consistió en aprenderlo para superar la prueba con éxito; es factible que los niños de uno y otro grupo entendieran que debían esforzarse por aprender fracciones y resolver con éxito los problemas que se les propondría (fin educativo). Sin embargo, a la luz de los resultados, es incuestionable que hubo aspectos que interfirieron el aprendizaje del grupo A; y aspectos que lo facilitaron en el grupo B.

Por una parte, el software facilitó el estudio de fracciones al considerar que en ambos grupos se presentó el uso de información auditiva y visual; el estudio de Baggett (citado por Salas y Umaña, 2011) demostró que, tanto la información lingüística, como pictórica, puede proveer información que ayuda a dar significado a lo que se aprende; pero que ambas son representadas de manera diferente en la memoria del individuo.

Según Ormrod (2005) la información visual contiene factores adicionales como el tamaño, la forma, el color, que comunican mejor los mensajes y proveen a los estudiantes de claves que pueden relacionar con la información ya conocida para facilitar el recuerdo y el almacenamiento de información a largo plazo; así, para Kozma (1991) (citado por Salas y Umaña, 2011) la información auditiva y visual brinda detalles del mensaje que pueden ser significativos para el almacenamiento en la memoria y la construcción cognitiva; esto es, la presentación de la información visual aumenta los niveles de atención sobre todo en los niños y tiene unas implicaciones importantes en la comprensión y el aprendizaje.

Según lo anterior, parece entonces que las bondades audiovisuales de *Scratch* pudieron favorecer en los niños del grupo B el desarrollo de procesos cognitivos que influyeron en la memoria a largo plazo y, por ende, en el aprendizaje duradero, a saber: selección, práctica, aprendizaje significativo, organización interna, elaboración e imágenes visuales (Ormrod, 2005).

En esta oportunidad, podría pensarse entonces que el entorno de programación *Scratch* hizo la diferencia. Pese a ello, es importante resaltar que si bien la investigación de Salomón (2001), demuestra que el uso de los medios puede desarrollar algunas

habilidades y efectos cognitivos, este autor insiste en que esto no ocurre de manera natural, sino que depende además del esfuerzo cognitivo que el mismo estudiante coloque en la actividad, la profundidad del procesamiento y sus propias aptitudes (Moreno y Orozco, 2009).

Según lo anterior, posiblemente *Scratch* motivó extrínsecamente a más niños del grupo B a prestar atención y a imprimirle significado al material de aprendizaje nuevo con el que estaban trabajando, facilitándoles llevar cabo la acción mental de insertarlos, articularlos o asimilarlos con los esquemas de conocimiento previos que ya poseían algunos (Resnick, 2013). Con esta base, es factible que los estudiantes del grupo experimental pudieran, en consecuencia, construir mejores significados, acomodando el nuevo contenido de fraccionarios con los esquemas previos que ya tenían, pues, según los resultados obtenidos, posiblemente fueron más capaces de relacionar lo que estaban aprendiendo con lo que ya conocían. Este aspecto pudo haber hecho que inevitablemente ocurriera una modificación o reestructuración de los presaberes.

Asimismo, los nuevos esquemas de conocimiento de los niños del grupo B pudieron haberse convertido en una potente fuente de atribución de significados (Coll, 2008), con lo cual los niños pudieron haber ganado en comprensión y, por ende, en la significancia de los aprendizajes de las fracciones; cosa que tal vez no llegó a suceder en el grupo A; es decir, surgió el aprendizaje significativo generado por una experiencia en donde los estudiantes, no sólo estudian, sino que extrapolan lo que aprenden a través del uso de tecnología para potenciar sus conocimientos.

En este caso, se puede derivar que la tecnología *Scratch* contribuyó positivamente para que los estudiantes, que hicieron parte del grupo B, dieran sentido al nuevo material

de aprendizaje, lo comprendieran, le asignaran significado y, en consecuencia, lo almacenaran por más tiempo en la memoria (McKinney, Dyck, y Luber, 2008). Es decir que es muy factible que *Scratch* hubiere allanado el camino para el aprendizaje significativo.

En ese orden de ideas, surge un aspecto relevante que es necesario considerar, y corresponde a lo que para el aprendizaje, en este caso, pudo ser un efecto de la novedad. Al integrar tecnología en el proceso de aprendizaje del grupo B, se pudo haber generado expectativas por parte de los estudiantes por lo novedoso que resulta *Scratch* para ellos. Quizás esto haya provocado que, al inicio de su integración, la sola novedad haya causado un efecto motivador al generar en los niños del grupo B unos posibles: mayor esfuerzo, atención, y persistencia; por lo que, lógicamente, tenían que ocurrir unos mayores puntajes en los resultados de ese grupo (Clark, 2001) (citado por Salas y Umaña, 2011); es decir, los resultados obtenidos por el grupo B no podrían atribuirse directamente a *Scratch* como tal, sino también a los efectos secundarios en el estado de ánimo de la mayoría de los estudiantes del grupo.

En ese sentido, para un futuro estudio se debería evaluar si el efecto motivacional de la novedad de la incorporación de una tecnología o un medio en la escuela objeto de estudio se mantiene conforme pasan las semanas (Kulik, Bangert, y Williams citados por Clark, 2001).

Así que, después de impartir dos horas de instrucción a los estudiantes que conformaron la muestra, se comprobó estadísticamente que hubo mejoría entre el nivel de aprendizaje, que los estudiantes lograron al recibir conocimientos transmitidos por el profesor, de manera expositiva, respecto de aquellos estudiantes que usaron tecnología

Scratch para aprender fracciones. Lo cual puede indicar que la programación de computadores con *Scratch* no sólo se debería utilizar para estudiar fracciones sino también para cultivar las habilidades específicas y competencias necesarias para la expresión de a través de un nuevo material (Maeda, 2003) citado por Peppler y Kafai (2005).

De esta manera, se pudo demostrar que la media de las calificaciones en el post-test de los estudiantes del grupo experimental (el que utilizó *Scratch*) fue significativamente mejor que el promedio de los estudiantes en el grupo de control (el del método tradicional); más, si se tiene en cuenta que, a primera vista, la diferencia de los promedios no parecía muy representativa.

Así entonces, el proceso de aprender a programar con “Scratch” influyó de manera importante para el desarrollo del aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de 5° de educación básica primaria y que, en consecuencia, dicho resultado debería tener implicaciones educativas para los profesores de 5 grado, en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de la educación en la institución educativa objeto de estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos y la discusión presentada, y a manera de autocrítica, el autor cree que, a pesar de que este es un estudio netamente de corte cuantitativo, la aplicación de otro instrumento de recolección de datos, por ejemplo, una observación participativa, hubiese contribuido a ampliar más la comprensión del fenómeno estudiado.

5. Conclusiones

En este apartado se resumen de manera puntual los principales hallazgos de esta investigación y, además, se presentan ideas nuevas generadas a partir de los hallazgos del estudio.

Así, se pensó a futuro partiendo de lo que se encontró, se determinó qué nuevas preguntas de investigación podían formularse para conocer más sobre el tema estudiado, y qué nuevos aspectos podrían conocerse más, o mejor.

En esta parte se derivaron conclusiones, se hicieron recomendaciones para otras investigaciones y se estableció cómo se respondió la pregunta de investigación y si se cumplieron o no los objetivos planteados (Hernández *et al*, 2006).

La presente investigación, llevada a cabo en el establecimiento educativo objeto de estudio, permitió concluir que el ambiente de programación Scratch generó un efecto positivo para el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de 5° de educación básica primaria, ya que con base en los resultados obtenidos mediante la aplicación del instrumento de prueba de actividad matemática y la aplicación de técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales para el análisis de los resultados, se comprobó que los niños que hicieron parte de la muestra del grupo experimental presentó mejores resultados en el postest que sus pares del grupo de control.

Así, los resultados fueron reveladores, contribuyendo a dar respuesta a la pregunta de investigación planteada al inicio de este proceso, pues frente a las calificaciones obtenidas en el postest de actividad matemática y la correspondiente valoración estadística de los resultados del grupo experimental versus los resultados del grupo de

control, se encontró que el primero aumentó las calificaciones respecto del segundo, superando toda expectativa, pues el grupo experimental puntuó más alto en la posprueba.

En relación a los objetivos de la investigación, mediante la valoración de los resultados con apoyo de la estadística descriptiva y la estadística inferencial, como ya se había ventilado antes, se respondió a cada uno de los objetivos planteados al inicio del estudio.

Para el caso del objetivo general, consistente en determinar la medida en la que el proceso de aprender a programar con Scratch favoreció el aprendizaje significativo de los números racionales en los niños y niñas de grado quinto del grupo experimental, se encontró que, según la distribución porcentual posttest del grupo, el 35% de los niños evaluados superó la prueba; mientras que sólo el 4% de los niños del grupo de control lo logró.

Con base en este hallazgo, se puede concluir que al incorporar Scratch en las clases de matemáticas, se estaría contribuyendo positivamente con la población de estudiantes de 5° de básica primaria de la institución educativa objeto de estudio, pues el aprendizaje significativo de las matemáticas de éstos niños, que se ubican habitualmente en los niveles de desempeño insuficiente y mínimo, de la prueba SABER, y las pruebas internas, se vería altamente favorecido, ya que podrían alcanzar, en pruebas futuras, mejores niveles de desempeño que los actuales.

Para el caso del objetivo establecer si hubo o no diferencia entre el proceso de aprender a programar con “Scratch” del grupo experimental y el método de enseñanza tradicional utilizado con los niños del grupo de control, se encontró que sí existió una

diferencia en cuanto al método utilizado, ya que el grupo experimental superó, con un buen nivel de significancia, las calificaciones obtenidas en el postest.

Con base en este hallazgo, se puede concluir que Scratch es un medio tecnológico que tiene el potencial de transformar los entornos de aprendizaje convencionales, en los que normalmente se desenvuelven los niños de 5° de la institución objeto de estudio, en entornos de aprendizaje altamente motivadores y retadores, para hacer que potencien el aprendizaje significativo de la asignatura de matemáticas.

Para el objetivo que consistía en evaluar si el proceso de aprender a programar con “Scratch” tuvo una influencia importante en el desarrollo del aprendizaje significativo de las matemáticas en los niños y niñas del grupo experimental respecto del grupo de control, se concluye que el uso de Scratch sí influyó de manera relevante en el aprendizaje significativo de los racionales. En este caso, recordará el lector que para los distintos reactivos del postest, el porcentaje de respuestas incorrectas marcadas por los niños de ambos grupos fue más frecuente en el grupo de control.

De esta manera, en el establecimiento educativo objeto de estudio, Scratch puede contribuir a que un mayor número de población de niños mejoren los significados que dan a los conceptos matemáticos que estudian; esto es, Scratch puede contribuir a que los niños del establecimiento educativo adquirieran un conjunto bien estructurado de nuevos conocimientos matemáticos, que más tarde se convertirán conocimientos previos que les servirá de anclaje para otras nuevas ideas o aprendizajes que vayan incorporando a su estructura cognitiva. Se conoce que, en la estructura cognitiva, la forma en que los individuos estructuran el aprendizaje anterior, tendrá una gran influencia sobre la naturaleza y el proceso de asimilación de nuevos conceptos (Gispert, 2005).

En un contexto educativo como en el que se llevó a cabo este estudio, caracterizado por contar con un alto porcentaje de estudiantes desmotivados por aprender, la tecnología Scratch se puede constituir en una herramienta didáctica imprescindible para la labor pedagógica de los profesores que orientan en básica primaria; esto con miras a disminuir el impacto que la práctica pedagógica tradicional tiene en la enseñanza de las matemáticas, en los desempeños académicos internos y en los resultados de las pruebas SABER de matemáticas de 5°.

5.1 Hallazgos importantes

1. Scratch favoreció que los estudiantes del grupo experimental asociaran mejor las nuevas ideas con lo ya conocido, constituyéndola en información relacionada; ello pudo dar lugar a un aprendizaje con un alto nivel de significación.

2. Para el grupo de control, el método de enseñanza tradicional del profesor, sólo contribuyó a que la mayoría de los estudiantes asociaran las nuevas ideas a la información ya conocida, posiblemente de una manera superficialmente relacionada y escasamente estructurada; lo cual pudo dar lugar a un aprendizaje con un bajo nivel de estructuración, por lo cual no tuvieron la capacidad para resolver los problemas del test.

3. La programación de computadores con Scratch implicó a los niños del grupo experimental con mente, cuerpo y alma en la creación de representaciones externas y en la resolución de problemas sencillos con fraccionarios.

4. Los procesos de programación con Scratch proporcionaron oportunidades a los niños para desarrollar su propia manera de pensar en la resolución de problemas que implicaron el uso de fracciones.

5, Scratch ayudó a que los estudiantes mejoran la comprensión de temas relacionados con fracciones mediante la integración de esta asignatura con un curso de algoritmos y programación.

6. La estrategia de utilizar Scratch como apoyo al método de enseñanza docente motivó a la mayoría de los estudiantes del grupo experimental hacia el aprendizaje de las temáticas relacionadas con las fracciones, debido a que éste entorno de programación captó la atención e interés de esos niños, cosa que no sucedió con el método de enseñanza tradicional empleado en el grupo de control.

7. Se pudo conocer, mediante este estudio, que el software de programación Scratch, ofrece características lúdicas que son adecuadas para la apropiación significativa de las matemáticas en los niños de 5°.

8. También se conoció que el uso Scratch exteriorizó lo mejor de sí de la personalidad de cada estudiante. Se observó en el grupo experimental que algunos aspectos conductuales como la puntualidad, la disciplina en el aula, el orden, el respeto y buen trato hacia sus pares, el entusiasmo y buen humor, el gusto por la actividad práctica, fueron expresados de manera natural o sin demasiada exigencia, como no sucedió en la clase tradicional del grupo de control donde se observó mayor índice de indisciplina; lo cual creó un clima de aula para el grupo experimental calmado y apropiado para el aprendizaje de las fracciones.

9. Se evidenció mayor participación en las clase de Scratch, ya los estudiantes preguntaban cómo se debía hacer determinada actividad o determinada edición o animación, etc.; siempre querían saber un poco más.

En definitiva, y de acuerdo con las mediciones realizadas, la enseñanza de la programación de computadores, teniendo como pretexto un tema de matemáticas determinado como el de las fracciones, influye en un alto grado en el aprendizaje significativo, el desarrollo de destrezas, la motivación, la iniciativa, la creatividad y la recursividad de los niños, pues coloca al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje.

5.2 Recomendaciones

De la investigación realizada y con base en los resultados obtenidos, es importante que se tenga en cuenta las siguientes recomendaciones, ya que el presente estudio presenta algunas debilidades, a saber: al desconocer la aplicabilidad pedagógica de Scratch se hizo difícil la utilización de la herramienta como ayuda didáctica; a los profesores implicado en el estudio se les dificultó emplear la herramienta como apoyo al desarrollo del aprendizaje significativo en los niños de la muestra; la existencia generalizada de la creencia de que el uso de la tecnología en el aula disminuye las habilidades cognitivas y comunicativas de los niños convirtiéndolos en sujetos pasivos a por no estimular su pensamiento, aislándolos de su contexto real a espacios ficticios.

- Estar al tanto de los avances de la ciencia y la tecnología y dotarlas de los elementos necesarios, para estar a la altura de las nuevas circunstancias.
- Entrar en un ciclo de capacitación continua sobre las TIC, para responder adecuadamente a las exigencias de la ciencia y la tecnología en los procesos de enseñanza/aprendizaje innovadores.

- Scratch es una forma de motivar a los estudiantes para que estudien y aumenten las calificaciones finales, ya que este método es innovador, motivador, creativo, recursivo.

5.3 Sugerencias para otros estudios

Se plantean otras inquietudes, que se sugiere sean motivo de estudio y apropiación, por parte de la institución objeto de estudio, del gobierno escolar y de los mismos docentes, entre esas se tiene:

- ¿Qué sucedería si, luego de aplicar la clase experimental, los niños fueran examinados al día siguiente, a los dos días, a los cinco días, etc.?
- ¿Qué tanto influye en el nivel académico las TIC?
- ¿Será que una institución que carezca de recursos tecnológicos, puede ser competitiva y tener un nivel de desarrollo académico alto?
- ¿Los docentes tradicionales, serán competitivos y competentes?
- ¿Cuál será el resultado si las TIC, se vuelven interdisciplinarias, en las instituciones educativas?
- ¿Qué porcentaje de injerencia tienen las TIC, en las instituciones que tienen acreditación de alta calidad?
- ¿Son las TIC, la panacea para la preparación de los estudiantes de educación secundaria, que desean ingresar a la educación superior?
- De igual manera, un área clave de interés, y del que recomienda una mayor exploración en estudios futuros, es el relacionado con la manera en que los estudiantes utilizan Scratch para potenciar el pensamiento matemático.

Referencias

- Adell, J. y Castañeda, L. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC: Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?* Barcelona, España: Espiral. Recuperado de http://ciberespinal.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf.
- Ballester, A. (2002). Página Web de Antoni Ballester Vallori. *El aprendizaje significativo en la práctica: cómo hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Recuperado de <http://www.aprendizajesignificativo.es/antoniballester/cast/seminario.htm>.
- Cabero, J. (2006). Página Web del Grupo de Tecnología de la Universidad de Sevilla. *Bases pedagógicas para la integración de las TICs en primaria y secundaria*.
- Cáceres, R., Hinojo, F., y Aznar, I. (2011). Incorporación de las TIC en el período escolar de 0 a 6 años: Diseño de una entrevista para evaluar las percepciones de los maestros. *Revista electrónica de Medios y Educación Píxel-Bit*, (39), 7-16. Recuperado de <http://acdc.sav.us.es/pixelbit/images/stories/p39/01.pdf>.
- Coll, C. (2008). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Journal for the Study of Education and Development*, (41), 131-142. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=48298>.
- Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2), 1-13. Recuperado de <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Díaz-Barriga, F. (2010). Los profesores ante las innovaciones curriculares. *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, 1, (1), 37-57. Recuperado de <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/35>.
- Drijvers, P. (2013). Digital technology in mathematics education: why it works. *Biblioteca digital del sistema Tecnológico de Monterrey*, 8 (1), 1-20. Recuperado de <http://0-web.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/detail?vid=3&sid=901b9d80-1597-41c6-afae-290681e9e4b0%40sessionmgr113&hid=122&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=zbh&AN=91548122>.
- Fernández, J. (2009). *Aprendiendo a escribir juntos: Lengua escrita y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (1ª. ed.)*: Nuevo León, México: Comité Regional Norte de Cooperación con la UNESCO/Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Forés, A. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC: E-mociones. Sin emoción no hay educación*. Barcelona, España: Espiral. Recuperado de http://ciberespinal.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf.


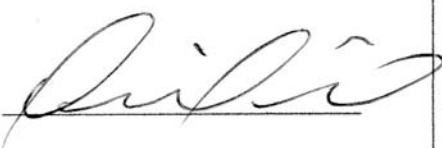
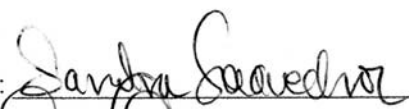
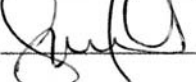
- Gispert, C. (2005). *Psicopedagogía: Pedagogía y Psicología*. Barcelona, España: Oceano/Centrum.
- Gómez, M., Deslauriers, J., Alzate, V. (2011). *Cómo hacer tesis de maestría y doctorado: Investigación, escritura y publicación*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Gómez, P. (2010). *Tecnología y Educación Matemática*. *Revista Informática Educativa*, 10 (1), 93-111. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/319/>.
- González, A. (2003). Los paradigmas de investigación en las ciencias sociales. *Revista Islas de Cuba*, 45 (138), 125-135. Recuperado de http://local.cenit.cult.cu/sites/revista_islas/138.htm
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Juárez, México: Mcgraw-Hill.
- Icfes, (2013). Página web del Instituto Colombiano Fomento Educación Superior. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/resultados/pruebas-saber-resultados>.
- Jarramillo, D. (2013). Página Web de Eduteka. *Incidencia de la implementación del ambiente de programación Scratch, en los estudiantes de media técnica, para el desarrollo de la competencia laboral general de tipo intelectual exigida por el ministerio de educación nacional colombiano*.
- López-Escribano, C. y Sánchez-Montoya, R. (2012). “Scratch” y Necesidades Educativas Especiales: Programación para todos. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (34), 1-14. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54724753001>
- López, J. (2012). *Tendencias emergentes en educación con TIC: Identificación y regulación de emociones con Scratch*. Barcelona, España: Espiral. Recuperado de http://ciberespinal.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf.
- Maloney, J. (2008). Página Web Laboratorio de Medios Instituto Tecnológico de Massachusetts. *Programming by Choice: Urban Youth Learning Programming with Scratch*. Recuperado de <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/sigcse-08.pdf>.
- McKinney, D., Dyck, J., y Lubber, E. (2008). iTunes University and the classroom: Can podcasts replace Professors? *Computers & Education Journal*, 52 (3), 617–623. doi:10.1016/j. Recuperado de www.elsevier.com/locate/compedu.
- Ministerio de Educación Nacional, (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas y Lenguaje*. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Moreno, F., y Orozco, C. (2009). Teoría de la instrucción vs. teoría del aprendizaje significativo: contraste entre J. Bruner y D. Ausubel. *Biblioteca electrónica ebrary Reader*. Recuperado de <http://0-site.ebrary.com.millennium.itesm.mx/lib/consorcioitesmsp/docDetail.action?docID=10327092&p00=ausubel>.

- OEI (2011). La integración de las TIC en la escuela. Indicadores cualitativos y metodología de investigación. *Publicaciones electrónicas OEI*. Recuperado de http://www.oei.es/publicaciones/detalle_publicacion.php?id=130.
- Ormrod, J. (2005). *Aprendizaje Humano (4ª. ed.)*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Palomo, R., Ruiz, J., Sánchez, J. (2005). Las TIC como agentes de innovación educativa. Sevilla, España: Micrapel. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/averroes/mochiladigitalESO/didactica/tic_agentes_innovacion_educativa.pdf.
- Peley, R., Morillo, R., y Castro, E. (2007). Las estrategias instruccionales y el logro de aprendizajes significativos. *Publicación científica cuatrimestral OMNIA*, 13 (2), 56-75. Recuperado de <http://redalyc.org/articulo.oa?id=73713204>.
- Peppler, K., y Kafai, Y. (2005). Página Web Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts. *Creative coding: The role of art and programming in the K-12 educational context*. Recuperado de <http://download.scratch.mit.edu/CreativeCoding.pdf>.
- Resnick, M. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM Journal*, 52 (11), 60-68. Recuperado de <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>
- Resnick, M. (2013). Página web de Edsurge. *Learn to code, code to learn: How programming prepares kids for more than math*. Recuperado de <https://www.edsurge.com/n/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn>.
- Salas-Campos, I. y Umaña-Mata, C. (2011). Análisis del debate sobre el efecto de los medios tecnológicos en los procesos de aprendizaje. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 11, (1), 1-22. Recuperado de http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/analisis-debate-efectos-medios-tecnologicos-salas_01.pdf.
- Sana, F., Weston, T., y Cepeda, N. (2012). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education Journal*, 62, 24-31. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512002254>.
- Sánchez, I., y Ramis, F. (2004). Aprendizaje significativo basado en problemas. *Red de Revistas Científicas de Iberoamérica (Redalyc)*.9, 101-111. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97917171011>
- Sevillano, L., y Rodríguez, R. (2013). Integración de tecnologías de la información y comunicación en educación infantil. *Revista electrónica de Medios y Educación Pixel-Bit*. (42), 75-87. Recuperado de <http://acdc.sav.us.es/pixelbit/images/stories/p42/06.pdf>.
- Silva, E. (2005). Estrategias constructivistas en el aprendizaje significativo: su relación con la creatividad. *Revista venezolana de ciencias sociales*, 9 (1), 178-203. Recuperado de <http://redalyc.org/articulo.oa?id=30990112>.

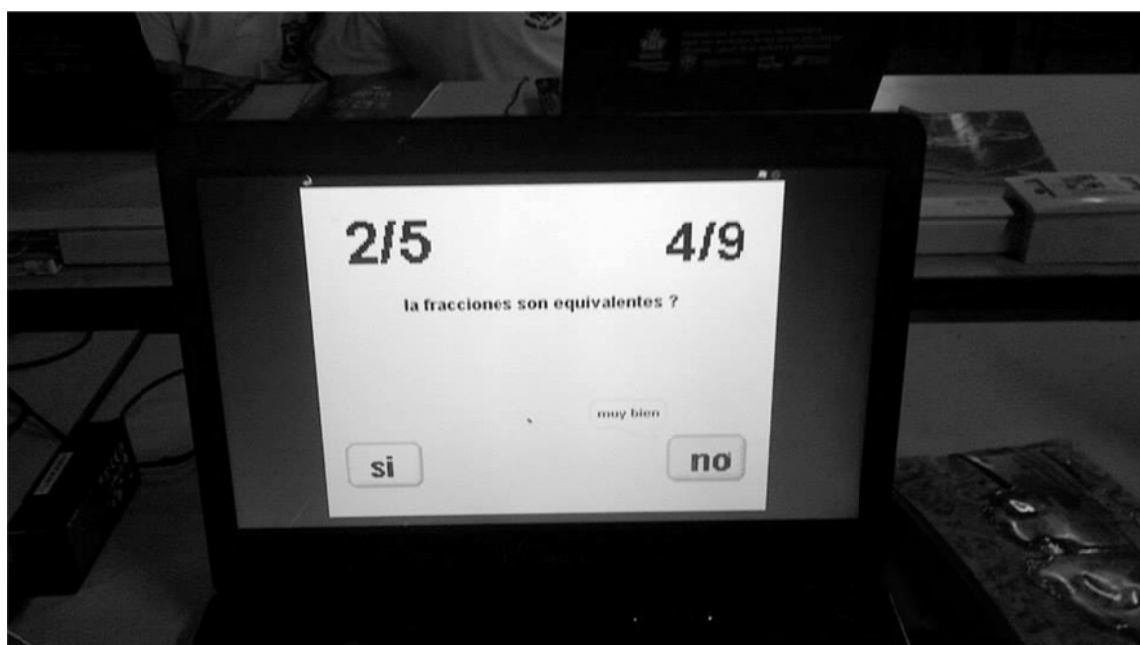
- Toboso, J. (2004). Portal web de difusión producción científica hispana (Dialnet).
Evaluación de habilidades cognitivas en la resolución de problemas matemáticos.
Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Recuperado de
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=7517>
- Valenzuela, J., y Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa.*
Monterrey, México: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.

Apéndices

Apéndice A. Carta de Consentimiento Padres

Formato de consentimiento de los participantes en el proceso de investigación	
INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN LUIS GONZAGA	
Circular No. 001	
San Luis, enero 27 de 2014	
Señores padres de familia, el docente Miller Galindo Suárez, profesor del área de tecnología e informática, está adelantando un estudio con el fin de determinar cuál es el impacto que causa el software de programación "Scratch" en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los niños y niñas de grado quinto de educación básica primaria de esta institución educativa.	
Con tal motivo, solicitamos su autorización para que su hijo(a), conteste el test que se aplicara, en el transcurso de la primera semana de febrero del presente año, y con el cual se hará una estimación de los procesos de enseñanza/aprendizaje.	
Si está de acuerdo, por favor devuelva a la institución la presente circular firmada, con su número de cédula.	
Cordialmente,	
 Rut Bivian Acosta Zarrate Rectora	 Miller Galindo Suárez Docente Tecnología e Informática
Acepto,	
Nombre Padre de Familia:	
Firma:	
C.C. No.	28554905
Teléfono:	3125360990

Apéndice B: Clase de matemáticas incorporando Scratch.



Apéndice C: Test Actividad de Matemáticas.

$$15 = 1,60$$



Buenos días estimados estudiantes:

Estamos trabajando en un estudio que servirá para elaborar una tesis de grado acerca del aprendizaje significativo de las matemáticas en 5° de educación básica primaria.

Quisiéramos pedir tu ayuda para que contestes a unas preguntas que no llevarán mucho tiempo.

Tus respuestas serán confidenciales y anónimas.

Los estudiantes que fueron seleccionados para el estudio no se eligieron por su nombre sino al azar.

Las respuestas de todos los evaluados serán sumadas y reportadas en la tesis de grado, pero nunca se reportarán datos individuales.

Te pedimos que contestes este test con la mayor franqueza posible. En cada pregunta hay una respuesta correcta y tres incorrectas.

Lee las instrucciones cuidadosamente, ya que, como se mencionó antes, existen preguntas en las que sólo pueden responder a una opción.

Muchas gracias por tu colaboración.

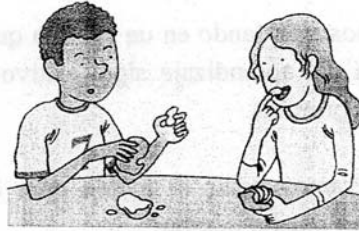
ACTIVIDAD DE MATEMÁTICAS

Las preguntas de selección múltiple con única respuesta constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta identificadas con las letras A, B, C, y D; sólo una de estas opciones responde correctamente la pregunta. El estudiante debe seleccionar la respuesta correcta y marcarla en su Hoja de Respuestas rellenando el óvalo correspondiente a la letra que identifica la opción elegida.

LAS FRACCIONES Y SUS TERMINOS

Solución de problemas

La mandarina de Manuel tenía diez gajos y él se ha comido tres; la mandarina de Mariana tenía once gajos y ella se ha comido cuatro.



1. Escoge el gráfico que representa la cantidad de mandarina que se ha comido cada niño:

<p>X</p> <p>Manuel:</p> <p>Mariana:</p>	<p>B.</p> <p>Manuel:</p> <p>Mariana:</p>
<p>C.</p> <p>Manuel:</p> <p>Mariana:</p>	<p>D.</p> <p>Manuel:</p> <p>Mariana:</p>

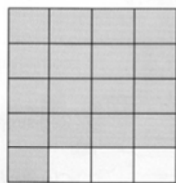
Apéndice D: Instrucción a grupos control y experimental

Las fracciones y sus términos. Representación

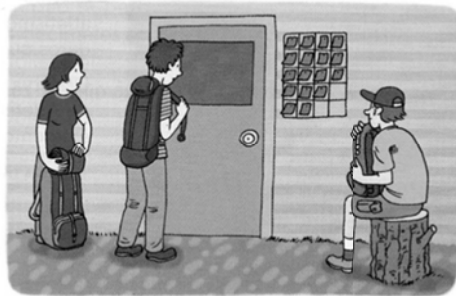
- Explora**
- Los términos de una **fracción** son el **numerador** y el **denominador**.
 - Para representar una fracción se elige una unidad, se divide en tantas partes iguales como indica el denominador y se marcan las partes que señala el numerador.

Un grupo de excursionistas llegó a un refugio ubicado en la base de una de las montañas que explorarán durante el fin de semana. ¿Qué parte del refugio ocuparon?

- Como el refugio tiene ocupadas 17 de las 20 habitaciones, se representa así:



$\frac{17}{20}$ ← Numerador: habitaciones ocupadas
 $\frac{17}{20}$ ← Denominador: número de habitaciones

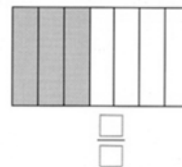
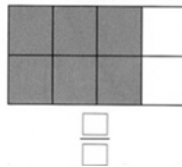
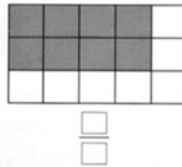


R/ El número $\frac{17}{20}$ (diecisiete veinteavos) es una fracción que representa la parte ocupada del refugio.

Practica con una guía

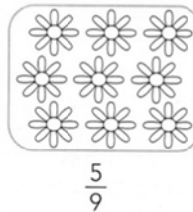
- 1** Escribe la fracción que representa la parte coloreada en cada caso.

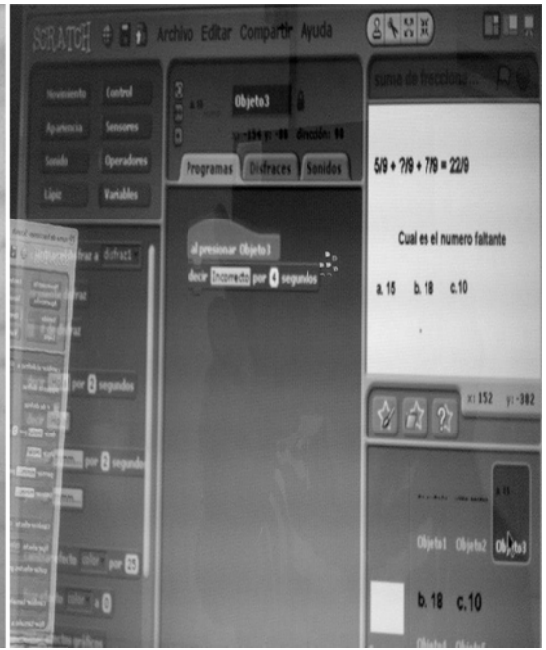
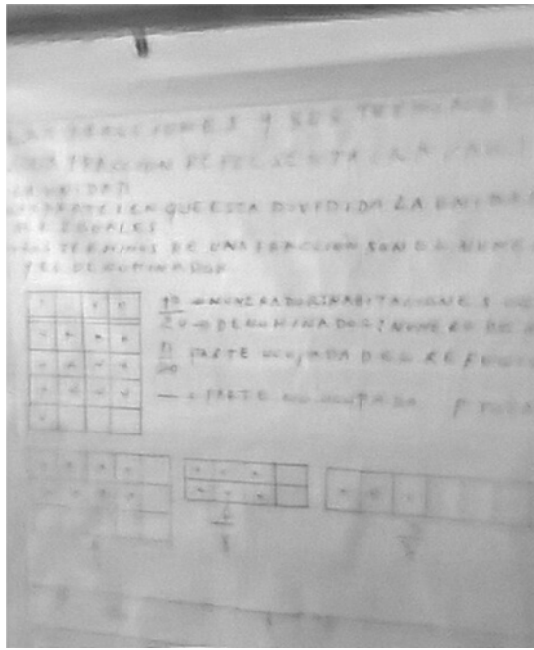
Recuerda que el denominador indica las partes en que se divide la unidad y el numerador las partes que se toman o a las que se hace referencia.



- 2** En cada conjunto, colorea los elementos necesarios para representar la fracción indicada.

En la fracción de un conjunto, el denominador indica el número de elementos y el numerador los elementos a los que se hace referencia.

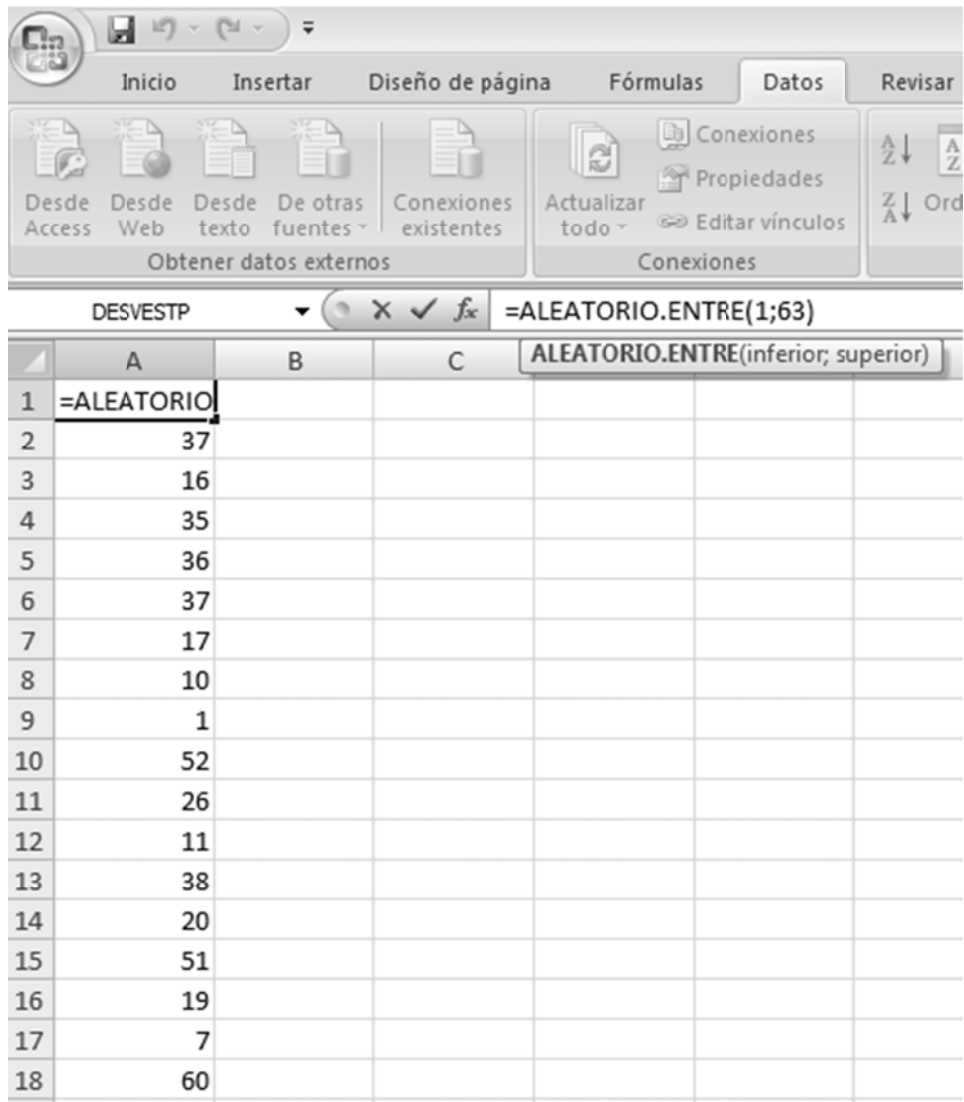




Apéndice E: Aplicación test grupos control y experimental.



Apéndice F: Selección muestra simple aleatoria en Excel.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Datos' (Data) ribbon is active, displaying options for 'Obtener datos externos' (Get external data) and 'Conexiones' (Connections). The formula bar shows the formula `=ALEATORIO.ENTRE(1;63)`. The spreadsheet below shows a list of random numbers generated by the `ALEATORIO.ENTRE` function in column A, with the formula bar showing `ALEATORIO.ENTRE(inferior; superior)`.

	A	B	C
1	=ALEATORIO		
2	37		
3	16		
4	35		
5	36		
6	37		
7	17		
8	10		
9	1		
10	52		
11	26		
12	11		
13	38		
14	20		
15	51		
16	19		
17	7		
18	60		

Apéndice G: Carta consentimiento expertos.

San Luis, Enero de 2014

Profesora: Nancy Carvajal
Jefe Área de Matemáticas
Institución Educativa XXXXXXXXX
San Luis - Tolima

Asunto: Validación de Instrumento de investigación.

Reciba un cordial saludo:

Es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez manifestarle que en la Escuela de Graduados del Tecnológico de Monterrey, me encuentro desarrollando la investigación: **“Efectos del proceso de aprender a programar con “Scratch” en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria.”**, para lo cual ha sido necesario la elaboración y construcción del instrumento de investigación, que pretende estudiar de manera científica y responder a las interrogantes de esta investigación.

Siendo indispensable su validación a través de juicio de experto en el que se ha considerado su participación como experto, por ser Usted una profesional de trayectoria y de reconocimiento con relación a la matemática escolar; para lo cual adjunto:

- Carta dirigida al experto en investigación.
- Matriz de evaluación del instrumento de Investigación.
- Instrumento de investigación.

Agradeciendo por anticipado su participación a la presente, es propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente.

MILLER GALINDO SUAREZ

Matrícula A01310613

Apéndice H: Registro calificaciones promedio pos-test.

<i>Estud.</i>	<i>Grupo experimental</i>	<i>Test de actividad con fracciones</i>	<i>Estud.</i>	<i>Grupo de control</i>	<i>Test de actividad con fracciones</i>
No.	Código	Calificación obtenida	No.	Código	Calificación obtenida
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		
16			16		
17			17		
18			18		
19			19		
20			20		
21			21		
22			22		
23			23		
24			24		
25			25		
26			26		

Apéndice I: Carta autorización realizar investigación.



San Luis, enero 27 de 2014

Me complace informarle que, como representante legal de la institución educativa San Luis Gonzaga, le brindo la presente autorización al estudiante de maestría, Miller Galindo Suárez, para que desarrolle el proceso de recolección de datos con nuestros estudiantes y docentes del grado 5°; con el fin de realizar un estudio sobre los efectos del software de programación "Scratch" en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los niños y niñas de grado quinto de educación básica primaria.

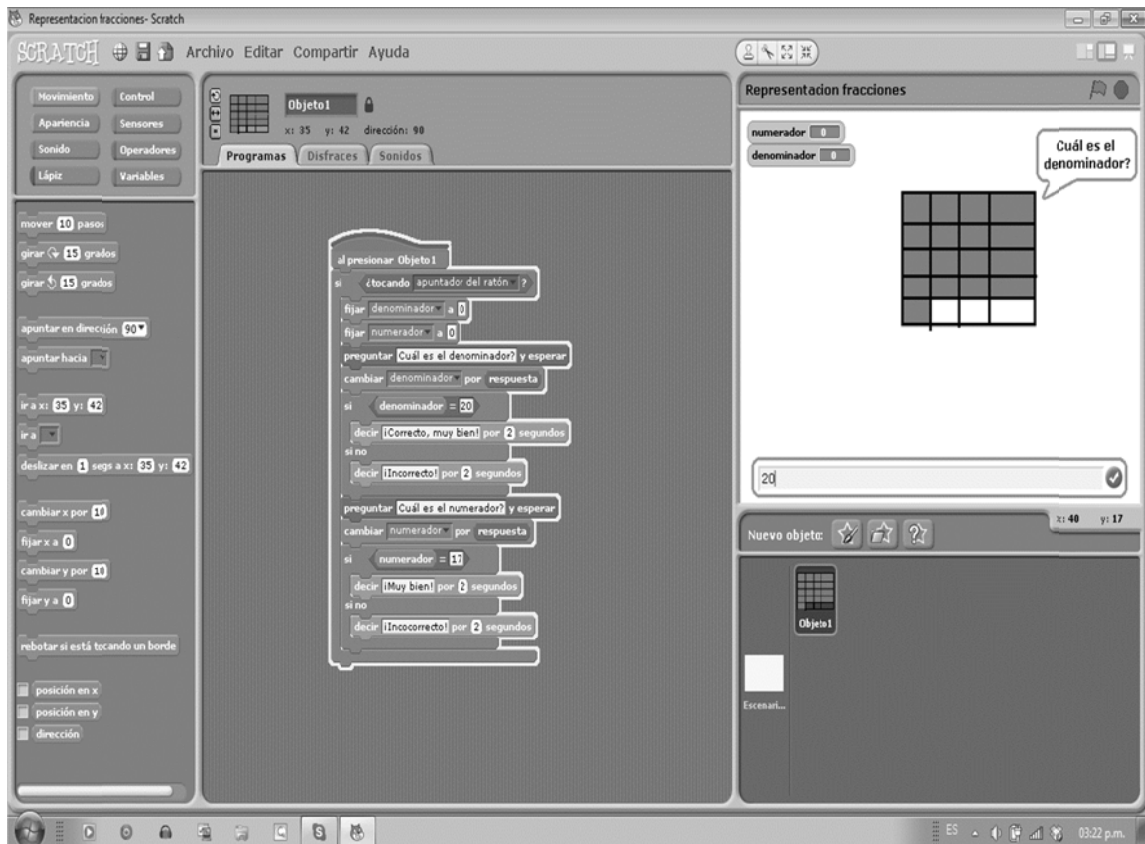
Los profesores y estudiantes de grado 5° de esta institución quedan autorizados para apoyar la realización de dicha actividad de investigación con el fin de que se lleve a cabo con éxito, siempre y cuando se mantenga la integridad de los docentes y los estudiantes de nuestra institución educativa.

Agradezco su colaboración.

Cordialmente,

Ruth Bivian Acosta Zarrate
Rectora I.E San Luis Gonzaga (San Luis – Tolima)
Tel: 2252021
contactos@institucionesanluisg.com

Apéndice J: Programa escrito en *Scratch* por niños grupo experimental.



Glosario

Aprendizaje significativo: O aprendizaje por recepción significativa, según Ausubel (1968), la persona que aprende recibe información verbal, la vincula a los acontecimientos previamente adquiridos y, de esta forma, da a la nueva información, así como a la información antigua, un significado especial.

Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas (EBCM): Para el MEN (2006, p. 77) “identifican niveles de avance en procesos graduales e integrados para el aprendizaje y desarrollo de la actividad matemática”.

Ministerio de Educación Nacional (MEN): Entidad de orden gubernativo cuya naturaleza es de gestión, control y promoción de la educación colombiana en los niveles de preescolar, primaria, secundaria y superior.

Números racionales: Los números racionales son todos aquellos números que se pueden escribir en fracción o representar como el cociente de dos números. Por ejemplo: 1,5 es un número racional porque es igual a $\frac{3}{2}$ ya que se puede escribir en forma de fracción.

Programación de computadores: Es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de programas computacionales. Para la organización Eduteka (2012), “los programas informáticos le indican al computador lo que debe hacer, de manera precisa y paso a paso. Programar computadores no requiere habilidades especiales, más allá de un pensamiento claro y metódico”.

Prueba saber: Según el ICFES (2013) es un examen realizado por el estado Colombiano para evaluar las competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias naturales

y competencias ciudadanas de los estudiantes de 3º, 5º y 9º de educación básica. El principal objetivo de las pruebas SABER 3º, 5º y 9º es determinar qué tanto los estudiantes de educación básica se acercan al logro de los resultados esperados, según los estándares básicos de competencias definidos por el Ministerio de Educación Nacional.

Prueba t de student: Según Valenzuela y Flores (2012), es un test estadístico muy utilizado cuando se tiene una variable independiente, manipulada, con dos niveles (control y experimental); y una variable dependiente, continua, que se mide a través de la aplicación de un post-test (el examen). Una prueba de este tipo dice a los investigadores si existe o no una diferencia significativa entre las medias de los dos grupos, con un cierto nivel de confianza.

Scratch: Según la organización Eduteka (2009) “Scratch es un nuevo lenguaje de programación de computadores especialmente diseñado para niños, que facilita crear (ahora en línea) historias interactivas, juegos y animaciones y compartir sus creaciones con otros en la Web”.

Currículum Vitae

Miller Galindo Suárez

Correo electrónico personal: miller.gs@hotmail.com

Registro CVU 594537

Originario de Neiva, Colombia, Miller Galindo Suárez realizó estudios profesionales en Ingeniería de Sistemas en la universidad Antonio Nariño de Colombia. La investigación titulada Efectos del Proceso de Aprender a Programar con Scratch en el Aprendizaje Significativo de las Matemáticas en los niños de 5° de Educación Básica Primaria es la que presenta en este documento para aspirar al grado de Maestría en Tecnología Educativa con acentuación en Medios Innovadores para la Educación.

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor del campo de la enseñanza en educación básica, media y superior, específicamente en el área de tecnología e informática desde hace más nueve años.

Actualmente, Miller Galindo Suárez funge como tutor del programa para la transformación de la calidad educativa en Colombia “Todos a Aprender” del ministerio de educación nacional, desempeñando funciones de orientador de los docentes de educación primaria adscritos al ministerio, en los componentes pedagógico, formación situada, condiciones básicas y gestión educativa del programa. Dentro de las expectativas de superación profesional Miller Galindo Suárez confía en poder realizar su formación doctoral en tecnología educativa.