

**EL MODELO STEM COMO PRÁCTICA INNOVADORA EN EL PROCESO DE
APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN LAS ESCUELAS UNITARIAS
DE LA IED INSTITUTO TÉCNICO AGRÍCOLA DE PACHO,
CUNDINAMARCA.**

Presentado por:

PEDRO JESÚS CASTIBLANCO PORRAS

ROBERTO LOZANO MEDINA

Director:

FLOVER ARTUNDUAGA LIZCANO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE POSTGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN
COLOMBIA**

2016

Agradecimientos

El proceso de investigación ha sido una tarea amplia y enriquecedora en la que varias personas, entidades y comunidades aportaron desde distintos escenarios de manera directa e indirecta, los autores expresamos nuestra gratitud:

Al Doctor Roberto Antonio Ríos León, porque desde el proceso de selección y entrevista y luego en cada una de sus intervenciones formales e informales como director de la maestría, generó motivación y nos enseñó con su ejemplo la importancia de la rigurosidad y calidad que se requiere en los procesos de investigación.

Al doctor Flover Artunduaga, que nos tendió la mano en un momento crítico del proceso y nos condujo con su profesionalismo y talento humano al desarrollo y cierre del trabajo de investigación.

Al doctor Luis Carlos Arraut Camargo, quién nos demostró que la creatividad y la innovación son un buen camino para llegar al éxito.

Al doctor Jefferson Enrique Arias Gómez, que nos dio a conocer STEM como una oportunidad para llevar a nuestras comunidades educativas.

A la ingeniera Martha Jannethe Romero Nova, que se comprometió y entregó todo su profesionalismo, experiencia y afecto en favor de esta investigación.

A la doctora María De Los Ángeles Briceño, quién nos permitió comenzar esta experiencia y nos dio las primeras orientaciones.

A cada uno de los miembros del equipo del Parque Científico de Innovación Social de la Corporación Universitaria Uniminuto y de manera particular al equipo STEM, quienes nos permitieron participar de diferentes momentos, nos ayudaron con procesos

de formación, conocieron y visitaron nuestro contexto y nos brindaron herramientas para generar ideas a esta investigación.

A los niños y niñas de las sedes unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, que nos demostraron el valor de esta experiencia en el aula de clase y que con su feliz participación y su curiosidad inocente justificaron todos los esfuerzos que implicó el desarrollo de esta experiencia.

A las maestras y maestros de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, que de tantas formas apoyaron el proceso, por su actitud proactiva, amable y desinteresada pero sobre todo por abrir las posibilidades para que esta investigación tuviera sentido al interior de su espacio académico.

A nuestras familias, por los tiempos que dejamos de dedicarles y su amorosa paciencia, apoyo y comprensión.

CONTENIDO

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 4 |
| 1.1 | Formulación del problema | 4 |
| 1.2 | Justificación..... | 7 |
| 1.3 | Objetivos | 9 |
| 1.3.1 | Objetivo general | 9 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos..... | 9 |
| 2. | MARCO DE REFERENCIA | 10 |
| 2.1 | Marco Teórico..... | 10 |
| 2.1.1 | Teoría del conocimiento. Constructivismo. | 11 |
| 2.1.1.1 | El constructivismo en la enseñanza de las matemáticas | 13 |
| 2.2 | Marco Conceptual | 16 |
| 2.2.1 | Modelo STEM..... | 16 |
| 2.2.2 | Prácticas pedagógicas..... | 19 |
| 2.2.2.1 | Prácticas pedagógicas innovadoras..... | 20 |
| 2.2.3 | Robótica e innovación..... | 21 |
| 2.2.3.1 | La robótica en el proceso de enseñanza - aprendizaje. | 21 |
| 2.2.3.2 | La robótica y las matemáticas..... | 23 |
| 2.2.3.3 | Innovación..... | 24 |
| 2.2.3.4 | Innovación educativa | 25 |
| 2.2.4 | Aprendizaje. | 26 |
| 2.2.4.1 | Mejoras en el aprendizaje | 27 |
| 2.2.4.2 | Enseñanza y Aprendizaje..... | 27 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2.4.3 | Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas | 29 |
| 2.2.4.4 | Derechos Básicos del Aprendizaje. M.E.N..... | 31 |
| 2.2.5 | Pruebas estandarizadas | 35 |
| 2.2.5.1 | Prueba EGMA..... | 35 |
| 2.2.5.2 | Pruebas saber | 36 |
| 2.3 | Marco Contextual..... | 36 |
| 2.3.1 | I.E.D. Instituto Técnico Agrícola de Pacho..... | 37 |
| 2.3.2 | Escuelas rurales unitarias I.E.D I.T.A Pacho | 40 |
| 2.3.2.1 | Escuela rural unitaria El bosque. | 40 |
| 2.3.2.2 | Escuela rural unitaria Las huertas. | 42 |
| 2.3.2.3 | Escuela rural unitaria El cabrero..... | 42 |
| 2.3.2.4 | Escuela rural unitaria Guayabal de Patasía..... | 43 |
| 2.3.2.5 | Escuela rural unitaria Aguas Claras | 44 |
| 2.3.2.6 | Escuela rural unitaria La Ramada..... | 45 |
| 2.4 | Antecedentes | 45 |
| 2.4.1 | STEM en Colombia..... | 45 |
| 2.4.2 | STEM en escuela rural: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica..... | 47 |
| 2.4.3 | ATA EPE..... | 49 |
| 2.4.4 | Pequeños Científicos. Universidad de los Andes..... | 49 |
| 3. | METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 50 |
| 3.1 | Tipo de investigación | 50 |
| 3.2 | Variables..... | 51 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.2.1 | Variable dependiente..... | 52 |
| 3.2.2 | Variable independiente..... | 52 |
| 3.3 | Población y muestra | 52 |
| 3.4 | Procedimiento..... | 53 |
| 3.5 | Instrumentos para recolección de la información | 55 |
| 3.5.1 | Pre - test..... | 55 |
| 3.5.2 | Post – test | 56 |
| 3.5.3 | Rúbrica. Evaluación trabajo de campo..... | 56 |
| 3.6 | Técnicas de análisis de datos..... | 56 |
| 4. | IMPLEMENTACIÓN | 60 |
| 4.1 | Pre test..... | 60 |
| 4.2 | Rubrica inicial y Final | 61 |
| 4.3 | Intervención con Guías de trabajo aplicación modelo S.T.E.M en I.E.D. I.T.A Pacho | 62 |
| 4.4 | Post test | 65 |
| 5. | PRUEBAS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS | 66 |
| 5.1 | Resultados Pre -test | 66 |
| 5.1.1 | Resultados Pre - test quinto..... | 70 |
| 5.1.2 | Resultados Pre - test tercero..... | 72 |
| 5.2 | Resultados Pos – test | 75 |
| 5.2.1 | Resultados post test grado 5 | 78 |
| 5.2.2 | Resultados post test grado 3 | 80 |
| 5.3 | Comparativo Post test - Pre test | 82 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.4 | Resultados Rúbricas inicial y final. Evaluación de trabajo de campo..... | 92 |
| 5.4.1 | Resultados Rúbrica grado quinto | 92 |
| 5.4.2 | Resultados Rúbrica grado tercero..... | 98 |
| 6. | CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS | 107 |
| 6.1 | Conclusiones | 107 |
| 6.2 | Trabajos futuros..... | 108 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 110 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|-----------------------|----|
| Tabla 1..... | 5 |
| Tabla 2..... | 5 |
| Tabla 3..... | 6 |
| Tabla 4..... | 8 |
| Tabla 5..... | 18 |
| Tabla 6..... | 32 |
| Tabla 7..... | 54 |
| Tabla 8..... | 62 |
| Tabla 9..... | 66 |
| Tabla 10..... | 70 |
| Tabla 11..... | 72 |
| Tabla 12..... | 73 |
| Tabla 13..... | 74 |
| Tabla 14..... | 76 |
| Tabla 15..... | 79 |
| Tabla 16..... | 81 |
| Tabla 17..... | 83 |
| Tabla 18..... | 84 |
| Tabla 19..... | 89 |
| <i>Tabla 20</i> | 89 |
| <i>Tabla 21</i> | 91 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Desempeño grado quinto | 68 |
| <i>Figura 2.</i> Desempeño grado tercero..... | 69 |
| <i>Figura 3.</i> Pre test 5° | 71 |
| <i>Figura 4.</i> Pre test 3° | 74 |
| <i>Figura 5.</i> Desempeño post test 5° | 77 |
| <i>Figura 6.</i> Desempeño post test 3° | 78 |
| <i>Figura 7.</i> Resultado post test 5° | 80 |
| <i>Figura 8.</i> Resultados post test 3°..... | 82 |
| <i>Figura 9.</i> comparativo pre - post test 5°..... | 85 |
| <i>Figura 10.</i> Comparativo pre - pos test 3°..... | 85 |
| <i>Figura 11.</i> acertividad pre test – post test 5°..... | 86 |
| <i>Figura 12.</i> acertividad pre test – post test 3°..... | 87 |
| <i>Figura 13.</i> Proporción inicial estudiantes por nivel y grado..... | 87 |
| <i>Figura 14.</i> Proporción final estudiantes por nivel y grado | 88 |
| <i>Figura 15.</i> Criterio trabajo grupo 5°..... | 93 |
| <i>Figura 16.</i> Criterio contribuciones 5° | 93 |
| <i>Figura 17.</i> Criterio actitud 5° | 94 |
| <i>Figura 18.</i> Criterio orden y organización 5° | 94 |
| <i>Figura 19.</i> Criterio estrategia y procedimiento 5°..... | 95 |
| <i>Figura 20.</i> Criterio resolución de problemas 5° | 95 |
| <i>Figura 21.</i> Criterio razonamiento matemático 5°..... | 96 |

| | |
|--|-----|
| <i>Figura 22.</i> Criterio conceptos matemáticos 5° | 96 |
| <i>Figura 23.</i> Criterio saber hacer 5° | 97 |
| <i>Figura 24.</i> Criterio gusto por la clase 5° | 97 |
| <i>Figura 25.</i> Criterio trabajo en grupo 3° | 98 |
| <i>Figura 26.</i> Criterio contribuciones 3° | 99 |
| <i>Figura 27.</i> Criterio actitud 3° | 99 |
| <i>Figura 28.</i> criterio orden y organización 3° | 100 |
| <i>Figura 29.</i> Criterio estrategia y procedimiento..... | 101 |
| <i>Figura 30.</i> Criterio resolución de problemas 3° | 101 |
| <i>Figura 31.</i> criterio razonamiento matemático 3° | 102 |
| <i>Figura 32.</i> Criterio conceptos matemáticos 3° | 103 |
| <i>Figura 33.</i> Criterio saber hacer 3° | 103 |
| <i>Figura 34.</i> Criterio gusto por la clase | 104 |
| <i>Figura 35.</i> Comparativo rubrica inicial vs. Final 5° | 105 |
| <i>Figura 36.</i> comparativo rubrica inicial vs. Final 3° | 105 |
| <i>Figura 37.</i> Promedio observación participante inicial – final 3 y 5° | 106 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| ANEXO 1 PRE TEST GRADO QUINTO | 115 |
| ANEXO 2 PRE TEST GRADO TERCERO | 116 |
| ANEXO 3 RUBRICAS GRADOS QUINTO Y TERCERO..... | 117 |
| ANEXO 4 POS TEST GRADO QUINTO | 118 |
| ANEXO 5 POST TEST GRADO TERCERO | 119 |
| ANEXO 6 GUÍAS DE TRABAJO ESTUDIANTES | 120 |
| ANEXO 7 EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS APLICACIÓN GUÍAS S.T.E.M. CON ESTUDIANTES GRADOS 3 Y 5 DE PRIMARIA. SEDES UNITARIAS I.E.D. | 121 |

INTRODUCCIÓN

El uso de nuevas herramientas y recursos para el aprendizaje que “potencien la interacción de la escuela en la sociedad” juegan un papel importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, corresponde además a un lineamiento del actual “Plan Decenal de Educación 2013 – 2022” en particular el correspondiente al eje cinco: “Comunidades educadoras constructoras de cultura ambiental, científica y tecnológica”.

En el presente estudio se aplica un modelo (STEM) que permite utilizar herramientas de la robótica para el mejoramiento de los desempeños, derechos básicos del aprendizaje (DBA) y el desarrollo de competencias matemáticas de los grados tercero y quinto de básica primaria en las sedes unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho. Lo anterior debido a la disminución significativa del nivel que presentan estos estudiantes en los registros académicos internos de la institución como también al incremento de estudiantes en los niveles mínimo e insuficiente en las pruebas de estado “Saber 3 y 5” particularmente durante el año 2014, año en el que se inició esta investigación y cuyos resultados se dieron a conocer por parte del MEN durante el año 2015.

Las principales dificultades de los estudiantes estuvieron en las competencias para operar con los conceptos y procedimientos relacionados con el espacio (formas y figuras en el plano) y con las magnitudes (longitud, área, volumen, capacidad, masa), así como en las habilidades necesarias para interpretar datos y realizar inferencias estadísticas sencillas. (Ministerio de Educación Nacional, 2006, párr.11).

El presente trabajo de investigación se presenta en seis capítulos. El primer capítulo describe el proyecto; en el que se formula y justifica el problema partiendo de la necesidad de mejorar el aprendizaje de las matemáticas dados los resultados poco satisfactorios de la

población objeto de estudio. De igual manera en este capítulo se definen los objetivos que orientan y dinamizan la investigación.

Un segundo capítulo desarrolla el componente de referencia que apoya la investigación, en él se plantea la teoría del conocimiento desde la mirada constructivista haciendo énfasis en la enseñanza de las matemáticas cuya motivación hace parte importante en este estudio. A partir de lo anterior se define conceptualmente STEM, que es el modelo a partir del cual se desarrolla el trabajo experimental. En este aparte se presentan las prácticas pedagógicas y las prácticas pedagógicas innovadoras como ejes esenciales para el aprendizaje. Continuando con el capítulo se desarrolla la temática relacionada con robótica e innovación y su vínculo con el aprendizaje de las matemáticas. Este literal cierra desarrollando ideas alrededor del aprendizaje y sus mejoras, la enseñanza en matemáticas y los denominados DBA (Derechos Básicos del Aprendizaje).

Al final del segundo capítulo se presenta detalladamente la población objeto de la investigación y los antecedentes que en Colombia se han desarrollado en relación a la robótica aplicada a la educación, particularmente se refiere un trabajo desarrollado por la Universidad de los Andes denominado “Pequeños Científicos”; la Escuela Pedagógica Experimental a través de su proyecto ATA EPE y la única experiencia STEM desarrollada en Colombia cuyo operador fue el Parque Científico de Innovación Social de la Corporación Universitaria Uniminuto en alianza con la Secretaria de Ciencia y Tecnología cuya implementación se ejecutó en ocho instituciones educativas oficiales de Cundinamarca.

El tercer capítulo desarrolla la propuesta metodológica en la que se define la investigación cuantitativa con enfoque cuasiexperimental y en la que se determinan las variables, población, procedimientos, técnicas e instrumentos aplicados.

El cuarto capítulo se dedica a la presentación de la implementación de la investigación en cada una de sus fases. El quinto capítulo presenta los resultados de las pruebas y su análisis correspondiente.

Se finaliza la presentación de esta investigación con el planteamiento de las conclusiones y una mirada a los posibles trabajos futuros derivados de este estudio. Por supuesto el último espacio se dedica a la referenciación bibliográfica.

En resumen, haciendo uso de la teoría del conocimiento: el constructivismo aplicado a la enseñanza aprendizaje de las matemáticas se presenta una propuesta metodológica que parte de un diagnóstico dado por un pre test, se ejecutan talleres in situ con prácticas atractivas, dinámicas y moderadas por el uso de la metodología STEM en un ambiente de programación básico de robots haciendo uso de elementos Lego y un EV3 Mindstorms.

Con el desarrollo de esta investigación se obtuvo un mejoramiento en cuanto al nivel de desempeño en el área de matemáticas donde el estudiante interactúa de forma lúdica despertando la creatividad, la imaginación para la construcción de nuevos aprendizajes, los investigadores se centraron en el acompañamiento, la tutoría y participaron activamente, llevando a cabo un cambio positivo en las prácticas de aula y fortaleciendo el proceso de enseñanza aprendizaje. No obstante, también se observó que se produjeron otros desarrollos planteados en términos de convivencia, trabajo colaborativo, permanencia y motivación que aunque no eran el centro de la investigación dejaron interesantes reflexiones.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo pretende dejar claro cuál es el problema que se tuvo en cuenta como punto de partida de la investigación, se soporta con tres tablas que resumen los resultados comparativos de la institución en las pruebas externas durante dos años consecutivos. Se presentan también las razones que justifican una investigación de esta naturaleza en un contexto educativo como el de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho y se finaliza con el planteamiento de un objetivo general y cuatro objetivos específicos que dinamizaron el proceso a lo largo de la investigación.

1.1 Formulación del problema

Los resultados anuales en las pruebas internas y externas en la I.E.D Instituto Técnico Agrícola de Pacho, indican que los propósitos planteados en el Proyecto Educativo no se han cumplido a satisfacción y estadísticamente reflejan niveles de desempeño por debajo de lo deseable para las metas de la institución (Resultados Saber 3, 5, 9 y 11: 2012, 2013, 2014 y pruebas tipo Saber internas 2013, 2014 y 2015). En estas pruebas la IED se encuentra clasificada en un desempeño promedio frente al País y al Departamento pero respecto a sí misma presentó en el año 2014 un significativo descenso que aumentó el número de estudiantes en los niveles mínimo e insuficiente y disminuyó la cifra en los niveles avanzado y satisfactorio según las pruebas externas aplicadas pruebas SABER 2014.

Lo anterior se corrobora con el reciente análisis hecho para todas las IED del País en el marco del denominado “Día E” o “Día de la Excelencia” en el que se observó con detalle el “Índice Sintético de Calidad (ISC)” de cada una de las instituciones detallando las áreas de matemáticas y lenguaje.

En dicho reporte, el componente de progreso establece una comparación de la IED consigo misma señalando el porcentaje de estudiantes que durante los años 2013 y 2014 obtuvieron Insuficiente en las pruebas SABER 3, 5 y 9. Para el caso de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho todos los indicadores reflejan una tendencia estable en los últimos años con un alto porcentaje de estudiantes en el rango Bajo y Básico y una disminución en los rangos Alto y Superior. Dicho reporte se resume en las tablas 1, 2 y 3:

Tabla 1

Índice Sintético de Calidad 2014 IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho

| Promedio en la IED en básica Primaria 2014 | Promedio de la entidad territorial en básica Primaria 2014 | Promedio Nacional en básica Primaria 2014 |
|---|---|--|
| 4,33 | 5,45 | 5.07 |

Los Autores. Datos oficiales tomados del MEN.

La tabla 1, indica que la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho para el año 2014 se ubicó por debajo de los promedios nacionales y territoriales en el referente índice sintético de calidad (ISC).

Tabla 2

*Porcentajes comparativos en matemáticas para grado tercero años 2013 y 2014, IED**Instituto Técnico Agrícola*

| Nivel | 2013 | 2014 |
|---------------|------|------|
| Avanzado | 46% | 26% |
| Satisfactorio | 29% | 39% |
| Mínimo | 19% | 25% |
| Insuficiente | 6% | 11% |

Los Autores. Datos oficiales tomados del MEN.

En la tabla 2, se observa para grado tercero que aunque en el 2014 respecto al 2013, la IED posicionó el 10 por ciento más de estudiantes en el nivel Satisfactorio, disminuyeron drásticamente los de nivel avanzado y en consecuencia aumentó el número de estudiantes en los rangos mínimos e insuficientes en las pruebas de matemáticas.

Tabla 3

Porcentajes comparativos en matemáticas para grado quinto años 2013 y 2014, IED

Instituto Técnico Agrícola

| Nivel | 2013 | 2014 |
|---------------|------|------|
| Avanzado | 25% | 12% |
| Satisfactorio | 28% | 14% |
| Mínimo | 32% | 29% |
| Insuficiente | 16% | 45% |

Los Autores. Datos oficiales tomados del MEN.

La tabla 3, compara los resultados en matemáticas durante los años 2013 y 2014 y se observa que se redujo casi a la mitad el número de estudiantes en los niveles avanzado y aumentó de una manera importante el número de estudiantes en el nivel insuficiente en grado quinto.

Por otra parte, en el análisis realizado en los comités de evaluación y promoción, consejos académicos y evaluación institucional se evidencia una alta deserción y porcentaje de repitencia en grado sexto. De manera particular los resultados más bajos en matemáticas y lenguaje se presentan en los estudiantes provenientes de las sedes unitarias de primaria de la IED. Los resultados académicos, las características de ruralidad, distancia, contexto, número de estudiantes, docente de apoyo y otros elementos sociodemográficos determinan las Sedes Unitarias o multigrados como prioritarias para atender la problemática.

Dado que el modelo STEM ha sido desarrollado exitosamente en varios escenarios académicos y ha aportado a la solución de problemáticas conceptuales en el ambiente de la matemática se constituye el siguiente planteamiento para esta investigación:

¿Se puede mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los grados tercero y quinto de las escuelas unitarias de la I.E.D Técnico Agrícola de Pacho, aplicando el modelo S.T.E.M como práctica pedagógica innovadora?

1.2 Justificación.

Esta investigación se origina debido a la necesidad de encontrar estrategias innovadoras de enseñanza – aprendizaje en las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, que motiven a docentes y estudiantes en las prácticas de aula y favorezcan el aprendizaje significativo, que es uno de los propósitos enmarcados en el Proyecto Educativo Institucional de la IED (2010) y en el actual planteamiento de su resignificación y actualización 2016 - 2022.

Una particularidad de las sedes unitarias, llamadas así porque sólo cuentan con un docente para todos los grados, es que exigen al docente una alta dosis de creatividad para abordar las diferentes temáticas teniendo que integrar grados y áreas. STEM es un modelo que permite precisamente integrar diferentes áreas del conocimiento y ha sido asimilada con éxito en diferentes escenarios educativos del mundo, gracias a su flexibilidad y a la posibilidad de utilizarla valiéndose de las herramientas que hay en cada contexto.

En ese orden de ideas y a partir de la motivación generada por una experiencia enriquecedora que condujo a la IED Técnico Agrícola de Pacho a participar en eventos internacionales de robótica en Santiago de Chile y en Los Ángeles EEUU y aprovechando que el Parque Científico de Innovación social de la Universidad Uniminuto está operando el modelo STEM con herramientas robóticas en ocho Instituciones de Cundinamarca y ahora está

integrando a la IED Técnico Agrícola, se presenta esta propuesta adaptándola a las necesidades de las sedes Unitarias.

Esta investigación se constituye entonces, como una nueva herramienta que abre puertas para la Institución Educativa y genera expectativas de mejoramiento como propuesta para otras instituciones similares de Cundinamarca y del País.

La IED Instituto Técnico Agrícola cuenta con seis escuelas unitarias que fueron asumidas para el presente estudio, por lo que se constituyó una población total de treinta y cinco estudiantes, siendo la población escolar total de los grados terceros y quintos de las mismas. En general son escuelas veredales, rodeadas por pocas viviendas, transporte muy escaso consideradas sedes de difícil acceso. En la tabla 4 se presenta la población estudio.

Tabla 4

Población estudio de investigación

| Nombre de la sede educativa unitaria o multigrado con un solo docente y varios grupos simultáneamente | Población grado tercero | Población grado quinto |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| Las Huertas | 0 | 1 |
| Guayabal de Patasía | 1 | 1 |
| El Bosque | 0 | 2 |
| El Cabrero | 2 | 3 |
| Aguas Claras | 5 | 4 |
| La Ramada | 9 | 7 |
| Total Población | 17 estudiantes | 18 estudiantes |

Los Autores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar como el modelo STEM, a manera de práctica pedagógica innovadora mejora el aprendizaje de la matemática en las escuelas unitarias de la I.E.D instituto técnico agrícola de pacho

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico inicial para identificar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de los grados tercero y quinto de las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho.
- Desarrollar el modelo STEM como alternativa de solución para el mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de los grados tercero y quinto de las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho.
- Elaborar y aplicar guías de aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica para los estudiantes de los grados tercero y quinto de las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho.
- Analizar los resultados de la implementación comparando los resultados de un pre test y un pos test (Prueba EGMA) aplicado a la población objeto de la investigación.

2. MARCO DE REFERENCIA

En este marco se presenta un recorrido por los diversos conceptos ligados a las prácticas de enseñanza y aprendizaje, metodología STEM, innovación y robótica; para generar un panorama de los aspectos importantes a tener en cuenta en el aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la I.E.D Técnico Agrícola de Pacho, aplicando el modelo S.T.E.M como práctica pedagógica innovadora.

Por otra parte, se relaciona el constructivismo como la teoría que fundamenta la investigación, se enfoca en la intervención en los procesos de enseñanza, el quehacer pedagógico, aprendizaje de matemáticas y la innovación educativa.

Adicionalmente, se presenta a la Institución Educativa Departamental – Instituto Técnico Agrícola de Pacho – Cundinamarca, como la institución posibilitadora para la implementación de la presente investigación. Así mismo, se relaciona el contexto de las escuelas unitarias quienes se ven beneficiadas de la metodología STEM.

2.1 Marco Teórico

Dentro del proceso de aprendizaje de las matemáticas y partiendo de la implementación del modelo S.T.E.M como práctica innovadora, es importante introducirse en el Constructivismo siendo la teoría que pedagógicamente es más referenciada y que sirve de orientadora en el presente estudio.

Por otra parte, es importante conocer algunas de las teorías existentes alrededor del aprendizaje de las matemáticas. En los siguientes apartes se presentan los sustentos teóricos que los autores relacionaron para la presente investigación.

2.1.1 Teoría del conocimiento. Constructivismo.

Hacer uso de las tecnologías (en este caso robótica) a través de procesos integradores (en este caso STEM) en el aula de clase tiene sin duda un soporte conceptual en el constructivismo dado que como lo afirma Waldegg refiriéndose a las teorías constructivistas: “... el conocimiento es la puesta en relación de un sujeto cognoscente con un objeto de conocimiento, por la intermediación de una estructura operatoria”. (Waldegg, 1998, p.1).

Waldegg agrega que: “Las teorías constructivistas son, ante todo, teorías epistemológicas; es decir, son teorías que nos proveen de una explicación de cómo se produce el conocimiento, y de cuáles son las condiciones para que esta producción tenga lugar”. (Waldegg, 1998, p.2).

Piaget y Vygotsky han sido tradicionalmente uno de los referentes más fuertes cuando se trata de adentrarse en procesos sociales y de manera particular en aquellos que tienen que ver con la educación. Waldegg indica que:

Las corrientes constructivistas de la actualidad, que han tenido resonancia en la educación, tienen sus orígenes en dos grandes vertientes desarrolladas en la primera mitad de este siglo, la primera, atribuida a Piaget y, la segunda, a Vygotsky; la primera pone un énfasis mayor en el individuo, la segunda, lo pone en la sociedad, interesa aquí reconocer el núcleo común que nos hace identificarlas como teorías constructivistas; este núcleo común está compuesto por sus supuestos teóricos: tanto las teorías originales como las derivadas de ellas comparten una serie de hipótesis sobre las que está construido todo el cuerpo teórico. (Waldegg, 1998, p.3).

Acerca de la teoría del conocimiento de Piaget, Castaño (2006) afirma:

Para la construcción de su teoría Piaget se ubica en una posición intermedia, entre el *racionalismo* y el *emprirismo*, donde el acto de conocer lo plantea en un escenario en que se mueven tres personajes que interactúan entre sí. El sujeto (S) y objeto (O) presente en el esquema tradicional, ahora se agrega la presencia de una *estructura* inherente a todas las relaciones de conocimiento (E). (p.38)

Castaño (2006) agrega que:

la idea básica de la teoría piagetiana es que la fuente de todo conocimiento es la acción. El conocimiento es dependiente de la acción y la acción es productora de conocimiento y, toda acción que se repite engendra un esquema. Hay una relación dialectica entre el sujeto y el objeto, ninguno se privilegia sobre el otro, sino que en la interacción ambos se modifican. (p.42)

Por su parte, Hedra (2015) afirma “El constructivismo es una teoría del conocimiento (epistemología) según la cual las personas no tenemos acceso directo a la realidad con independencia de nuestros esquemas o construcciones. La realidad no se nos revela directamente sino que debe ser construida”. (párr. 10). Propone que es la persona (observador) quien construye activamente el conocimiento del mundo exterior y que, por ello, la realidad puede ser interpretada de distintas formas. No hay base para sostener la existencia de una verdad idéntica para todos, inmutable y eterna.

El constructivismo en pedagogía propone que el docente sea un aportante de herramientas necesarias al estudiante, las cuales le permitan elaborar sus propios pensamientos y procesos en pro de resolver diversos problemas de tipo social o escolar y a partir de estos se genere una construcción de conocimiento.

Por otro lado, Chrobak (como se citó en Mazarío Triana y Mazarío Triana) considera al constructivismo como:

Una cosmovisión del conocimiento humano y como un proceso de construcción y reconstrucción cognoscitiva llevada a cabo por los individuos que tratan de entender los procesos, objetos y fenómenos del mundo que los rodea, sobre la base de lo que ellos conocen.

Adicional a lo anterior, Jonassen (1991) expresa que el constructivismo: “propone que el ambiente de aprendizaje debe sostener múltiples perspectivas o interpretaciones de la realidad, construcción de conocimiento, actividades basadas en experiencias ricas en contexto”. (párr.6)

Como se mencionó anteriormente la teoría del pensamiento constructivista fue originada por Jean Piaget, quién describió el desarrollo del niño a través del pensamiento, la construcción y la adquisición del conocimiento. De igual manera y como soporte al presente trabajo es interesante mencionar que Piaget realizó también estudios sobre las operaciones lógicas matemáticas, siendo punto de partida a investigaciones acerca del pensamiento infantil.

Delval (1996) manifestó que: “Para Piaget, el conocimiento está unido a la acción, a las operaciones, es decir, a las transformaciones que el sujeto realiza sobre el mundo que le rodea” (p.106-107). En este sentido, el conocimiento surge de la experiencia que cada persona tenga al interactuar con objetos y transforme las percepciones a su manera.

2.1.1.1 El constructivismo en la enseñanza de las matemáticas

Partiendo de las preguntas: “¿Cuáles son las consecuencias de adoptar una epistemología constructivista en la elaboración de teorías psicológicas del aprendizaje y de teorías pedagógicas referidas a la enseñanza? y ¿Cómo modifican las hipótesis constructivistas las actividades en

el aula de matemáticas? Waldegg (1998), plantea lo siguiente en relación con el papel del estudiante:

Las teorías constructivistas reivindican de manera central el papel activo del estudiante en la construcción de su conocimiento. Esto no significa, que había que dejar solo al estudiante —de preferencia enfrascado en una especie de activismo físico, rodeado de materiales didácticos— para que la “construcción” se diera de manera automática enmarcada en un desarrollo cognitivo predeterminado. Muy por el contrario, los acercamientos constructivistas actuales suponen responsabilidad del estudiante que implica una intensa actividad intelectual (más que física), resultante del enfrentamiento a situaciones novedosas, y muy probablemente perturbadoras, a partir de la experiencia previa (vivida o cognitiva) del estudiante. (p.8).

Además, Waldegg (1998) complementa:

El estudiante de matemáticas, equipado con una serie de explicaciones y operaciones provenientes de sus experiencias cognitivas previas y de los distintos contextos en los que estas han sido desarrolladas, tratará de enfrentar, de manera global, las situaciones novedosas, incorporándolas a su propia visión. Las maneras en las que el estudiante logra extender o ajustar sus explicaciones para manejar una situación nueva son múltiples: mediante la discusión de sus conjeturas con sus compañeros de clase, mediante la contrastación de sus resultados con resultados anticipados, mediante la modificación de las condiciones originales de la situación para llevarla a circunstancias conocidas, con la utilización de mediadores como la computadora, la calculadora u otros materiales. (p.8).

Enfocando la enseñanza de las matemáticas desde la teoría constructivista, Castro (2004) sostiene que:

el docente debe promover un conjunto de actividades que permitan desarrollar en los estudiantes: a. el redescubrimiento de conocimientos matemáticos para el cual se centrará en un trabajo responsable de acciones prácticas; b. la evolución de estructuras mentales de significantes y significados matemáticos que se producen como resultado de haber consolidado en su intelecto, la validez o falsedad de los mismos; y c. la necesidad de reflexionar críticamente sobre las ideas y resultados matemáticos, en las discusiones que se realicen en el aula de clases. (p.367).

Además, el estudiante que aprende matemáticas desde un modelo de enseñanza constructivista debe ser capaz de crear conceptos a través de la interacción que tiene con todos los objetos a su alrededor y con otros sujetos ya sean otros estudiantes o docentes. Por lo que en matemáticas, un salón de clases constructivista se debe enfocar en la resolución de problemas y centrarse en el aprendizaje de los estudiantes. Además se deben caracterizar por participar activamente, investigar, buscar, discutir, preguntar y dialogar con el maestro y compañeros de clase.

En conclusión la ejecución de las tareas matemáticas del docente como del estudiante se puede guiar por características de acción constructivista de la matemática que Gonzalez (1994) presenta:

- 1) Parte de las ideas y preconceptos matemáticos que el alumno trae sobre el tema a desarrollar en la clase;
- 2) Prevé el concepto matemático que se espera del acercamiento al nuevo concepto que se propone construir y su repercusión en su estructura mental;
- 3) confronta los acercamientos hechos por los alumnos del tema de enseñanza con el nuevo concepto matemático;
- y 4) aplica el nuevo concepto matemático a situaciones concretas con el fin de aplicar su transferencia. (parte 2).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Modelo STEM

Para mencionar a S.T.E.M. como modelo, es significativo presentar los conceptos de modelo y modelo pedagógico. La Real Academia Española define Modelo como un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo. Y puesto que STEM se reconoce como modelo pedagógico, al respecto se puede mencionar que son considerados como herramientas orientadoras, organizadoras, clasificadoras y representadoras de los procesos que suceden en los salones de clase, para facilitar el análisis y la reflexión. Por otra parte, ayudan a dilucidar las prácticas que se llevan a cabo y las pedagogías a utilizar en las aulas. Según Klimenko (2010): “el modelo pedagógico es el puente conector que permite unir la teoría orientadora con la práctica ejecutora”. (p.107).

S.T.E.M. es un acrónimo en inglés de science, technology, engineering y mathematics que sirve para designar las disciplinas académicas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este término es utilizado para abordar determinados tratamientos sobre temas relacionados con las ciencias, la educación, la fuerza de trabajo, la seguridad nacional o la inmigración. Las definiciones del alcance del STEM, y lo que se excluye, varía de una organización a otra. En su definición más amplia, STEM incluye los campos de la química, informática, tecnología de la información, ingeniería, ciencias de la tierra, ciencias de la vida, ciencias matemáticas, física, astronomía, psicología o ciencias sociales.

Desde al menos una década atrás, el tema de educación STEM ha cobrado importancia creciente en varios países como resultado de la declaración de Beijing al final de 2014 realizada por el Inter Academic Panel, reforzado por el plan nacional sobre la educación STEM lanzado en EEUU al principio de 2015, donde el tema se encuentra presente y ha venido ganando

espacio; esto debido a que la integralidad del conocimiento adquirido por los estudiantes y la motivación que desarrollan por el estudio de las áreas STEM, coincide con la importancia de carreras en Ciencias, Ingeniería, Matemáticas y Tecnología para el desarrollo de los territorios.

STEM debe incitar a los estudiantes a explorar, asimilar, aplicar conceptos y metodologías relacionados con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas; como también debe propender por desarrollar en los estudiantes habilidades de aprendizaje continuo que colaboren en la solución de problemas personales o de su contexto. Por lo que se afirma “STEM busca que a través de la robótica se utilicen herramientas tecnológicas que facilitan el aprendizaje, adquiriendo nuevos conocimientos de forma más ágil y sencilla” (Bastidas, s.f, párr. 1).

La presente investigación se centra en la implementación del modelo STEM que en Colombia aún es novedoso y sólo se ha ejecutado en ocho instituciones educativas oficiales del departamento de Cundinamarca, algunas experiencias aisladas en otras instituciones particulares y privadas pero una creciente motivación e interés como se pudo observar en el primer Foro de educación STEM denominado “Educación STEM para el futuro”, llevado a cabo en el Parque Explora de la ciudad de Medellín (7 y 8 de marzo de 2016) al que asistieron más de 140 personas de distintas regiones del país. En el marco de este primer foro quedaron también varias opiniones y mensajes de expertos y expertas internacionales, algunas de esas opiniones relacionadas con la educación STEM se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 5

Apreciaciones acerca de la educación STEM

| Opinión | Experto |
|--|---|
| <p>“Colombia está afrontando los mismos retos que Estados Unidos: 1. Ampliar la participación y la capacidad institucional porque desean aprovechar la diversidad de la población. 2. Contar con ambientes de aprendizaje con investigación más allá de las aulas 3. Desarrollar una fuerza profesional STEM en estudiantes y docentes que se acompañen en estrategias basadas en la indagación y evidencias para mejorar la educación”</p> | <p>Nirmala Kannankutty, subdirectora de la División de Educación Superior de la National Science Foundation.</p> |
| <p>“La OEA apoya la educación STEM a través del diálogo político y proyectos específicos en ciencia y tecnología”. “Pensamos que no hay un país tan pequeño que no pueda enseñar y uno tan grande que no pueda aprender. Invito a participar en iniciativas como educaSTEM”.</p> | <p>Nelly Gochicoa, coordinadora de Cooperación e Innovación del Departamento de Desarrollo Humano, Educación y Empleo de la OEA</p> |
| <p>Algunas experiencias del British Council en Educación STEM en el mundo</p> | |
| <p>En alianza con el Ministerio de Educación de Francia, el British Council adelanta el proyecto Science in Schools (Ciencias en los colegios), el cual se enfoca en traer científicos en el Reino Unido a las escuelas de secundaria francesas para que hablen de sus temas de investigación, su impacto en la sociedad y como es su experiencia como investigador.</p> | |
| <p>El British Council en Tailandia trabaja con el Instituto para la Promoción de la Enseñanza en Ciencias y Tecnología (IPST) y la Oficina de la Comisión de Educación Vocacional (OVEC) para desarrollar un programa de Educación STEM para el currículo nacional en Tailandia.</p> | |
| <p>El British Council en Países Bajos trabaja en el programa Next Generation Science (Próxima Generación Ciencias – Países Bajos), en el cual estudiantes y docentes (30/5) de colegios del Reino Unido y Holanda atienden conjuntamente una serie de eventos que sacan la enseñanza de las ciencias del aula de clase, incluyendo un día en una universidad local con talleres, demostraciones, sesiones interactivas, y el intercambio de buenas prácticas entre docentes.</p> | |
| <p>En México, la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y el British Council firmaron en 2015 un Memorándum de Entendimiento sobre la enseñanza STEM en escuelas mexicanas, en el marco del evento ‘Innovation is Great’.</p> | |

(Texto tomado de <http://www.ukmexico.mx/artes-educacion-negocios/educacion/firman-acuerdo-ensenanza>)

Los autores

Para la presente investigación, la aplicación de STEM tiene una apuesta especial y particular de la cual no se ha hallado antecedentes, se trata de implementar la estrategia en el sector público, en una población rural de la básica primaria, específicamente en las sedes denominadas unitarias o multigrado y contextualizada al componente rural que es la base de la modalidad técnica agrícola de la IED en donde se aplica la investigación.

2.2.2 Prácticas pedagógicas

Para Díaz (2006) la práctica pedagógica es: “La actividad diaria que desarrollamos en las aulas, laboratorios u otros espacios, orientada por un currículo y que tiene como propósito la formación de nuestros alumnos”.

Adicionalmente, Moreno (2002) citando a Huberman indica que la práctica pedagógica es un:

Proceso consciente, deliberado, participativo e implementado por un sistema educativo o una organización con el objeto de mejorar desempeños y resultados, estimular el desarrollo de la renovación en campos académicos, profesionales o laborales y formar el espíritu de compromiso de cada persona con la sociedad y particularmente para la comunidad en la cual se desenvuelve.

La importancia de la práctica pedagógica radica en que “representa una acción en la que intervienen diversidad de elementos como: las estrategias de enseñanza, la comunicación, la planificación didáctica, el currículo, alumnos, docentes, y saberes, que se vinculan para hacer de la educación un proceso continuo” (Contreras C. & Contreras, 2012, p.197). También, “porque a través de ésta los educadores contribuyen con el desarrollo integral de la personalidad de los educandos; para ello, es necesario, que los maestros tengan en consideración el contexto

en el que los aprendices se desenvuelven, sus necesidades, intereses y características individuales y grupales” (Contreras *et al.*, 2012).

En terminos generales se considera que los docentes deben garantizar con su práctica que los estudiantes matemáticamente hablando tengan la capacidad de interpretar, evaluar, argumentar y comunicarse, así como resolver cualquier problema cotidiano. Respecto a las prácticas pedagógicas en matemáticas, Gómez (2002) afirma que: “el docente para garantizar la óptima comprensión de las matemáticas en el futuro profesional debe incluir prácticas que permitan procesos heurísticos de construcción de conocimientos -como la modelación- con el fin de formar estudiantes críticos”.

Por su parte, en cuanto a las prácticas pedagógicas en matemáticas, Pabón (2009) afirma que:

El uso de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas permite que el estudiante se entrene en la observación, el análisis y la aplicación de los saberes aprendidos, el uso de programas específicos, la realización de sus propias creaciones y el desarrollo del pensamiento crítico frente al uso de estos recursos (p.53).

De tal manera que para que la enseñanza de las matemáticas no se vuelva repetitiva y monótona es importante y vital que las prácticas pedagógicas sean dinámicas, variadas, interesantes, vivenciales y el proceso de pensamiento matemático se convierta en un fundamento veraz y constante en el estudiante.

2.2.2.1 Prácticas pedagógicas innovadoras

Las prácticas pedagógicas innovadoras son aquellas en las que el docente para transmitir los saberes y conocimientos, es capaz de incluir la tecnología u otros recursos educativos, dispuestos para tal fin en la institución y se conviertan en instrumento de ayuda para los

estudiantes. También en las innovaciones educativas, se puede decir que es imprescindible el estilo de enseñanza del docente, su discurso y la manera como transmite la información día a día, de acuerdo a las necesidades del grupo. Así la innovación depende de las necesidades o problemas detectados en la enseñanza (Viñao, 2002) en un contexto particular y específico.

Por otra parte, en cuanto a la innovación en prácticas pedagógicas Imbernón (1996) afirma:

La innovación educativa es la actitud y el proceso de indagación de nuevas ideas, propuestas y aportaciones, efectuadas de manera colectiva, para la solución de situaciones problemáticas de la práctica, lo que comportará un cambio en los contextos y en la práctica institucional de la educación (p.64).

Con relación a lo anteriormente relacionado, en Colombia surgen innumerables situaciones de carácter pedagógico en cada una de las instituciones educativas, que obligan a generar prácticas innovadoras de enseñanza. Es así como a continuación y a grandes rasgos se presentan los enfoques de algunos trabajos o investigaciones realizadas:

- Prácticas innovadoras de enseñanza con mediación TIC que generan ambientes creativos de aprendizajes.
- Prácticas pedagógicas innovadoras en mejoras de la convivencia
- Prácticas en lecto-escritura y en problemas de aprendizaje en las materias de obligatorio cumplimiento.

2.2.3 Robótica e innovación

2.2.3.1 La robótica en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

La robótica despierta en el estudiante la necesidad de trabajar en equipo y crear estrategias de colaboración y experimentación tecnológica de manera creativa, diseñando,

construyendo y programando artefactos robóticos que contribuye al desarrollo de actitudes y aptitudes de convivencia ciudadana y despertando el pensamiento lógico matemático, concordando este pensamiento con lo planteado por Pitti (2011).

Este proceso es trascendental pues las actividades asociadas generan un ambiente de enseñanza aprendizaje adecuadamente diseñado para los estudiantes, les ayuda a adquirir conocimientos de física, matemática, tecnología, programación, etc. Además, la resolución de problemas en equipos de trabajo colaborativo es un instrumento ideal para entrenar las competencias y habilidades que son esenciales para hacer frente a estos procesos de desarrollo técnico y en el día a día.

En la actualidad las competencias con robots y artefactos en los que se implementan principios robóticos, son muy populares y concurridos, tanto por aficionados como por personas profesionales que desean mostrar sus capacidades en esta disciplina, la cual enfrenta al individuo ante un desafío y en ocasiones lo prepara para desarrollar competencias de trabajo en equipo animándolo a evaluar una gran variedad de opiniones y técnicas.

Para Gallego (2010), la importancia de la robótica educativa radica en que:

- Aglutina ciencias y tecnologías: matemáticas, física, informática.
- Fomenta la imaginación, despierta inquietudes y ayuda a comprender mejor el mundo que nos rodea.
- Permite el trabajo en equipo facilitando la comunicación, responsabilidad, toma de decisiones.

Otro aspecto que se debe destacar al implementar herramientas como la robótica en el aula, es que los estudiantes aprenden que es aceptable cometer errores, especialmente si esto les lleva a encontrar mejores soluciones. Se aprende más de un error que de un acierto. Si todo

funciona bien y rápido no aporta demasiado pero si se insiste en la búsqueda de una solución el proceso es meritorio.

Moreno, Muñoz, Serracín, Quintero, Quiel & Pittí Patiño (2012) precisan:

El aprendizaje se hace más rico y el entendimiento más profundo, al poder trasladar el conocimiento de un objeto y verlo en otro contexto. Los dos primeros enfoques implican que los contenidos se centren en la construcción y programación de robots, mientras que el tercer enfoque es el más importante pero menos conocido y desarrollado, donde los robots son utilizados en el aula como herramienta que favorece el acercamiento de un modo diferente a los contenidos del currículo, y que por sus propias características facilitan el aprendizaje por indagación.

2.2.3.2 La robótica y las matemáticas

En la actualidad y en la sociedad existen un sin número de tecnologías y dispositivos que para los niños representan de gran atractivo que no entienden en su diseño e interior pero que manipulan con gran facilidad y que pueden ser usados como enseñanza de la robótica en las aulas, para lo cual Barrera (2013) afirma:

La robótica Educativa (RE) logra integrar de forma satisfactoria a actividades cotidianas con la aplicación de la matemática, estableciendo puentes con la física, la programación, el razonamiento mecánico, espacial y abstracto, estimulando la expresión estética, promoviendo las habilidades creativas, desarrollando el trabajo colaborativo y la construcción argumentada de saberes, logrando que los estudiantes descubran y transformen los conceptos, a través de novedosas experiencias de aprendizaje. (p.1).

Además Barrera (2013) manifiesta:

La propuesta educativa que introduce Robots Educativos como estrategia didáctica para el aprendizaje de las matemáticas, pretende gestar espacios en que los estudiantes estudien conceptos de matemáticas, aplicando los nuevos saberes de forma inmediata en problemas relacionados con ciencia y tecnología, haciendo uso del deseo natural que muestran los discentes por interactuar con Robots. (p.1).

2.2.3.3 Innovación

El Manual de Oslo (2005) presenta la innovación como la introducción de un producto o de un proceso nuevo o significativamente mejorado. La innovación entonces, se considera como todo aquello que es nuevo para una organización, empresa o institución y cuya implementación redunde en resultados exitosos para esta. La innovación puede ser un “producto nuevo” o uno que ya haya sido implementado por otra organización pero que produzca un cambio positivo en el nuevo entorno, esta puede ser radical o incremental, de producto, de proceso, de organización o de modelo de negocios como lo ratifican Arraut, Luis Carlos y Amar Paola (maestría en gestión de la innovación cohorte II, 2014)

Autores como Vesga (2010) proponen la innovación como el desarrollo de nuevos productos, servicios y modelos de negocio que generen valor para las organizaciones y está relacionada con el crecimiento económico, el tamaño y la dinámica de los mercados, la estrategia de las empresas, la identificación de necesidades latentes en los consumidores, la generación y adaptación de conocimiento y tecnología, la capacidad de los individuos para crear y actuar en grupos interdisciplinarios y la gestión de procesos para mantener un flujo de nuevos productos y servicios. El espacio que estos conceptos abarcan es amplio y cuando se introducen los tres niveles de análisis (macro, empresa e individuos), las combinaciones posibles se multiplican.

El Manual de Oslo, *et al.* Propone cuatro tipos de innovación:

1. **Una innovación organizativa** es la introducción de un nuevo método de organización aplicada a los métodos de negocio a la organización del trabajo o a las relaciones externas de la empresa.

2. **Una innovación comercial** es la introducción de un nuevo método de comercialización que impacte en el diseño o presentación del producto, en su posicionamiento, en su promoción o en su precio

3. **Una innovación de producto**, es la introducción de un bien o servicio nuevo significativamente mejorado en sus características o en sus usos posibles. Este tipo de innovación incluye mejoras significativas en las especificaciones técnicas, los componentes o materiales, el software incorporado, la ergonomía u otras características funcionales.

4. **Una innovación de proceso**, es la introducción de un método de producción o de distribución nueva o significativamente mejorada. Incluye mejoras significativas en técnicas, equipos o software.

En cuanto a las Actividades innovadoras son todas las tareas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo la inversión en un nuevo conocimiento que conducen real o potencialmente a la puesta en marcha de innovaciones. Las actividades innovadoras incluyen también aquella I+D (investigación más desarrollo), que no se puede imputar directamente al desarrollo de una innovación específica.

2.2.3.4 Innovación educativa

Como dice Macias (2010) el término de innovación es ampliamente utilizado en el ámbito educativo pero no siempre que se habla de él se está haciendo referencia a lo mismo. Algunos autores lo utilizan en el sentido más simple, mientras que otros emplean términos como

innovaciones educacionales, innovaciones en educación, innovaciones educativas o innovaciones con efecto educativo, siendo el más utilizado el de innovación educativa (Blanco y Messina, 2000). El hecho de que un término sea el más utilizado, no lo hace el más claro, en ese sentido Blanco y Messina (*et. al.*, 2000) reconocen que el primer problema al que se enfrentaron al elaborar el estado del arte sobre la innovación educativa en América Latina fue el que tiene que ver con el concepto mismo de innovación y con la falta de un marco teórico suficientemente desarrollado y compartido que permita identificar qué es o no innovador. (Macías, *et. al.*, 2010)

De acuerdo con la etimología, innovación se interpreta como la introducción de algo nuevo y diferente; sin embargo, este significado, deja abierta la posibilidad de que ese "algo nuevo" sea o no, motivo de una mejora. En educación es frecuente utilizar la palabra innovación, para referir una mejora con relación a métodos, materiales o formas de trabajo implementado. El sentido está dado si el método o la aplicación se traducen en calidad y progreso.

2.2.4 Aprendizaje.

De acuerdo con Sandelands y Drazin (1989)

“aprender” es un verbo de logro, lo cual implica que se refiere tanto al proceso como al resultado. Según el diccionario de la real academia de la lengua española, el verbo aprender (del latín *apprehendere*: asir, agarrar) significa adquirir conocimiento de alguna cosa por medio del estudio o de la experiencia. Esta definición plantea, según Kim (1993) dos aspectos: la adquisición de un conocimiento sobre cómo hacer algo (*know – how*) y la habilidad de articular un entendimiento conceptual a través de una experiencia (*know – why*). Este autor recalca que ambas son importantes: lo que la gente aprende y cómo entienden y aplican ese aprendizaje” (p.38).

2.2.4.1 Mejoras en el aprendizaje

En la actualidad existen diversas maneras de mejorar el aprendizaje, algunas de ellas pueden ser:

- Aprender descubriendo sin realizar explicaciones previas al respecto.
- Dejar que la creatividad fluya en cada uno de los estudiantes.
- Permitir tiempos de descanso óptimos.
- Realizar los procesos de enseñanza acompañados de ritmos corporales y canticos relacionados.
- Realizar ejercicios de gesticulación para que los estudiantes se esfuercen mentalmente y se dirijan a la resolución de problemas o conflictos de aprendizaje.
- Desarrollar una sola actividad a la vez.

Los docentes en las mejoras del aprendizaje deben centrarse no sólo en enseñarles a los estudiantes un tema sino brindar las herramientas para que se desarrollen por sí mismos. Además es relevante el estar atentos del sentir de los estudiantes, de no encontrarse satisfechos con ellos o con el docente, el nivel académico no mejora.

2.2.4.2 Enseñanza y Aprendizaje

Para comprender los conceptos de Enseñanza y Aprendizaje es importante conocer los aportes de algunos autores, como es el caso de Izquierdo (2004) considera que el aprendizaje: “significa por consiguiente la aparición de una nueva conducta a partir de actividades y experiencias previas” (p.50).

La enseñanza “es el proceso mediante el cual se comunican o transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia (Navarro, 2004). Por otra parte, el aprendizaje “es la acción de instruirse y el tiempo que dicha acción demora” (Navarro, *et al.*, 2004).

Mazarío y Mazarío plantean nexos entre la enseñanza y el aprendizaje:

- La enseñanza y el aprendizaje son procesos didácticos fundamentales para la consecución de los objetivos en la escuela contemporánea.
- Enseñar se caracteriza como la parte del proceso que se refiere a la actividad del docente no sólo como fuente de información, sino también como guía, orientador y director que facilita y promueve el aprendizaje de los estudiantes
- Aprender se caracteriza como la parte del proceso que se refiere a la actividad del alumno para apropiarse del conocimiento. El aprendizaje implica la construcción y reconstrucción de un conjunto de herramientas intelectuales para dar sentido a diversas situaciones de la vida cotidiana, las ciencias y la tecnología.
- En el acto de enseñar a aprender, tanto el maestro como el alumno, se involucran activamente en el proceso, el uno como su agente orientador y el otro a través de su autoactividad y los binomios profesor-estudiantes y estudiantes-estudiantes en la coactividad.
- Enseñar y aprender se condicionan respectivamente, la enseñanza promueve y produce el aprendizaje, y a su vez, el aprendizaje se desarrolla bajo las condiciones específicas que se organizan a través de la enseñanza, es decir, ésta influye decisivamente sobre el aprendizaje de los estudiantes (p.3).

El proceso de enseñanza-aprendizaje se concibe como el espacio en el cual el principal protagonista es el estudiante y el profesor cumple con una función de facilitador de los procesos de aprendizaje. Son los estudiantes quienes construyen el conocimiento a partir de leer, de aportar sus experiencias y reflexionar sobre ellas, de intercambiar sus puntos de vista con sus

compañeros y el profesor. En este espacio, se pretende que el estudiante disfrute el aprendizaje y se comprometa con un aprendizaje de por vida.

Desde otro punto de vista, el proceso de enseñanza aprendizaje requiere de un maestro que quiera enseñar algo que el domina o conoce y un estudiante o aprendiz que quiera saber algo que desconoce, la interacción entre estos dos sujetos enmarca el proceso de enseñanza aprendizaje.

Mazarío y Mazarío, *et al.* Afirman que los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela contemporánea deben identificarse a través de los siguientes principios educativos: “unidad entre la instrucción y la educación, aprender a pensar, aprendizaje en actitudes y valores, y otros.”(p.9).

2.2.4.3 Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas

En "Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros" Godino, Batanero, & Font (2003) se presenta una visión general de la educación matemática. Se reflexiona en cuanto al objeto de enseñanza y aprendizaje, y acerca de los instrumentos conceptuales y metodológicos de índole general de la Didáctica de las Matemáticas como campo de investigación.

Godino *et al.*(2003) explica que los maestros en su acción pedagógica facilitan el aprendizaje de las matemáticas a partir de:

- Las clases como comunidades matemáticas, y no como una simple colección de individuos.
- La verificación lógica y matemática de los resultados, frente a la visión del profesor como única fuente de respuestas correctas.
- El razonamiento matemático, más que los procedimientos de simple memorización.

- La formulación de conjeturas, la invención y la resolución de problemas, descartando el énfasis en la búsqueda mecánica de respuestas.
- La conexión de las ideas matemáticas y sus aplicaciones, frente a la de las matemáticas como un cuerpo aislado de conceptos y procedimientos. Aquí por ejemplo modelos como STEM tienen mucha relevancia.

Por otra parte, Piaget afirmaba que “El conocimiento lógico matemático se compone de relaciones construidas por cada individuo internamente”. Así como también “Cuando un individuo se enfrenta a una situación, en particular a un problema matemático, intenta asimilar dicha situación a esquemas cognitivos existentes.”. Por lo cual, en el caso particular de la presente investigación y del aprendizaje de las matemáticas a través de la aplicación de la metodología STEM; es válido dado que los estudiantes se ven enfrentados a diferentes y nuevas dificultades que al hacer conciencia las logran relacionar con conocimientos pre adquiridos.

En cuanto al aprendizaje de las matemáticas Godino *et al.* (2003) afirma:

De manera análoga, el aprendizaje y la enseñanza deben tener en cuenta que es natural que los alumnos tengan dificultades y cometan errores en su proceso de aprendizaje y que se puede aprender de los propios errores. Esta es la posición de las teorías psicológicas constructivistas sobre el aprendizaje de las matemáticas, las cuales se basan a su vez en la visión filosófica sobre la matemática conocida como *constructivismo social*. (p.16).

La educación matemática se ha venido consolidando en Colombia como uno de los campos del conocimiento. Es necesario continuar con su fortalecimiento, ya que el dominio de las matemáticas sigue siendo una de las competencias requeridas en los profesionales. Es necesario seguir trabajando en la historia de las matemáticas, su epistemología, su didáctica, el

currículo, la relación con las tecnologías de la información y la comunicación, la formación docente, su relación con la cultura y la diversidad étnica, entre otros aspectos.

En la concepción de matemáticas, Godino (2003) refiere que “conocer” o “saber” matemáticas, es algo más que repetir las definiciones o ser capaz de identificar propiedades de números, magnitudes, polígonos u otros objetos matemáticos. Por lo tanto, Cualquier persona para resolver problemas cotidianos matemáticamente hablando, debe manejar el lenguaje y los significados matemáticos y utilizar conocimientos previos en la solución de los mismos.

2.2.4.4 Derechos Básicos del Aprendizaje. M.E.N.

De acuerdo con el documento Derechos Básicos de Aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional (s.f) los DBA “son un conjunto de saberes y habilidades acerca de lo fundamental que cada estudiante debe aprender al finalizar un grado, esto en concordancia con lo establecido en los EBC y en los Lineamientos Curriculares”. (p.2). Cabe especificar que los EBC son los Estándares Básicos de Competencias. Como ya se mencionó los DBA son saberes y habilidades que los estudiantes de primero a undécimo deben aprender; además se pueden utilizar como apoyo en la construcción de propuestas curriculares. El Ministerio de Educación Nacional inició publicando los documentos de referencia pedagógica en las áreas de Lenguaje y Matemáticas, ya que se considera que estas dos áreas son fundamentales en el desarrollo de competencias de las demás áreas.

A continuación se presenta los D.B.A. correspondientes para el área de matemáticas en los grados 3 y 5 de básica primaria, ya que son el objeto del presente proyecto:

Tabla 6

Derechos Básicos de Aprendizaje para los grados Tercero y Quinto

| GRADO | DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE |
|--------------|--|
| | Usa números de 0 a 999.999. |
| | Tiene claro el concepto de unidad, decena, centena, etc. |
| | Si le dan dos números sabe cuál es mayor y cuál es menor. |
| | Resuelve distintos tipos de problemas que involucren sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. |
| | Entiende que dividir corresponde a hacer repartos equitativos. |
| | Divide números de hasta tres cifras entre un número de una cifra en casos simples en los que se puede hacer un reparto equitativo, sin que sobre nada. |
| | Multiplica números de hasta tres cifras, por un número de una cifra utilizando diversas estrategias. |
| 3 | Comprende la relación entre la multiplicación y la división |
| | Comprende el uso de fracciones para describir situaciones en la que una unidad se divide en partes iguales. |
| | Compara fracciones sencillas y reconoce fracciones que aunque se vean distintas, representan la misma cantidad, como un medio y dos cuartos. |
| | Comprende el significado de igualdad y utiliza símbolo “=” de forma correcta |
| | Puede ampliar o reducir figuras en una cuadrícula. |
| | Identifica figuras y objetos simétricos en contextos como la geometría, el arte, el diseño y la naturaleza. |
| | Hace dibujos con ejes de simetría. |
| | Ubica lugares en mapas y describe trayectos |

Mide y estima longitud, distancia, área, capacidad, peso, duración, etc. En objetos o eventos.

Identifica qué instrumentos de medición debe utilizar según el caso (una balanza para el peso, una regla para la longitud, un reloj para el tiempo, etc).

Interpreta y representa datos dados de diferentes maneras.

Responde a preguntas como: ¿Cuál objeto de los que hay en el salón tiene mayor número de unidades, sillas, mesas o libros?

Usa correctamente las expresiones posible, imposible, muy posible y poco posible

Puede describir variaciones

Reconoce y propone patrones con números o figuras geométricas

Usa números decimales de hasta tres cifras después de la coma, teniendo claro el concepto de décima, centésima y milésima.

Multiplica y divide por 10, 100, 1000, etc, por escrito y mentalmente

Resuelve problemas que involucran sumas, restas, multiplicaciones y divisiones con números decimales

Comprende que elevar un número a una cierta potencia corresponde a multiplicar repetidas veces el número.

5 Comprende la relación entre la raíz cuadrada y elevar al cuadrado, la raíz cúbica y elevar al cubo, etc.

Asocia las potencias cuadradas con el área de un cuadrado ($\text{área} = (\text{lado})^2$) y las potencias cúbicas con el volumen de un cubo ($\text{volumen} = (\text{lado})^3$)

Puede estimar el resultado de un cálculo sin necesidad de calcularlo con exactitud

Escribe fracciones como decimales y viceversa.

Identifica la fracción cómo una división

Escribe porcentajes como fraccionarios y decimales

Resuelve problemas que involucran porcentajes

Interpreta datos que involucran porcentajes

Reconoce la jerarquía de las operaciones al escribir y evaluar expresiones numéricas que involucran paréntesis, sumas, restas, multiplicaciones, divisiones y potencias.

Multiplica o divide el numerador y el denominador de una fracción por un mismo número para hacerla equivalente a otra y comprende la equivalencia en distintos contextos.

Identifica los múltiplos comunes de dos números y usa esta información para sumar y restar fracciones.

Divide una fracción por un número natural (usando estrategias que muestran comprensión y no solo memorización) y lo relaciona con la multiplicación de fracciones

Resuelve problemas de proporcionalidad directa.

Resuelve problemas sencillos que involucran la proporcionalidad inversa

Construye objetos sencillos a partir de moldes e identifica si un cierto molde puede resultar en un cierto objeto

Resuelve problemas que involucran los conceptos de volumen, área y perímetro

Comprende por qué funcionan las fórmulas para calcular áreas de triángulos y paralelogramos

Hace conversiones entre distintas unidades de medida

Calcula el promedio (la media) e identifica la moda en un conjunto de datos

Comprende la probabilidad de obtener ciertos resultados en situaciones sencillas

Lee e interpreta gráficas de línea.

Comprende que en ciertas situaciones una gráfica de puntos puede completarse para obtener una gráfica de línea

Elaboración propia de los autores a partir del documento DBA del MEN

2.2.5 Pruebas estandarizadas

Las pruebas estandarizadas son aquellas que han sido elaboradas y administradas y se caracterizan por que son certificadas donde se siguen principios específicos, su construcción es compleja por lo que por lo general las elaboran instituciones centralizadas. Al ser administradas los resultados pueden ser analizados estadísticamente para determinar la validez y fiabilidad de cada uno de sus ítems que las conforman.

2.2.5.1 Prueba EGMA.

En el blog del Ministerio de Educación Nacional (2015) se especifican las características de las pruebas estandarizadas Early Grade Math Assesment (EGMA):

Mide el progreso del estudiante en las matemáticas en los primeros grados. Esta herramienta de evaluación mide habilidades fundamentales de los estudiantes en el cálculo y las matemáticas, incluyendo el número de identificación, distinción de la cantidad (mayor y menor), la identificación de números faltantes, la resolución de problemas de palabras, la suma y la resta, reconocimiento de formas, y la extensión del patrón.

La EGMA tiene por finalidad ser una medida diagnóstica para ayudar en la construcción de las bases matemáticas que los estudiantes necesitan para cumplir otras tareas, como la recuperación de información de los gráficos o de medición. En una primera aplicación, la prueba tiene en cuenta las siguientes habilidades:

1. Identificación de números
2. Número faltante
3. Comparación de Números

4. Sumas y Restas
5. Resolución de Problemas

2.2.5.2 Pruebas saber

Los Principios y Estándares 2000 del NCTM2 de la enseñanza de las matemáticas dan piso al proceso del aprendizaje del área:

1. *Equidad*. La excelencia en la educación matemática requiere equidad, altas expectativas y fuerte apoyo para todos los estudiantes.

2. *Currículo*. Un currículo es más que una colección de actividades: debe ser coherente, centrado en unas matemáticas importantes y bien articuladas a lo largo de los distintos niveles.

3. *Enseñanza*. Una enseñanza efectiva de las matemáticas requiere comprensión de lo que los estudiantes conocen y necesitan aprender, y por tanto les desafían y apoyan para aprenderlas bien.

4. *Aprendizaje*. Los estudiantes deben aprender matemáticas comprendiéndolas, construyendo activamente el nuevo conocimiento a partir de la experiencia y el conocimiento previo.

5. *Evaluación*. La evaluación debe apoyar el aprendizaje de unas matemáticas importantes y proporcionar información útil tanto a los profesores como a los estudiantes.

6. *Tecnología*. La tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas; influye en las matemáticas que se enseñan y estimula el aprendizaje de los estudiantes.

2.3 Marco Contextual

Para el presente trabajo de investigación se tomó como contexto general el municipio de Pacho que se encuentra en Colombia, departamento de Cundinamarca aproximadamente a

88 km de Bogotá; la altitud es de 2.136 metros sobre el nivel del mar y su temperatura media es de 19°C. Está localizado al Nor - occidente del Departamento de Cundinamarca, siendo cabecera de la Provincia del Rionegro, de la cual hacen parte los municipios de: Caparrapí, El Peñón, La Palma, Paima, San Cayetano, Topaipí, Villagomez y Yacopí. El municipio limita por el Norte con los Municipios de San Cayetano, Villagómez y Topaipí; por el Sur con los Municipios de Supatá y Subachoque; al Occidente con los Municipios de Vergara y el Peñón y por el Oriente con los Municipios de Zipaquirá, Tausa y Cogua. Por otra parte, cuenta con una Extensión total de 403.3 Km², de donde 3.6 Km² es área urbana y 399.7 Km² es rural.

La investigación específicamente se realizó en la Institución Educativa Departamental Instituto Técnico Agrícola de Pacho, quién abrió el espacio para el desarrollo del trabajo, de quién se hace una presentación general y la descripción de características de sus Escuelas Unitarias que son el objeto directo del mismo.

2.3.1 I.E.D. Instituto Técnico Agrícola de Pacho

La Institución Educativa Departamental **Instituto Técnico Agrícola de Pacho**, es una institución educativa de carácter oficial cuya sede central está ubicada en el Km 5 de la vereda Llano de la Hacienda del municipio de Pacho en el Departamento de Cundinamarca a una hora y treinta minutos de la capital del País. En la actualidad la institución está compuesta por 14 sedes y una población educativa cercana a los mil estudiantes. El contexto educativo es fundamentalmente rural, únicamente la sede Colonia Alberto Nieto Cano se ubica en el sector urbano. La modalidad de la institución es agropecuaria y en la sede urbana agroindustrial.

Las 13 sedes de primaria se encuentran ubicadas en las veredas aledañas a la sede central destacándose las 6 sedes unitarias o multigrados por la distancia al centro poblado, por su

relativo aislamiento debido al mal estado de las vías y topografía del terreno. Estas sedes son catalogadas como de “difícil acceso”.

Durante el año 2010, en el municipio de Pacho se reorganizan las instituciones educativas (Res. 005839 del 30 de agosto de 2010 SEC y aclaratoria Res. 003596 del 28 de abril de 2011 SEC) y a la IED Instituto Técnico Agrícola se le anexan 4 sedes más, dos de ellas con los ciclos educativos completos y con modalidades distintas (Establecimiento Educativo Colonia Alberto Nieto Cano e Institución Educativa Veraguas). Lo anterior sumado al ingreso como rector del licenciado Roberto Lozano Medina, cargo asumido por concurso de méritos, motiva la necesidad de resignificación de la propuesta pedagógica, unificación de criterios y establecimiento de un nuevo y enriquecido horizonte institucional acorde con los referentes actuales.

Con el propósito de optimizar el Proyecto Educativo, se comienzan procesos en miras de fortalecer los proyectos pedagógicos productivos de la institución y también la propuesta académica. Contando con fortalezas tan importantes como un escenario ecológico de 22 fanegadas en el que está enclavada la sede central, con el río Guance que se desliza dentro de los linderos institucionales, con un trazado o camino ecológico que invita al senderismo, con proyectos agropecuarios que buscan auto sostenerse y con una comunidad educativa esperanzada en un mejor futuro, surge la idea del proyecto de agro ecoturismo como alternativa de sostenibilidad y estrategia pedagógica para generar autoestima y reconocimiento valorativo de los recursos. A la par y con un diagnóstico previo se aúnan esfuerzos en busca de la calidad y excelencia educativa en la que los actores fundamentales son los estudiantes y la comunidad el motor que los guía.

La formación que se ofrece en la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, es del tipo educación formal, diurna y académica para los niveles de preescolar y básica primaria. Para básica secundaria y media técnica se establece la formación dirigida a la titulación en el área técnica agrícola y a partir del año 2012 se articula además con el SENA para optar en el 2013 y años siguientes por la doble titulación, en este caso como “Técnicos en Organización de eventos, recreativos, culturales y turísticos”, para el caso de la sede Colonia Alberto Nieto Cano, la titulación aprobada es de Media Técnica con especialidad en agroindustria y se desarrollan procesos de manejo de leches higienizadas y derivados lácteos.

Como visión institucional se enuncia en el Proyecto Educativo Institucional PEI (*et al.*, 2010): “ En el año 2017 la Institución Educativa Departamental Instituto Técnico Agrícola de Pacho, será reconocida como líder del sector Educativo en las modalidades agropecuaria y agroindustrial, a nivel Municipal, Departamental y Nacional, fomentando el desarrollo del potencial humano, científico y tecnológico de los estudiantes, fortalecido en el desempeño de competencias básicas, ciudadanas y laborales, consolidadas en la implementación de proyectos pedagógicos productivos pertinentes y la promoción del Agro ecoturismo, con meritorios avances en procesos de certificación de calidad dentro y fuera de la región, que contribuirán significativamente en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad Educativa y su entorno socio cultural ”.

En el mismo documento PEI (*et al.*, 2010) se plantea la siguiente misión institucional : “Somos una institución educativa oficial, que forma integralmente bachilleres técnicos agrícolas y agroindustriales, propendemos por favorecer la educación rural partiendo del desarrollo de proyectos pedagógicos productivos transversalizados en el currículo, fomentamos en nuestros estudiantes la necesidad de ser seres humanos competentes, generadores de empresa y que

contribuyan al desarrollo de los planes y programas del sector agropecuario, así mismo vislumbramos oportunidades de desarrollo en el renglón del ecoturismo como estrategia de sostenibilidad y precedencia”.

La IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, ha tenido la experiencia de participar en dos competencias con resultados altamente positivos que auguran un excelente panorama en la implementación del programa STEM. La primera participación de la IED fue en el año 2013 en el marco del XI Encuentro Robótico organizado por la Universidad Federico Santa María en Valparaíso Chile en donde el galardón fue el “Premio a la Innovación” y en el 2014 participó complementando un equipo chileno en la First Robotics Competition donde se obtuvo el premio internacional, el “*Rookie Inspiration Award*” “*Premio a la Inspiración del Novato*” este último en Los Ángeles EEUU. (Lozano, 2014).

2.3.2 Escuelas rurales unitarias I.E.D I.T.A Pacho

Se presentan a continuación las características propias de las sedes unitarias pertenecientes a la Institución Educativa Departamental Instituto Técnico Agrícola de Pacho.

2.3.2.1 Escuela rural unitaria El bosque.

De acuerdo con la revisión del Proyecto Educativo Institucional, PEI (*et al.*, 2010):

La Escuela rural “El Bosque” se encuentra en la vereda de su mismo nombre. Los primeros pobladores fueron los Panches, pertenecientes a los Muiscas, se cree que el nombre fue asignado por la relación que el lugar tiene con el bosque. La vereda está situada al noroeste del municipio, limitando con las veredas La Ramada, Yayata, El Cerro el Tablazo y los municipios, de Tausa y Zipaquirá.

Existen varias fuentes de agua que hacen parte del contexto de la escasa población de la vereda, quienes son casi en su totalidad los usuarios del servicio educativo, dichas fuentes son

el río El Bosque, quebradas del Muleto, Cascajal, La Carbonera, La Mandinga, Laguneta, San Martín, Corral Viejo, El Areal y la Amarilla.

La vereda y también la escuela, están situadas en un terreno elevado y quebrado, con suelos húmedos, rocosos y arcillosos. Está situada sobre la cordillera oriental, a una altura cercana a los 3.000 m.s.n.m. con 12 grados centígrados promedio de temperatura aproximadamente.

Los antiguos pobladores incentivaron la música de cuerda, propia de sus talentos, respecto a la religión es una comunidad netamente católica, muy consagrados a los deberes religiosos. La principal fuente de trabajo es el jornal para los hombres, las mujeres y niños realizaban actividades como siembra, desyerba, fumigación, recolección y selección de productos como es la papa, nabos, chuguas, arveja, entre otros productos. Se mantienen especies de ganado vacuno, caprino, mular, bovinos y algunos porcinos.

El terreno de la escuela fue donado por el señor Eudoro Cubillos en el año de 1969, en 1970 se construyó la escuela con partidas municipales, el maestro que la construyó fue Juan Ballesteros, el padre que realizó la inauguración Tito Gabriel Solano, la primera profesora Sofía Ballesteros, en ese tiempo se laboraba en dos jornadas.

Desde hace doce años existe la explotación minera de carbón, por lo que fue necesario abrir la carretera hasta más arriba de la escuela, sin embargo no llega transporte público hasta ese lugar. Solo en algunas casas se cuenta con letrinas y las construcciones son demasiado antiguas.

Actualmente la escuela cuenta con un grupo de 10 estudiantes de todos los grados. Tiene un campo deportivo que se le ha hecho mantenimiento y un inventario de 1500 árboles en su alrededor.

2.3.2.2 Escuela rural unitaria Las huertas.

La sede unitaria Las Huertas se caracteriza por estar ubicada en sitio de difícil acceso; comenzó a funcionar en el año de 1935 en una casa prestada por el señor Emilio Orjuela y la señora Belén Bernal, más tarde paso a otra casa también prestada por el señor Alberto Wilches por el sitio denominado “*las marinitas*”.

En 1.940 fue donado un lote de terreno para la escuela por el señor Emilio Orjuela donde iniciaron la construcción de un kiosco y continuaron las labores educativas. Luego en 1.955 se construyó el plantel educativo conformado por un salón grande de 5,20m x 9,40m y la vivienda para el docente. A partir de 1.986 las autoridades municipales, el I.C.B.F y la comunidad construyeron y dotaron el restaurante escolar.

En el año 1.996 se hizo la construcción de un aula para los grados tercero, cuarto y quinto; luego en el año 2.003 se construyó un aula para preescolar y una unidad sanitaria.

2.3.2.3 Escuela rural unitaria El cabrero

La escuela rural unitaria El Cabrero se encuentra situada en la vereda “El Cabrero” del municipio de Pacho, vía San Cayetano es una sede de difícil acceso geográficamente hablando; limitada por las veredas laguna verde, yayatá y páramo alto al norte; al oriente monte verde, al sur Veraguas y al occidente campo hermoso. Posee una temperatura de 14°C, en piso térmico frío, la recorre una pequeña quebrada llamada Yayatá; la vereda está conformada por una población de 25 familias aproximadamente, situadas a 29 kilómetros del sector urbano de Pacho.

En su aspecto social los habitantes de esta vereda se caracterizan por ser amables, sociales, alegres y muy colaboradores; la familia se desenvuelve en un ambiente cultural que

afecta su vida y su desarrollo de una forma decisiva, pues es de ahí donde retoman sus costumbres, creencias y los lineamientos que definen sus responsabilidades y derechos.

En la comunidad el padre es el jefe del hogar aunque la madre también tiene autoridad sobre los hijos y toma parte en las decisiones; las labores son realizadas conjuntamente pues las mujeres y los pequeños colaboran activamente, no solo en los trabajos diarios como es el ordeño de las vacas. Los deportes mayores ejecutados son el micro-fútbol y el tejo, como pasatiempo la riña de gallos.

La planta física de la escuela está compuesta por un aula escolar que se encuentra en buen estado, dos baños, el restaurante escolar el cual esta adoptado dentro del salón comunal, cerca se encuentran dos cuartos destinados a guardar herramientas y el apartamento del docente. El campo deportivo es una cancha la cual se adapta para realizar distintos deportes y actividades que integran a toda la comunidad educativa aunque su estado es regular.

2.3.2.4 Escuela rural unitaria Guayabal de Patasía

La sede Guayabal Patasía que lleva el mismo nombre de la vereda, empezó a funcionar en la década de los 40 a los 50. Está ubicada a 11 km del casco urbano junto al cerro traga arepas.

La comunidad de esta vereda está conformada por personas abiertas al cambio social. Existen familias pequeñas y numerosas en donde educan a sus hijos en la mayoría de casos en valores que han sido transmitidos de generación en generación. Son familias de escasos recursos económicos, algunos sin propiedades, otros que las poseen pero que no los explotan para su beneficio.

En la actualidad la sede unitaria consta de dos aulas, un apartamento, un restaurante escolar, una cancha y una unidad de baños.

2.3.2.5 *Escuela rural unitaria Aguas Claras*

La escuela rural unitaria Aguas Claras, está ubicada en el centro de la vereda del mismo nombre, del municipio de Pacho. Dista a 21 km. aproximadamente del municipio, vía la Capilla – Villagómez, y a 3 km. de la vereda Veraguas. Es una sede de difícil acceso. La temperatura promedio es de 18° C.

Según relatos de la comunidad de Aguas Claras, su fundación fue en el año de 1925, no contaba con planta física, luego la comunidad empezó a prestar casas para su funcionamiento. En 1951, con aportes de la comunidad se construyó una casa en adobe, con teja de barro, en el lugar donde hoy funciona la escuela, lote donado por el Señor Isaías Prada. La construcción inicial constaba de un salón grande, habitaciones, cocina, esto como especie de apartamento para el docente. Había una habitación independiente que era donde el sacerdote confesaba, porque se empezó a celebrar la Santa Eucaristía en la escuela.

En esa época los estudiantes ingresaban de 11 de años de edad, terminaban la escuela aproximadamente a los 18 años. Las clases se alternaban, tres días de la semana para los niños y dos días para las niñas. Alrededor de los años 1965 a 1970 se empezó a trabajar la escuela mixta. La edad y demás parámetros de ingreso a matrícula ya la iba reglamentando el Estado con sus leyes, la escuela ya estaba aprobada por el MEN como ESCUELA RURAL AGUAS CLARAS. Siempre tuvo el mismo nombre de la vereda.

En 1985 ya con aportes del municipio y trabajo de la comunidad se construyó la planta física actual, con material, teja de eternit, construcción que consta con apartamento para el docente con dos habitaciones, sala – comedor y cocina. También consta de cocina y comedor para el Restaurante Escolar, un salón de informática, un salón comunal, el salón de clases y el

polideportivo. Dos baños y un orinal que en la actualidad están en muy mal estado. También existe un parque infantil, defectuoso para recreación de los estudiantes.

2.3.2.6 Escuela rural unitaria La Ramada

La escuela unitaria La Ramada, es recientemente catalogada como tal, dada la notoria disminución en el número de niños matriculados para el año lectivo 2016; hasta el año 2015 funcionó con dos maestras que compartían las labores educativas de la básica primaria.

Históricamente hablando, en 1920 Doña María Currea de Aya, honorable dama terrateniente, dueña de gran cantidad de terrenos de las veredas de Llano de la Hacienda, Llano el Trigo, La Ramada, El Bosque, donó dos fanegadas de tierra para la construcción de la escuela, que ella misma decidió que se llamara Marco Fidel Suarez, en honor al insigne presidente de la Republica de ese entonces. La escuela estaba construida en paredes de adobe y pisos de madera, en un solo salón funcionaba los tres primeros años de primaria, dictaban clase de 7 a.m. a 12 y de 2 p.m. a 5 p.m. Los días de estudio en esa época eran así: los lunes, miércoles y viernes para los varones y martes, jueves y sábado para las mujeres.

El nombre de la vereda La Ramada viene de la hacienda de la familia compuesta por don Eduardo Londoño y su señora esposa doña Lucia Ponce de León. En esta ramada, funcionaba una quesera muy nombrada en su tiempo como la Gorgonzola, quesos que distribuían a otras ciudades y pueblos.

2.4 Antecedentes

2.4.1 STEM en Colombia

Para la secretaria de Ciencia, innovación y tecnología de la gobernación de Cundinamarca, STEM surge dentro del megaproyecto del Parque Científico de Innovación Social que hace parte de los 12 proyectos aprobados hasta el momento por el Fondo de Ciencia,

Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías para el departamento de Cundinamarca.

Este proyecto ha sido liderado por la Corporación Universitaria Minuto de Dios y la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación que junto con otros aliados ha logrado la implementación de esta importante apuesta a nivel departamental.

El proyecto nació en el 2012 en alianza con UNIMINUTO y la Universidad iCarnegie Mellon de Pennsylvania, apoyado por la Gobernación de Cundinamarca y operado por el Parque Científico de Innovación Social.

Al momento el programa se ha centrado en la básica secundaria de ocho Instituciones Educativas de los municipios de Zipaquirá, Cucunubá, Gachetá, Girardot, San Juan de Rioseco, Pasca, Madrid y Soacha. Una interesante virtud del programa es que en cada institución los docentes formados en el modelo de guías las adaptan a la realidad y necesidades de cada contexto, reciben la correspondiente formación y las bases de robótica que pueden aplicar de acuerdo con su experiencia y necesidad de aula.

En este punto, es importante referir a los Parques Científicos para la Innovación como los escenarios con condiciones privilegiadas para que la innovación pueda surgir y se consolide en un territorio. Existen dos tipos muy importantes de estos: los Parques Científicos para la Innovación Tecnológica (PCIT) y Parques Científicos para la Innovación Social (PCIS).

El concepto de Parque Científico de Innovación Tecnológica está asociado a espacios donde:

1. Se mantienen relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior, con un conocimiento y

tecnologías especializadas, en medio de amplias y cuantiosas inversiones de infraestructura.

2. Se alimenta la formación, crecimiento y fortalecimiento de las empresas basadas o usuarias de conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, que residen en el parque.
3. Se constituye una organización estable de gestión y administración que fomenta la innovación entre las empresas y entidades usuarias del parque, generando soluciones tecnológicas, impulsando la transferencia de tecnología y fomentando su comercialización.

Los Parques Científicos para la Innovación Social: son también espacios concebidos para congrega actores, conocimientos e instrumentos dinamizadores para innovar en temas sociales. Sin embargo, incluyen además y de manera fundamental la población a quien va dirigida la solución. Es decir, su interés no es, *per se*, la tecnología o el conocimiento especializado, como podría decirse para un PCIT, sino, más bien, la forma y el proceso bajo el cual el uso de esas soluciones mejore las condiciones de bienestar de una comunidad necesitada (Colombia digital).

En la presente investigación se cuenta con el Parque Científico de innovación Social de Uniminuto como operador y facilitador de los procesos relacionados con el modelo S.T.E.M. en Cundinamarca.

2.4.2 STEM en escuela rural: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica

Proyecto que presenta aprendizaje de las matemáticas en le Institución Educativa Rural Departamental Adolfo León Gómez del municipio de Pasca – Cundinamarca. Dicho proyecto

fue patrocinado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología e Innovación de la Gobernación de Cundinamarca, junto con la Corporación Universitaria UNIMINUTO y la Universidad de Icarngie. El mismo se llevó a cabo en el año 2014 en donde se beneficiaron estudiantes de los grados sexto y séptimo. Cómo Cifuentes (2015) menciona:

Los resultados de la experiencia que se presenta a continuación están basados en el trabajo realizado con los niños de septimo grado, durante dos sesiones de 60 minutos semanales desde junio del 2014 y el año 2015, aplicando una secuencia de tareas dsitribuidas en 21 módulos (p.2).

El aula de matmáticas para la aplicación del proyecto STEM fue mediado a través de la plataforma LMS de Icarngie, que tiene diferentes recursos relacionados con robótica, a través de videos, guías para estudiantes, glosario, rubricas de evaluación, etc. Por otra parte, los contenidos de la plataforma incluyen: Sugerencias de organización, listas de verificación, programa, estandares curriculares y diarios de ingenieria.

Según Cifuentes (2015) una de las conclusiones del proyecto es:

Los instrumentos de evaluación diseñados y el diario de ingeniería permiten recoger información sobre los niveles de logro de los aprendizajes y permite implementar estrategias como: (a) activar los conocimientos previos de los estudiantes; (b) reconocer los niveles de avance y progreso de los grupos. (c) identificar las dificultades y errores en que incurrn los estudiantes, con el fin de contribuir a su superación; (d) reconocer los contextos más favorables en donde acontecen los aprendizajes; (e) promover la retroalimentación y reflexión en los procesos de aprendizaje; (f) favorecer la comunicación entre estudiante – profesor (p.12).

2.4.3 ATA EPE.

Acerca del trabajo en robótica escolar en Colombia se encuentra el programa ATA EPE de la Escuela Pedagógica Experimental (EPE), con sus Actividades Totalidad Abiertas (ATA). Quienes crean kits de robótica que a través del juego llevan paso a paso a entender principios básico con los que han sido construidos grandes inventos, motivando a los niños a su conocimiento. En la pedagogía de las ATA se busca trabajar teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes y su curiosidad en diferentes temas que los llevan a desarrollar conocimientos.

2.4.4 Pequeños Científicos. Universidad de los Andes

El objetivo del Programa Pequeños Científicos de la Universidad de Los Andes lo participan, Carulla, Duque, Figueroa, Hernández, Patiño y Tafur, (2004):

Estimular y contribuir a la renovación de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en instituciones educativas de Colombia. Pequeños Científicos no sólo pretende desarrollar en los niños pensamiento científico, sino que también busca desarrollar habilidades de experimentación, de expresión y comunicación, así como valores ciudadanos mediados por la confrontación de ideas. (p.52).

También Carulla (*et.al*) afirman “El programa Pequeños científicos es parte de una iniciativa mayor encaminada a propiciar la renovación de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, las ciencias naturales y la tecnología”(p.52).

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo se centra en la definición del tipo de investigación que caracteriza el estudio. Se detallan las variables dejando claramente definido cuál es la independiente y cuál la dependiente. Posteriormente identifica la población objeto de investigación y presenta los procedimientos e instrumentos de recolección de la información que en concreto son el Pre test, el pos test y una observación participante a manera de rúbrica. El capítulo cierra explicando las técnicas de análisis de datos utilizados y la caracterización de la población objeto.

3.1 Tipo de investigación

La investigación útil para la presente intervención es de tipo experimental, por tal motivo es importante aclarar el concepto de experimento de Creswell (como se citó en Sampieri, Fernández y Baptista, 2010a) el cual denomina a “los **experimentos** como estudios de intervención, porque un investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen” (p.121). Por otra parte, “Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación control” (Sampieri *et al.*, 2010b, p.121). Esta investigación se apoya en el enfoque cuantitativo de diseño cuasi-experimental, debido a que no hay asignación aleatoria de los estudiantes en el grupo experimental y no incluyen un grupo control ni de comparación.

En los diseños cuasiexperimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos

intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento) (Sampieri *et al.*, 2010c, p.149).

El estudio comparativo Pre-test – Pos-test sin grupo de control con muestras relacionadas. “Es uno de los diseños más frecuentes y sencillos; se trata de verificar un *cambio*; a los sujetos se les mide *antes* y *después* de un tratamiento o experiencia en aquella variable o variables en las que se espera que cambien. Como no hay grupo de control no se trata de un diseño experimental en sentido propio” (Morales, 2013, p.53). El esquema que identifica el diseño es:

Grupo Experimental: $O_1 \quad X \quad O_2$.

Donde O es la observación o medida, los datos analizados como conocimientos y también es la variable dependiente. O_1 es el pre test y O_2 es el post-test.

La X es el tratamiento, intervención, procedimiento, actividad o variable independiente.

Se basa en la medición y comparación de la variable respuesta antes y después de la exposición de los estudiantes a la intervención experimental, que en este caso es la implementación del modelo STEM utilizando guías de robótica aplicando conceptos de matemáticas a través de la programación básica en niños de tercero y quinto de básica primaria, este diseño con un sólo grupo permite manipular las variables que se pretenden comparar y aceptar el cambio.

3.2 Variables

En la investigación que definen dos variables una independiente y una dependiente que a continuación se presentan.

3.2.1 Variable dependiente

Grado de conocimiento matemático: Hace alusión a los conocimientos que posee el estudiante para dar solución a problemas matemáticos sobre números naturales, fracciones, geometría y estadística. Teniendo en cuenta habilidades, destreza y estrategias para dar solución a situaciones problémicas contextualizadas. Comparando el después (post test) con el antes (pre test) de la intervención.

3.2.2 Variable independiente

Implementación de guías de trabajo del modelo STEM: Hace referencia a la práctica de aula que se lleva a cabo con los estudiantes mediante el uso del recurso tecnológico y la práctica integradora de áreas que propone el modelo STEM para lograr un aprendizaje más efectivo y significativo de las matemáticas. Donde se realizan trabajos guiados desde la robótica para así aplicar conceptos de matemáticas a través de la programación básica en niños de primaria. De esta manera se implementan en el aula prácticas significativas que permiten llevar a cabo actividades de ejercitación, realimentación, autoaprendizaje, construcción de nuevo conocimiento y refuerzo del mismo.

3.3 Población y muestra

De acuerdo a Sampieri *et al.* (2010d) afirman que la Población “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p.174). Y también “deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y en el tiempo.”

Por otra parte, Sampieri *et al.* (2010e) expresan que “Una muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población” (p.173). En la presente investigación se acude a la muestra no probabilística, como Sampieri *et al.* (2010f) lo

manifiesta “En las **muestras no probabilísticas**, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra.” (p. 176).

Siguiendo las recomendaciones dadas por Sampieri, se establece que esta propuesta de mejoramiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje del área de matemáticas se realiza con la Población estudiantil perteneciente a la Institución Educativa Departamental Instituto Técnico Agrícola del municipio de Pacho y se define que la muestra de tipo no probabilística son los **35** estudiantes de grados tercero y quinto correspondientes a las sedes unitarias de la mencionada institución, de los cuales son: **18** de grado **quinto** y **17** de grado **tercero**; el grupo experimental se encontrará para la intervención o tratamiento en la sede Central de la I.E.D. Los estudiantes se encuentran en edades entre los 10 y 12 años. Las sedes son de carácter rural y de difícil acceso, por las características del terreno y la inexistencia o dificultad en las vías para tránsito vehicular. Las sedes educativas son de carácter público, mixtas, atienden a poblaciones estudiantiles de estratos 1 y 2; las sedes unitarias están a cargo de 1 sólo docente, generalmente cuentan con 1 aula de clase y una zona recreativa. El municipio de Pacho ubicado en el departamento de Cundinamarca, es la cabecera municipal de la región del Rionegro, al noroccidente de la Sabana de Bogotá a unos 88 Kilómetros de la Capital. En su gran mayoría las actividades económicas de sus familias se basan en la agricultura y la ganadería.

3.4 Procedimiento

Para la elaboración y desarrollo de la investigación se siguen cuatro fases que permiten llevar a cabo un trabajo organizado y metódico, presentadas en la tabla 7.

Tabla 7

Actividades a Seguir en el Desarrollo de la Investigación

| FASE I | |
|---|--|
| ELABORACION DE LA PROPUESTA | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificación del problema ✓ Descripción del problema ✓ Validación del alcance ✓ Definición de los objetivos ✓ Identificación de antecedentes ✓ Construcción de marcos ✓ Consolidación de diseño metodológico ✓ Elaboración de cronograma y presupuesto. ✓ Presentación de la propuesta |
| FASE II | |
| INICIO | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificación de necesidades para la implementación. ✓ Diseño de recolección de la información. ✓ Elaboración de estrategias para la aplicación de la propuesta. ✓ Validación de recursos necesarios |
| FASE III | |
| IMPLEMENTACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicación de pre-test en cada temática para la identificación de pre-saberes. ✓ Implementación de estrategias metodológicas y tecnológicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje. ✓ Aplicación de pos-test en cada una de las temáticas trabajadas. |

| | |
|------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación y recolección de la información. ✓ Organización de la información obtenida. ✓ Toma de evidencias y evaluación del trabajo de campo. |
| FASE IV | |
| RESULTADOS Y ANÁLISIS | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistematización de la información ✓ Graficación de los resultados ✓ Interpretación de gráficos ✓ Verificación de los alcances y cumplimiento de los objetivos. ✓ Conclusiones de la investigación. |
| Los autores | |

3.5 Instrumentos para recolección de la información

Dentro de la propuesta de investigación de tipo cuantitativa cuasi-experimental con pre-test, post-test, se aplican instrumentos que permiten obtener resultados relacionados con la medición, comparación en dos momentos de la investigación: antes de la intervención y después de la implementación del modelo STEM a través de guías fundamentadas en la robótica, con la pretensión de mejorar el desempeño académico en matemáticas de los estudiantes de las sedes unitarias de la I.E.D Instituto Técnico Agrícola del municipio de Pacho, Cundinamarca.

3.5.1 Pre - test

Este tipo de prueba escrita contiene ejercicios acerca de la temática, se aplica con el objetivo de conocer las habilidades del estudiante y su nivel en el área de matemáticas antes de desarrollar la propuesta, se realiza de manera individual y se implementa a través de las pruebas

EGMA estandarizadas por el Ministerio de Educación Nacional y desarrolladas en el Programa Todos a Aprender (PTA).

3.5.2 Post – test

Corresponde a la prueba que se aplica una vez implementado el modelo STEM, en comparación con el pre-test y el nivel de desempeño adquirido por los estudiantes en el área de matemáticas. Para tal fin se utiliza otra prueba estandarizada EGMA estandarizadas por el Ministerio de Educación Nacional y desarrolladas en el Programa Todos a Aprender (PTA).

3.5.3 Rúbrica. Evaluación trabajo de campo

Este instrumento es diligenciado por los investigadores al iniciar y finalizar la intervención con el modelo STEM, para identificar comportamientos y percepciones de los mismos hacia el desarrollo de las actividades mediadas por la aplicación del modelo STEM.

Como se mencionó, las pruebas para la recolección de los datos son: un pre-test antes de iniciar la aplicación del modelo STEM; un post-test después de la implementación de los recursos - herramientas STEM diseñados para esta propuesta; una rúbrica inicial y una rúbrica final en las que los investigadores hacen una observación discreta de los grupos y de cada uno de los estudiantes en relación a las actitudes y aptitudes personales y grupales mientras se realiza la intervención.

3.6 Técnicas de análisis de datos

En el proyecto de investigación el análisis de los datos se apoya en la estadística descriptiva que permite procesar la información en términos cuantitativos para dar significado, describiendo de manera precisa las variables analizadas y haciendo sencilla su lectura e interpretación.

Ya que los estudiantes son los mismos en los dos momentos, se tratan muestras relacionadas; por tanto, se utilizará como método de análisis el Contraste de medias, a través de la t de Student para muestras relacionadas. La t de Student para muestras relacionadas, se puede utilizar para comparar resultados antes (muestra pre-test) y después (muestra post-test) de un solo grupo sin grupo de control y cuando el tamaño de la muestra es pequeño, por cuanto hay un grupo de personas que se miden dos veces. El resultado que arroja esta prueba determina la diferencia entre las dos medias de dos grupos de datos (aciertos del total de estudiantes post-test versus pre-test); cuan mayor es, mayor es la probabilidad de que haya una diferencia estadística significativa. Se identifica por el valor p (nivel de significancia), sí el resultado del contraste de las medias es menor a 0.05, se acepta por lo cual se deduce una diferencia significativa.

En cuanto al análisis de las gráficas, se hará una comparación de las frecuencias y resultados entre pre-test y pos-test, teniendo en cuenta el nivel previo al desarrollo de la intervención y el posterior de la misma identificando las mejorías, alcances y la temática de dificultad; también se compara el nivel en que se encuentran los desempeños (insuficiente, mínimo, satisfactorio y avanzado) de los niños en un antes y un después utilizando el programa Excel.

Se realizan gráficas (figuras) de cada uno de los criterios de la rúbrica, comparando la inicial con la final; En esta propuesta los instrumentos de medición son diligenciados por 35 estudiantes y 2 investigadores.

A continuación se presenta a manera de resumen el diseño de la investigación donde se contempla el problema de investigación con una posible alternativa de solución; así como, el

objetivo y el diseño de la investigación, finalizando con los instrumentos de recolección de datos.

RESÚMEN DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN



Adaptada de Ríos 2012

4. IMPLEMENTACIÓN

En pro de facilitar la implementación, los investigadores concentran a los 35 estudiantes de grados tercero y quinto de las sedes unitarias de la institución en la sede principal de la misma, en donde se realiza la aplicación de pre test, rubrica inicial, guías de trabajo con el enfoque del modelo S.T.E.M., el post test, así como la rúbrica final de la investigación. La sede central se considera como un espacio amplio y propicio para transmitir en los niños el trabajo colaborativo y la integración, contexto diferente al monótono y de apertura a nuevos conocimientos.

4.1 Pre test.

Los Pre test de los grados quinto y tercero utilizados para la investigación fueron asimilados de las pruebas EGMA correspondiente al Programa Todos a Aprender del Ministerio de Educación Nacional. Para la presente implementación y con la aplicación del pre test se busca obtener información y determinar los aprendizajes existentes en los estudiantes respecto a los conceptos y procesos en matemáticas.

Para el grado tercero, a cada estudiante se le proporciona un cuestionario de 21 preguntas matemáticas con la posibilidad de respuesta en cuatro literales, de la A a la D, en donde se indica colocar una X en la considerada como correcta.

En el grado quinto, a cada estudiante se le proporciona un cuestionario de 25 preguntas matemáticas con la posibilidad de respuesta en cuatro literales, de la A a la D, en donde se indica colocar una X sobre la letra considerada como correcta.

En ambos casos, el cuestionario presenta imágenes ilustrativas que facilitan el desarrollo del pre test. Para conocer a fondo el pre test del grado quinto dirigirse al anexo 1 y del grado tercero al anexo 2.

4.2 Rubrica inicial y Final

Las rúbricas inicial y final, son ejecutadas por los investigadores hacia los estudiantes de manera indirecta. Presentan 10 criterios a evaluar, en donde se valoran los estudiantes desde:

- Trabajando con otros. Escuchar, compartir y apoyar el esfuerzo de los demás
- Contribuciones. Proporcionar ideas útiles en la participación y discusión en clase
- Actitud. Evitar las críticas públicas de otros
- Orden y organización. Presentar los trabajos de manera ordenada, clara y organizada
- Estrategia / procedimientos. Usar estrategias para resolver situaciones
- Resolución de problemas. Buscar y sugerir soluciones a cualquier problema
- Razonamiento matemático. Usar razonamiento matemático complejo
- Conceptos matemáticos. Demostrar entendimiento matemático en resolver problemas
- Saber hacer. Demostrar destrezas al utilizar conocimientos adquiridos en la vida diaria
- Gusto por la clase. Estar dispuesto a participar de las actividades y no faltar a clases.

Los mencionados criterios se evalúan cuantitativamente en 4 niveles; Excelente (4), bueno (3), regular (2) y deficiente (1).

Las rúbricas ejecutadas son las mismas, la diferencia radica en el tiempo de aplicación, la inicial se realizara antes de la intervención del modelo STEM y la final culminando el mismo. La rúbrica aplicada se encuentra en el Anexo 3.

4.3 Intervención con Guías de trabajo aplicación modelo S.T.E.M en I.E.D. I.T.A Pacho

La intervención para la mejora del aprendizaje de las matemáticas, se realiza a través de la utilización de un cuadernillo (anexo 6); en donde se realizan ocho guías de trabajo para los estudiantes de grado quinto y ocho para los estudiantes de grado tercero, con la profundización requerida de acuerdo a las deficiencias o competencias críticas encontradas en el pre test y los Derechos Básicos de Aprendizaje en matemáticas para cada uno de los grados; así como los conocimientos básicos de Robótica, en donde se vivencian experiencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Las guías son de diseño y elaboración de los investigadores.

Las paginas iniciales del cuadernillo previas a las guías de trabajo, presentan a los personajes Roberth y Peter que activamente aparecen en todas las guías a aplicar; también las partes de las que consta cada una: la institución educativa donde es aplicada, Grado de primaria, número de guía, título de la misma, objetivo, recursos, saberes básicos a desarrollar y una serie de actividades que dinamizan el proceso de aprendizaje.

Con el fin de dirigir la propuesta a la mejora de los conocimientos críticos resultantes del Pre test, la tabla 8 determina en cada guía y grado, los saberes básicos de aprendizaje enfocados en cada una de ellas.

Tabla 8

Grado, guías y saberes básicos desarrollados

| GRADO | No. GUÍA | SABERES BÁSICOS A DESARROLLAR |
|--------------|-----------------|--------------------------------------|
|--------------|-----------------|--------------------------------------|

| | | |
|----------|---|--|
| | 1 | Planteamiento y resolución de problemas. Análisis deductivo |
| | 2 | La organización y clasificación de datos. Atención y trabajo en grupo. Construye objetos sencillos a partir de moldes |
| | 3 | Ubicación de objetos con instrucciones de dirección, distancia y posición. Solución de situaciones con distintas posibilidades de ocurrencia. Usa números decimales |
| | 4 | Resuelve problemas de proporcionalidad directa. Hace conversiones entre distintas unidades de medida. Usa los números naturales para establecer relaciones entre ellos, en situaciones específicas. Soluciona problemas de movimiento con operaciones matemáticas. |
| 5 | 5 | Relaciona objetos para solucionar situaciones. Usa la lógica para generar órdenes a un objeto. |
| | 6 | Establece diferencias y similitudes ente objetos bidimensionales y tridimensionales de acuerdo con sus propiedades. Usa propiedades geométricas para solucionar problemas relativos a diseño y construcción de figuras planas |
| | 7 | Estima medidas con patrones arbitrarios. Ubica objetos con base en instrucciones referentes a dirección, distancia y posición. |
| | 8 | Resuelve problemas aditivos rutinarios de composición y transformación. Interpreta condiciones necesarias para su solución. Ubica objetos con base en instrucciones referentes a dirección, distancia y posición. |
| 3 | 1 | Planteamiento y resolución de problemas. Análisis deductivo |

| | |
|---|---|
| 2 | Identificación de atributos de objetos y eventos que son susceptibles de ser medidos. Resolución de problemas aditivos rutinarios. Uso de números. Solución a problemas de diseño y construcción de figuras |
| 3 | Usa números. Entiende que dividir corresponde a hacer repartos equitativos. Resuelve distintos problemas que involucren sumas, restas, multiplicaciones y división. Comprende que el trabajo en equipo es básico para el desarrollo de diferentes retos. |
| 4 | Usa números. Resuelve distintos problemas que involucren sumas, restas, multiplicaciones. Comprende el significado de la igualdad y utiliza el símbolo (=). Mide y estima longitud, distancia, área, capacidad, peso, duración, etc., en objetos y eventos. Comprende que el trabajo en equipo es básico para el desarrollo de diferentes retos. |
| 5 | Resolución de problemas aditivos rutinarios de composición y transformación e interpretación de condiciones necesarias para su solución. Clasificación y ordenamiento de datos. Ubicación de objetos con base en instrucciones referentes a dirección, distancia y posición. Usa números Comprende que el trabajo en equipo es básico para el desarrollo de diferentes retos. |
| 6 | Resuelve distintos problemas que involucren sumas. Restas, multiplicaciones y división. Mide y estima longitud, distancia, área, capacidad, peso, duración, etc., en objetos y eventos. Reconocimiento del uso de números naturales en diferentes contextos. Usa números de 00 a 999.999. Comprende que el trabajo en equipo es básico para el desarrollo de diferentes retos. |

-
- | | |
|---|---|
| 7 | Identificación de atributos de objetos y eventos que son susceptibles de ser medidos. Clasificación y ordenamiento de datos. |
| 8 | Descripción de tendencias que se presentan en un conjunto a partir de los datos que lo describen. Establecimiento de conjeturas que se aproximen a las nociones de paralelismo y perpendicularidad en figuras planas. |
-

Los autores

4.4 Post test

En los grados quinto y tercero los Post test utilizados para la investigación fueron asimilados de pruebas EGMA correspondiente al Programa Todos a Aprender del Ministerio de Educación Nacional, diferentes en contenido al Pre test. Con la aplicación del post test se busca evidenciar la mejora en los conceptos matemáticos, luego de realizar la intervención con ayuda de la aplicación del modelo S.T.E.M en los dos grados.

Para el grado quinto, a cada estudiante se le proporciona un cuestionario de 25 preguntas matemáticas con la posibilidad de respuesta en cuatro literales, de la A a la D, en donde se solicita colocar una X sobre la letra considerada como correcta.

A los estudiantes del grado tercero, se les entrega un cuestionario de 21 preguntas con la posibilidad de respuesta en los literales A, B, C y D, en donde se indica colocar una X en la respuesta considerada como correcta.

El post test aplicado en los grados quinto y tercero de las sedes unitarias de la I.E.D. I.T.A Pacho se encuentra en el anexo 4 y 5 respectivamente.

5. PRUEBAS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Sabiendo que los resultados son insumos importantes para observar el impacto de la investigación y que sirven de referente para identificar el cumplimiento de los objetivos y la mirada de futuras investigaciones, los autores presentan en este capítulo el análisis, las gráficas y las conclusiones que representan los resultados del pre test y post test. Se utilizan gráficas individuales, grupales y comparativas que engloban y sintetizan los resultados.

5.1 Resultados Pre -test

Con la aplicación del Pre – Test (pruebas EGMA) en los grados tercero y quinto de las escuelas unitarias de la I.E.D Instituto Técnico Agrícola del municipio de Pacho, los resultados resumen obtenidos se encuentran en la tabla 9:

Tabla 9

Resultados pre test por estudiante y desempeño

| SEDE | GRADO | No. ESTUDIANTE | RESPUESTAS + | RESPUESTAS - | NOTA / 5.0 | DESEMPEÑO | PROM. GRUPO |
|--------------|---------|----------------|--------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| EL BOSQUE | QUINTO | 1 | 12 | 13 | 2,4 | INSUFICIENTE | 2,40 |
| | | 2 | 12 | 13 | 2,4 | INSUFICIENTE | |
| AGUAS CLARAS | QUINTO | 1 | 18 | 7 | 3,6 | MÍNIMO | 3,75 |
| | | 2 | 19 | 6 | 3,8 | MÍNIMO | |
| | | 3 | 17 | 8 | 3,4 | MÍNIMO | |
| | | 4 | 21 | 4 | 4,2 | SATISFACTORIO | |
| | TERCERO | 1 | 16 | 5 | 3,8 | MÍNIMO | 3,04 |
| | | 2 | 15 | 6 | 3,6 | MÍNIMO | |
| | | 3 | 8 | 13 | 1,9 | BAJO | |
| | | 4 | 12 | 9 | 2,9 | BAJO | |
| | | 5 | 14 | 7 | 3,3 | MÍNIMO | |
| LAS HUERTAS | QUINTO | 1 | 18 | 7 | 3,6 | MÍNIMO | 3,6 |
| EL CABRERO | QUINTO | 1 | 14 | 11 | 2,8 | INSUFICIENTE | 3,13 |
| | | 2 | 17 | 8 | 3,4 | MÍNIMO | |
| | | 3 | 16 | 9 | 3,2 | MÍNIMO | |
| | TERCERO | 1 | 18 | 3 | 4,3 | SATISFACTORIO | 4,17 |
| | | 2 | 17 | 4 | 4,0 | SATISFACTORIO | |

| GUAYABAL DE PATASÍA | QUINTO | 1 | 23 | 2 | 4,6 | SATISFACTORIO | 4,60 |
|----------------------------|---------|---|----|----|------|---------------|------|
| | TERCERO | 1 | 17 | 4 | 4,05 | SATISFACTORIO | 4,05 |
| | | | | | | | |
| LA RAMADA | QUINTO | 1 | 18 | 7 | 3,6 | MÍNIMO | 3,40 |
| | | 2 | 14 | 11 | 2,8 | INSUFICIENTE | |
| | | 3 | 16 | 9 | 3,2 | MÍNIMO | |
| | | 4 | 22 | 3 | 4,4 | SATISFACTORIO | |
| | | 5 | 15 | 10 | 3 | MÍNIMO | |
| | | 6 | 14 | 11 | 2,8 | INSUFICIENTE | |
| | | 7 | 20 | 5 | 4 | SATISFACTORIO | |
| | TERCERO | 1 | 14 | 7 | 3,3 | MÍNIMO | 3,92 |
| | | 2 | 17 | 4 | 4,0 | SATISFACTORIO | |
| | | 3 | 15 | 6 | 3,6 | MÍNIMO | |
| | | 4 | 18 | 3 | 4,3 | SATISFACTORIO | |
| | | 5 | 15 | 6 | 3,6 | MÍNIMO | |
| | | 6 | 18 | 3 | 4,3 | SATISFACTORIO | |
| | | 7 | 17 | 4 | 4,0 | SATISFACTORIO | |
| | | 8 | 19 | 2 | 4,5 | SATISFACTORIO | |
| | | 9 | 15 | 6 | 3,6 | MÍNIMO | |

Los autores

En la tabla anterior se sintetiza de cada sede, grado y del número de estudiantes, los números de preguntas acertadas (respuestas +) y preguntas desacertadas (respuestas -); para obtener nota sobre 5.0 y así determinar el desempeño en el que cada estudiante se encuentra (Insuficiente, Mínimo, Satisfactorio o Avanzado). El nivel insuficiente se determina cuando la nota se encuentra por debajo de 3.0; el nivel mínimo cuando se encuentra entre 3.0 y 3.9, el satisfactorio entre 4.0 y 4.5 y el nivel avanzado entre 4.6 y 5.0. Para el presente trabajo de investigación se identifican los desempeños por colores, por lo cual nivel insuficiente es amarillo, nivel mínimo es naranja, el nivel satisfactorio es azul y nivel avanzado verde.

A continuación se presentan los puntajes obtenidos en los 35 estudiantes que aplicaron el pre test, los cuales se organizaron de acuerdo a los niveles de desempeño para determinar la participación respectiva. En el grado quinto de los 18 estudiantes el 50% se encuentra en nivel mínimo de aprendizaje de conceptos matemáticos, seguido por el nivel insuficiente con un 27,8% y muy cerca el 22% en nivel satisfactorio.

| QUINTO | | | TERCERO | | |
|--------|------|---------------|---------|------|---------------|
| NOTA | % | NIVEL | NOTA | % | NIVEL |
| 2,4 | 27,8 | INSUFICIENTE | 1,9 | 11,8 | INSUFICIENTE |
| 2,4 | | | 2,9 | | |
| 2,8 | | | 3,3 | | |
| 2,8 | | | 3,3 | | |
| 2,8 | | | 3,6 | | |
| 3 | 50 | MÍNIMO | 3,6 | 41,2 | MÍNIMO |
| 3,2 | | | 3,6 | | |
| 3,2 | | | 3,6 | | |
| 3,4 | | | 3,6 | | |
| 3,4 | | | 3,8 | | |
| 3,6 | | | 4,0 | | |
| 3,6 | | | 4,0 | | |
| 3,6 | 22,2 | SATISFACTORIO | 4,05 | 47,1 | SATISFACTORIO |
| 3,8 | | | 4,3 | | |
| 4 | | | 4,3 | | |
| 4,2 | | | 4,3 | | |
| 4,4 | | | 4,3 | | |
| 4,6 | | | 4,5 | | |

Por otra parte, en el grado tercero se evidencia que no hay diferencia significativa en el aprendizaje de matemáticas entre los niveles satisfactorio (47,1%) y mínimo (41,2%), con 11,8% de se encuentra el nivel insuficiente; por lo que se deduce que los estudiantes de este grado manejan la mayoría de conceptos evaluados en el pre test.

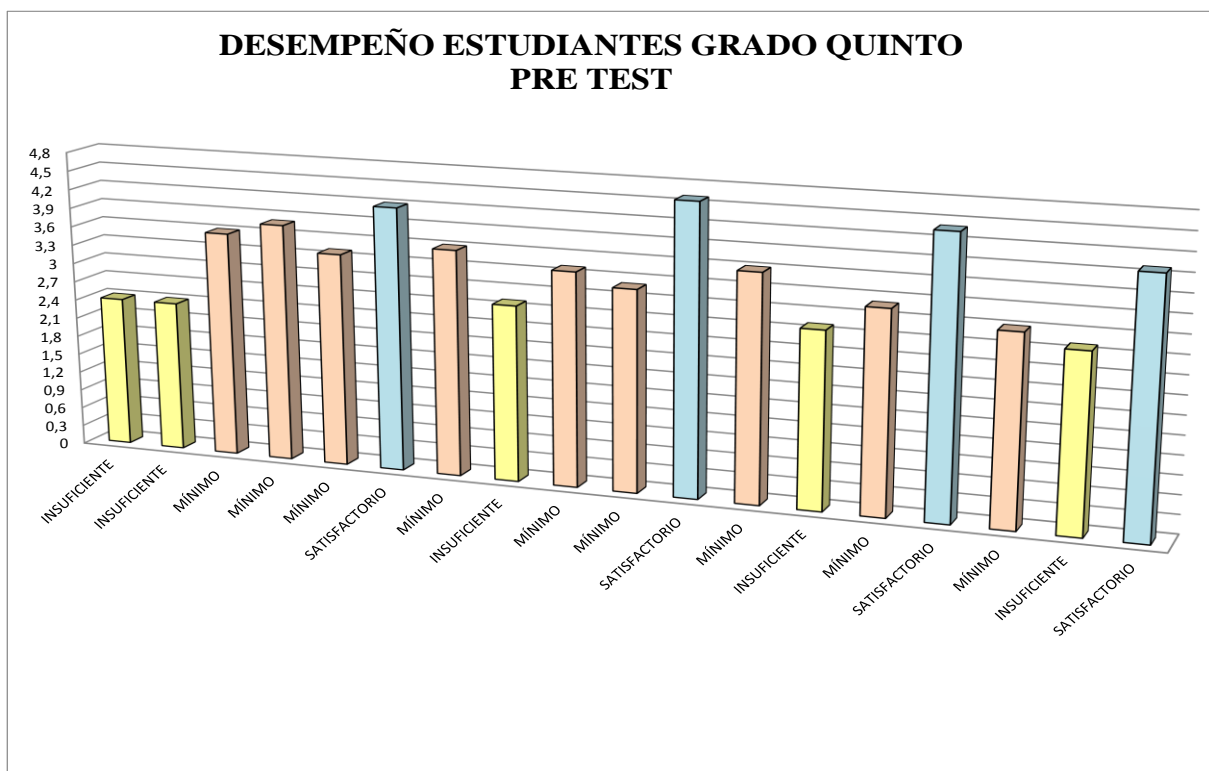


Figura 1. Desempeño grado quinto

En la figura 1, desempeño de estudiantes de grado quinto; en el Pre test aplicado, se determina que de los 18 estudiantes evaluados 5 estudiantes se encuentran en nivel de desempeño insuficiente, en desempeño mínimo 9 y 4 en desempeño satisfactorio y ninguno en avanzado. Por lo que predominan los niveles mínimo e insuficiente, conlleva a realizar un análisis más profundo de cuáles son los temas en que los estudiantes presentaron deficiencias y dirigir la intervención hacia su mejora.

Para el grado tercero, el desempeño de los 17 estudiantes se presenta de la siguiente manera: en nivel satisfactorio 8, 7 en mínimo y 2 en nivel insuficiente; es importante identificar los temas en los que la mitad de los estudiantes tienen falencias analizando la orientación que el pre test presenta, lo que se evidencia en la figura 2.

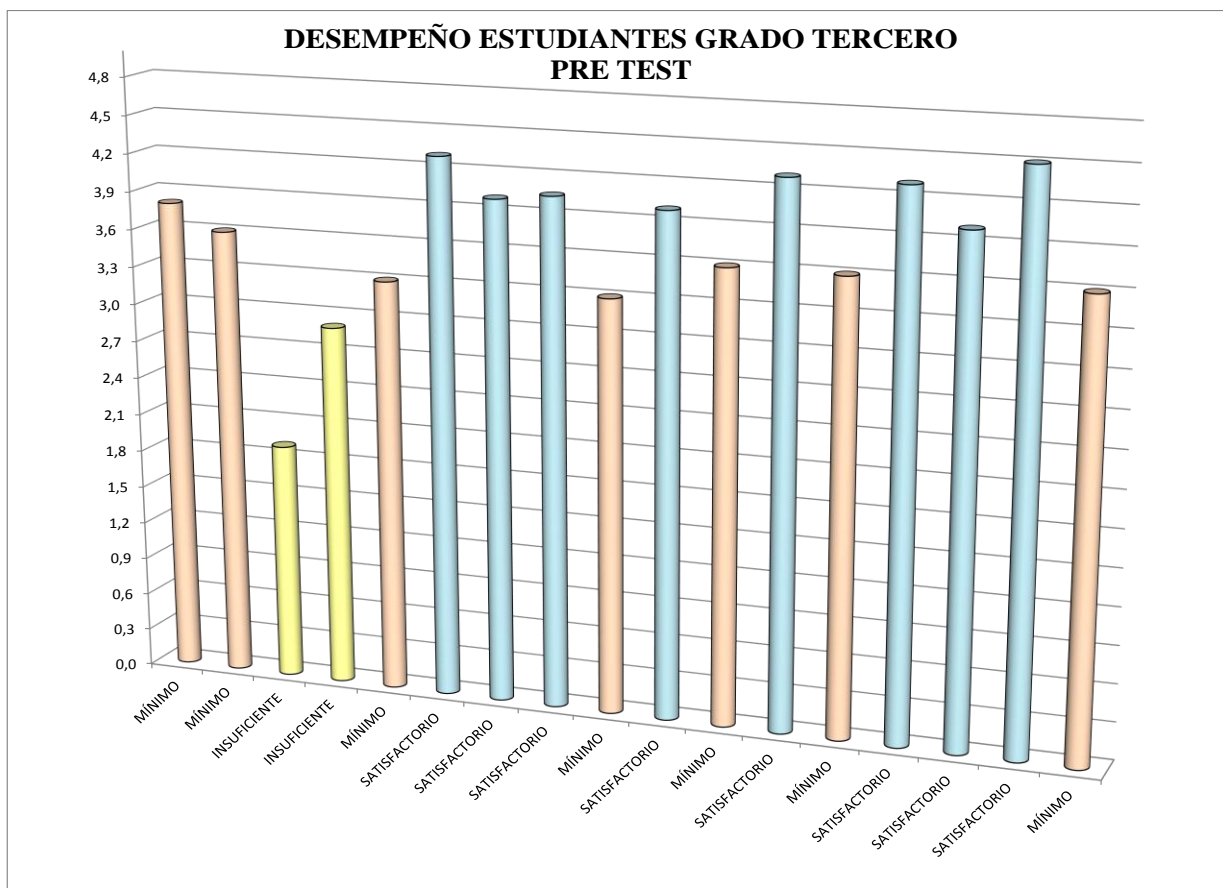


Figura 2. Desempeño grado tercero

5.1.1 Resultados Pre - test quinto

Con la implementación del modelo STEM se busca minimizar el número de estudiantes en los niveles insuficiente y mínimo, apoyándolos para alcanzar el nivel de desempeño satisfactorio en el aprendizaje de las matemáticas. En la tabla 10, se presentan los resultados de los 18 estudiantes de grado quinto de las seis sedes unitarias para las 25 preguntas realizadas y la frecuencia de respuestas en cada uno de los literales A, B, C, D o NR (No responde); la respuesta correcta para cada pregunta se identifica con un sombreado azul.

Tabla 10

Preguntas y respuestas en literales del pre test grado quinto con frecuencia aciertos

| | No preg | A | B | C | D | NR | TOTAL 100% | TOTAL DE ACIERTOS | FRECUENCIA (% ACIERTOS) |
|----|---------|----|----|----|---|----|---------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 28 | 6 | 5 | 4 | 2 | 1 | 18 | 6 | 33,3 |
| 2 | 29 | 1 | 6 | 8 | 3 | 0 | 18 | 6 | 33,3 |
| 3 | 30 | 1 | 17 | 0 | 0 | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 4 | 31 | 0 | 0 | 16 | 2 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 5 | 32 | 4 | 2 | 2 | 9 | 1 | 18 | 9 | 50,0 |
| 6 | 33 | 0 | 0 | 17 | 1 | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 7 | 34 | 2 | 0 | 7 | 9 | 0 | 18 | 9 | 50,0 |
| 8 | 35 | 9 | 3 | 4 | 2 | 0 | 18 | 4 | 22,2 |
| 9 | 36 | 3 | 10 | 2 | 3 | 0 | 18 | 10 | 55,6 |
| 10 | 37 | 2 | 1 | 15 | 0 | 0 | 18 | 15 | 83,3 |
| 11 | 38 | 16 | 1 | 1 | 0 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 12 | 39 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 13 | 40 | 8 | 2 | 4 | 4 | 0 | 18 | 8 | 44,4 |
| 14 | 41 | 1 | 1 | 16 | 0 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 15 | 42 | 0 | 17 | 0 | 1 | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 16 | 43 | 1 | 13 | 1 | 3 | 0 | 18 | 13 | 72,2 |
| 17 | 44 | 2 | 0 | 16 | 0 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 18 | 45 | 1 | 14 | 2 | 1 | 0 | 18 | 14 | 77,8 |
| 19 | 46 | 12 | 3 | 2 | 1 | 0 | 18 | 12 | 66,7 |
| 20 | 47 | 7 | 1 | 7 | 3 | 0 | 18 | 7 | 38,9 |
| 21 | 48 | 6 | 10 | 1 | 1 | 0 | 18 | 10 | 55,6 |
| 22 | 49 | 8 | 5 | 1 | 4 | 0 | 18 | 4 | 22,2 |
| 23 | 50 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 24 | 51 | 13 | 1 | 4 | 0 | 0 | 18 | 13 | 72,2 |
| 25 | 52 | 0 | 2 | 15 | 1 | 0 | 18 | 15 | 83,3 |

En la figura 3 se presenta los resultados a las 25 preguntas de los 18 estudiantes de grado quinto de las sedes unitarias. Los literales se identifican como A azul, B verde, C Amarillo, D morado y NR naranja. Las preguntas que a continuación se relacionan son aquellas que tuvieron más grado de dificultad o confusión, por tanto no superan el 55.6% de aciertos, estas son: preguntas 1(28), 2 (29), 5(32), 7(34), 8(35), 9(36), 20(47), 21(48) y 22(49).

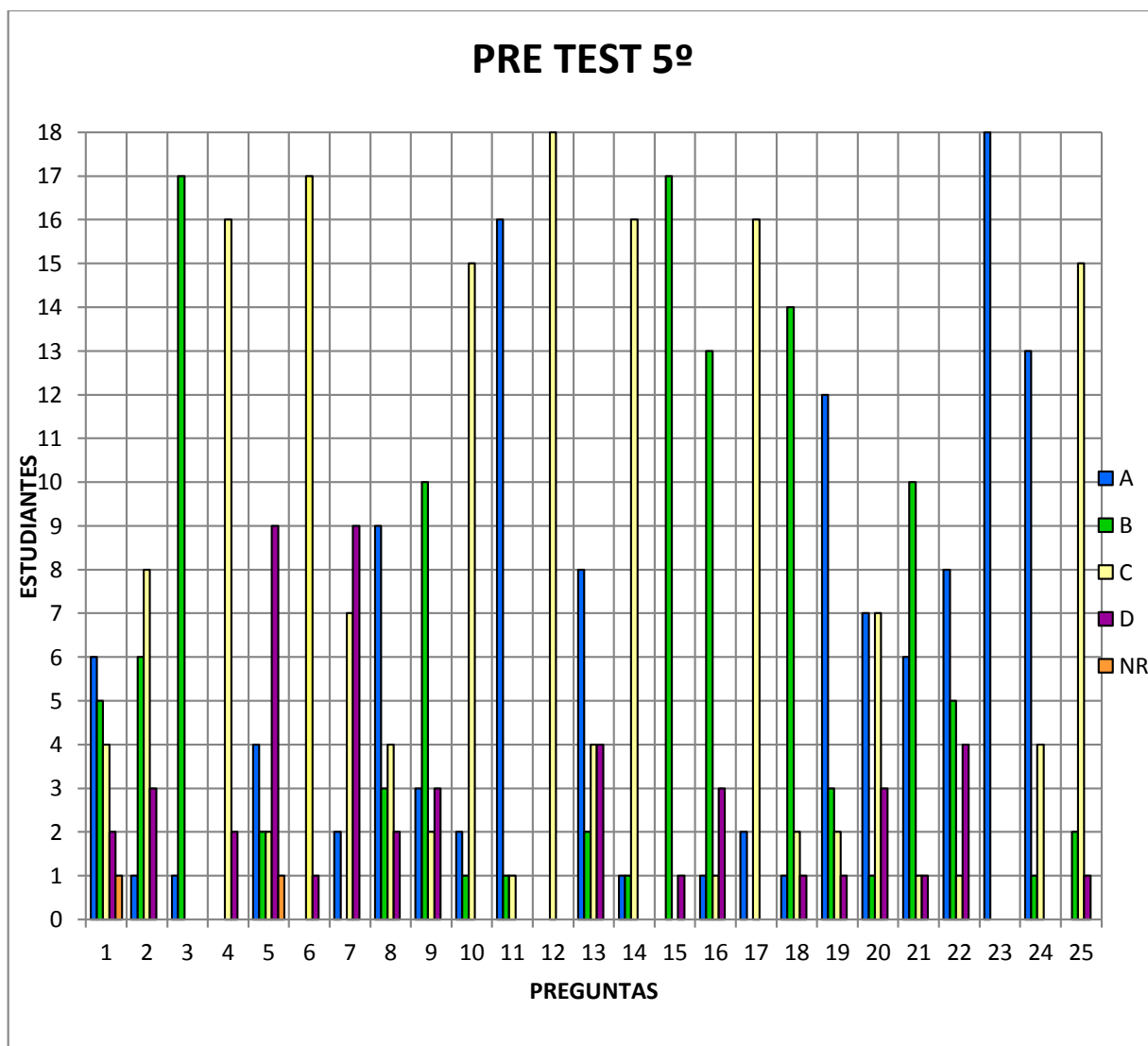


Figura 3. Pre test 5º

La tabla 11 indica las competencias críticas o que no fueron alcanzadas en las preguntas relacionadas anteriormente, del pre test correspondiente al grado quinto.

Tabla 11

Preguntas y competencias críticas en grado quinto

| No. | COMPETENCIAS CRÍTICAS | FRECUENCIA |
|----------|--|------------|
| PREGUNTA | | ACIERTOS |
| 1 | Promedios e interpretación de gráficas | 33.3% |
| 2 | Uso de operaciones y propiedades de los números naturales para establecer relaciones entre ellos en situaciones específicas. Multiplicación e interpretación de problemas | 33.3% |
| 5 | Representación de conjunto de datos a partir de diagramas de barras e interpretación de los mismos. Análisis e interpretación de gráficas y diagramas | 50.0% |
| 7 | Multiplicación e interpretación de problemas | 50.0% |
| 8 | Multiplicación e interpretación de problemas | 22.2% |
| 9 | Descripción de tendencias que se presentan en un conjunto a partir de los datos que lo describen. División e interpretación de problemas | 55.6% |
| 20 | Ejercicios con fracciones | 38.9% |
| 21 | División y multiplicación e interpretación de problemas | 55.6% |
| 22 | Uso de fracciones comunes para describir situaciones continuas y discretas | 22.2% |

Los autores

5.1.2 Resultados Pre - test tercero.

Los resultados de las 21 preguntas realizadas a los 17 estudiantes de grado tercero de las seis sedes unitarias se evidencian en la tabla 12. La respuesta correcta para cada pregunta se identifica con un sombreado azul. Se presenta la frecuencia de respuestas en cada uno de los

literales A, B, C, D o NR (No responde) y el porcentaje de frecuencia o aciertos para cada pregunta. De acuerdo al porcentaje de frecuencias o aciertos las más bajas son las correspondientes a las preguntas 1(21), 12(32), 13(33), 14(34) y 20(40).

Tabla 12

Preguntas y respuestas en literales del pre test grado tercero con frecuencia aciertos

| | No. Preg | A | B | C | D | NR | TOTAL 100% | TOTAL DE ACIERTOS | FRECUENCIA (% ACIERTOS) |
|----|----------|----|----|----|----|----|---------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 21 | 2 | 1 | 11 | 3 | 0 | 17 | 1 | 5,9 |
| 2 | 22 | 0 | 16 | 1 | 0 | 0 | 17 | 16 | 94,1 |
| 3 | 23 | 14 | 1 | 2 | 0 | 0 | 17 | 14 | 82,4 |
| 4 | 24 | 2 | 2 | 0 | 13 | 0 | 17 | 13 | 76,5 |
| 5 | 25 | 0 | 15 | 2 | 0 | 0 | 17 | 15 | 88,2 |
| 6 | 26 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 17 | 17 | 100,0 |
| 7 | 27 | 15 | 0 | 2 | 0 | 0 | 17 | 15 | 88,2 |
| 8 | 28 | 15 | 0 | 1 | 1 | 0 | 17 | 15 | 88,2 |
| 9 | 29 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 17 | 100,0 |
| 10 | 30 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 | 17 | 12 | 70,6 |
| 11 | 31 | 0 | 1 | 0 | 15 | 1 | 17 | 15 | 88,2 |
| 12 | 32 | 1 | 8 | 0 | 5 | 3 | 17 | 8 | 47,1 |
| 13 | 33 | 1 | 1 | 9 | 1 | 5 | 17 | 9 | 52,9 |
| 14 | 34 | 8 | 7 | 1 | 0 | 1 | 17 | 7 | 41,2 |
| 15 | 35 | 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 16 | 94,1 |
| 16 | 36 | 0 | 16 | 0 | 0 | 1 | 17 | 16 | 94,1 |
| 17 | 37 | 12 | 1 | 1 | 0 | 3 | 17 | 12 | 70,6 |
| 18 | 38 | 0 | 0 | 15 | 0 | 2 | 17 | 15 | 88,2 |
| 19 | 39 | 1 | 15 | 0 | 0 | 1 | 17 | 15 | 88,2 |
| 20 | 40 | 1 | 3 | 9 | 2 | 2 | 17 | 3 | 17,6 |
| 21 | 41 | 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 17 | 14 | 82,4 |

Con la figura 4 se interpreta que la mayoría de estudiantes de grado tercero presentan dudas en las respuestas a las preguntas número 1, 12, 13, 14, 20, dado que las barras se encuentran en similar proporción lo que lleva a concluir que hay duda en los temas matemáticos relacionados a dichas preguntas. Por otra parte, se denota total seguridad en las preguntas 2, 5, 6, 7, 8, 9, 15 y 16.

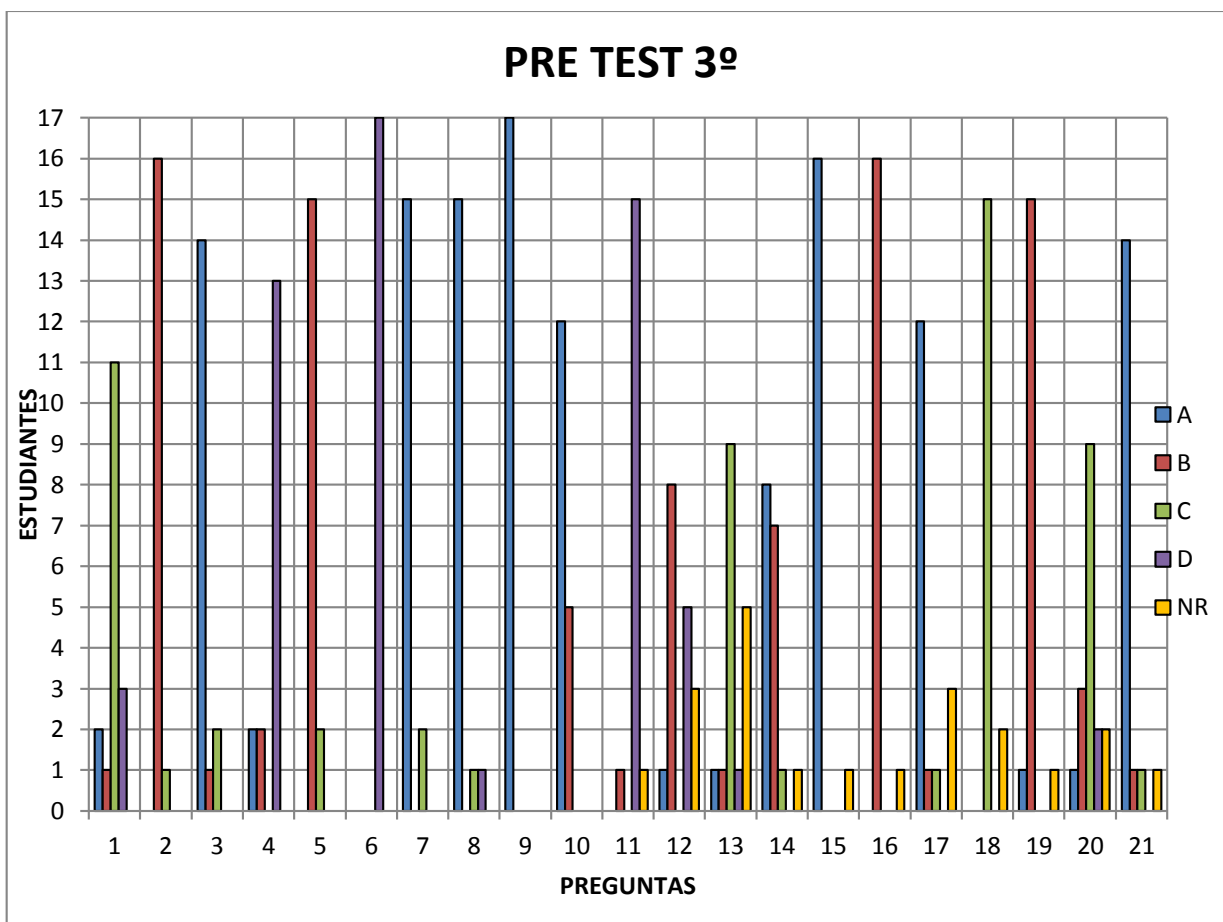


Figura 4. Pre test 3º

De acuerdo a la interpretación de la tabla 12 y figura 4 se determinan las competencias críticas en el grado tercero, que se presentan a continuación en la tabla 13.

Tabla 13

Preguntas y competencias críticas en grado tercero

| No. | COMPETENCIAS CRÍTICAS | FRECUENCIA |
|----------|---|------------|
| PREGUNTA | | ACIERTOS |
| 1 | Construcción y descripción de secuencias numéricas y geométricas. Suma de cantidades en un conjunto | 5.9% |
| 12 | Interpretación de Unidades, decenas, centenas | 47.1% |

| | | |
|----|--|-------|
| 13 | Reconocimiento de equivalencias entre diferentes tipos de representaciones relacionadas con números. Comparación de cantidades en dos conjuntos | 52.9% |
| 14 | Resolución de problemas aditivos rutinarios de composición y transformación e interpretación de condiciones necesarias para su solución. Sustracción de cantidades | 41.2% |
| 20 | Ubicación de objetos con base en instrucciones referentes a dirección, distancia y posición. Razonamiento espacial, construcción con figuras geométricas | 17.6% |

Los autores

5.2 Resultados Pos – test

Los resultados generales y en resumen obtenidos se encuentran en la tabla 14, donde se presentan por estudiante y su correspondiente desempeño de acuerdo a la escala nacional del Ministerio de Educación. Con la aplicación del Post – Test (pruebas EGMA) en los grados tercero y quinto de las escuelas unitarias de la I.E.D Instituto Técnico Agrícola del municipio de Pacho.

Además, en la tabla 14 se presentan los desempeños en el que los 35 estudiantes se encuentran (Insuficiente, Mínimo, Satisfactorio o Avanzado). Se vislumbra que no hay estudiantes en nivel Insuficiente y todos se encuentran entre el mínimo, satisfactorio y avanzado. Los colores representativos en la tabla son naranja para nivel mínimo, azul el nivel satisfactorio y verde nivel avanzado.

Tabla 14

Resultados post test por estudiante y desempeño

| SEDE | GRADO | No. ESTUDIANTE | RESPUESTAS + | RESPUESTAS - | DESEMPEÑO | NOTA/5.0 | PROM GRUP |
|--------------|---------|----------------|--------------|--------------|---------------|----------|-----------|
| EL BOSQUE | QUINTO | 1 | 16 | 9 | MÍNIMO | 3,2 | 3,4 |
| | | 2 | 18 | 7 | MÍNIMO | 3,6 | |
| AGUAS CLARAS | QUINTO | 1 | 19 | 6 | MÍNIMO | 3,8 | 4,2 |
| | | 2 | 22 | 3 | SATISFACTORIO | 4,4 | |
| | | 3 | 19 | 6 | MÍNIMO | 3,8 | |
| | | 4 | 24 | 1 | AVANZADO | 4,8 | |
| | TERCERO | 1 | 19 | 2 | SATISFACTORIO | 4,5 | 4,04 |
| | | 2 | 19 | 2 | SATISFACTORIO | 4,5 | |
| | | 3 | 16 | 5 | MÍNIMO | 3,8 | |
| | | 4 | 15 | 6 | MÍNIMO | 3,6 | |
| | | 5 | 16 | 5 | MÍNIMO | 3,8 | |
| LAS HUERTAS | QUINTO | 1 | 22 | 3 | SATISFACTORIO | 4,4 | 4,4 |
| EL CABRERO | QUINTO | 1 | 19 | 6 | MÍNIMO | 3,8 | 4,2 |
| | | 2 | 22 | 3 | SATISFACTORIO | 4,4 | |
| | | 3 | 22 | 3 | SATISFACTORIO | 4,4 | |
| | TERCERO | 1 | 19 | 2 | SATISFACTORIO | 4,5 | 4,5 |
| | | 2 | 19 | 2 | SATISFACTORIO | 4,5 | |
| PATASIA | QUINTO | 1 | 24 | 1 | AVANZADO | 4,8 | 4,8 |
| | TERCERO | 1 | 20 | 1 | SATISFACTOTIO | 4 | 4 |
| LA RAMADA | QUINTO | 1 | 23 | 2 | AVANZADO | 4,6 | 4,2 |
| | | 2 | 19 | 6 | MÍNIMO | 3,8 | |
| | | 3 | 24 | 1 | AVANZADO | 4,8 | |
| | | 4 | 23 | 2 | AVANZADO | 4,6 | |
| | | 5 | 23 | 2 | AVANZADO | 4,6 | |
| | | 6 | 18 | 7 | MÍNIMO | 3,6 | |
| | | 7 | 19 | 6 | MÍNIMO | 3,8 | |
| | TERCERO | 1 | 20 | 1 | AVANZADO | 4,7 | 4,4 |
| | | 2 | 20 | 1 | AVANZADO | 4,7 | |
| | | 3 | 20 | 1 | AVANZADO | 4,7 | |
| | | 4 | 16 | 5 | MÍNIMO | 3,8 | |
| | | 5 | 21 | 0 | AVANZADO | 4,7 | |
| | | 6 | 16 | 5 | MÍNIMO | 3,8 | |
| | | 7 | 20 | 1 | AVANZADO | 4,7 | |
| | | 8 | 20 | 1 | AVANZADO | 4,7 | |
| | | 9 | 16 | 5 | MÍNIMO | 3,8 | |

Los autores

La participación en el grado quinto de los 18 estudiantes en los niveles representativos de la tabla 14 corresponden a: 44, 4% en nivel mínimo de aprendizaje de conceptos matemáticos, seguido por el nivel avanzado con un 33.3 % y el nivel satisfactorio con 22, 2%. Desaparece el nivel insuficiente y de manera muy cercana los estudiantes se distribuyen en los otros tres niveles.

| QUINTO | | | TERCERO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|------|---------------|-------|----------|-------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|----------|------|------|----------|---------------|-----|-------|----------|------|------|----------|---------------|------|-------|----------|----------|------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|------|----------|----------|------|----------|-----|
| NOTA | % | NIVEL | NOTA | % | NIVEL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,2 | 44,44 | MÍNIMO | 3,8 | 35,3 | MÍNIMO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,6 | | | 3,8 | | | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,6 | 3,8 | 4,4 | 22,22 | SATISFACTORIO | 4,5 | 29,4 | SATISFACTORIO | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,8 | 33,33 | AVANZADO | 4,7 | 35,3 | AVANZADO | 4,8 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,8 | | | 3,8 | | | 3,8 | 3,8 | 3,6 | 3,8 | 4,4 | 22,22 | | | SATISFACTORIO | | | 4,5 | 29,4 | SATISFACTORIO | 4,4 | | | 4,4 | | | 4,4 | 4,8 | 33,33 | AVANZADO | 4,7 | 35,3 | AVANZADO | 4,8 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,6 | | | | | | | | | | | | | |
| 3,8 | | | 3,8 | | | 3,8 | 3,6 | 3,8 | 4,4 | 22,22 | | | | | | | SATISFACTORIO | | | 4,5 | | | 29,4 | | | SATISFACTORIO | 4,4 | | | 4,4 | | | 4,4 | 4,8 | 33,33 | AVANZADO | 4,7 | 35,3 | AVANZADO | 4,8 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,6 | | | | | | |
| 3,8 | | | 3,8 | | | 3,6 | 3,8 | 4,4 | 22,22 | | | | | | | | | | | SATISFACTORIO | | | | | | | 4,5 | | | 29,4 | | | SATISFACTORIO | 4,4 | | | 4,4 | | | 4,4 | 4,8 | 33,33 | AVANZADO | 4,7 | 35,3 | AVANZADO | 4,8 | 4,6 | 4,8 | 4,6 |
| 3,8 | | | 3,6 | | | 3,8 | 4,4 | 22,22 | | | | SATISFACTORIO | 4,5 | | 29,4 | SATISFACTORIO | | | | | | | | | | | 4,4 | | | | | | | 4,4 | | | 4,4 | | | 4,8 | 33,33 | | | AVANZADO | | | 4,7 | 35,3 | AVANZADO | 4,8 |
| 3,6 | | | 3,8 | | | 4,4 | 22,22 | | | | SATISFACTORIO | | 4,5 | 29,4 | | | | SATISFACTORIO | 4,4 | | | | | | | | 4,4 | | | | | | | 4,4 | | | 4,8 | | | 33,33 | | | | | | | AVANZADO | | | 4,7 |
| 3,8 | | | 4,4 | | | 22,22 | | | | SATISFACTORIO | | | 4,5 | | | | 29,4 | | SATISFACTORIO | | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,8 | 33,33 | AVANZADO | 4,7 | | | | | | | 35,3 | | | AVANZADO | | | | | | | | | | | | | 4,8 |
| 4,4 | 22,22 | SATISFACTORIO | 4,5 | 29,4 | SATISFACTORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,4 | | | 4,4 | | | | | 4,4 | 4,8 | | | 33,33 | AVANZADO | | 4,7 | 35,3 | | | | AVANZADO | 4,8 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | | | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,4 | | | 4,4 | | | | 4,8 | 33,33 | AVANZADO | | 4,7 | | | 35,3 | AVANZADO | | | 4,8 | | | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,4 | | | 4,8 | | | 33,33 | AVANZADO | | | 4,7 | 35,3 | | | | | | AVANZADO | 4,8 | 4,6 | | 4,8 | 4,6 | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,8 | 33,33 | AVANZADO | 4,7 | 35,3 | AVANZADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,8 | | | 4,6 | | | | | | | 4,8 | | | | | | | | 4,6 | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,6 | | | 4,8 | | | | | | | 4,6 | | | | | | | | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,8 | | | 4,6 | | | | | | | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,6 | | | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

De manera similar a lo sucedido en el grado quinto; en el grado tercero se demuestra que los niveles mínimo y avanzado presentan el mismo porcentaje de participación con 35.3% y que con 29.4% se encuentra el nivel satisfactorio; muy similares y próximos entre sí, lo cual indica una constante distribución en esos niveles y por tanto una mejoría significativa en los resultados.

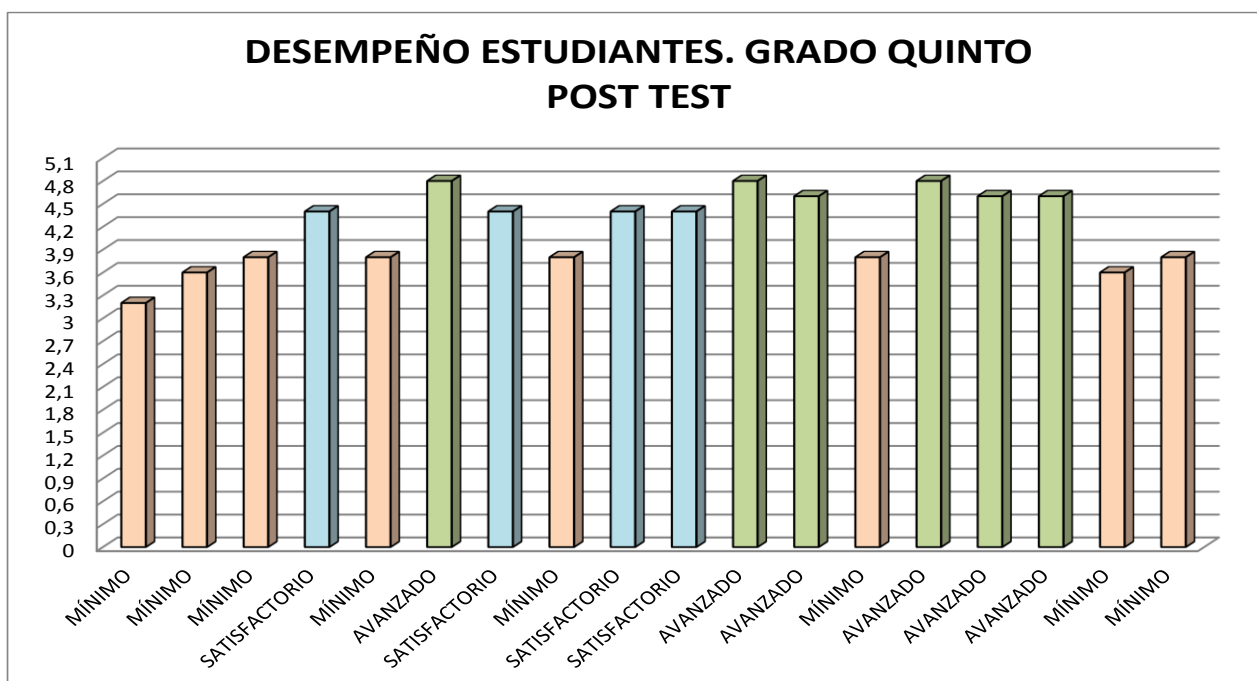


Figura 5. Desempeño post test 5°

En la figura 5 del desempeño de estudiantes de grado quinto luego de la aplicación del post test, se demuestra que 8 estudiantes se ubicaron en el nivel mínimo, 4 en nivel satisfactorio y 6 en satisfactorio,

Por otra parte, en el desempeño de los 17 estudiantes de grado tercero la distribución es la que se observa en la figura 6. En nivel mínimo 6 estudiantes, 5 en nivel satisfactorio y 6 en nivel avanzado.

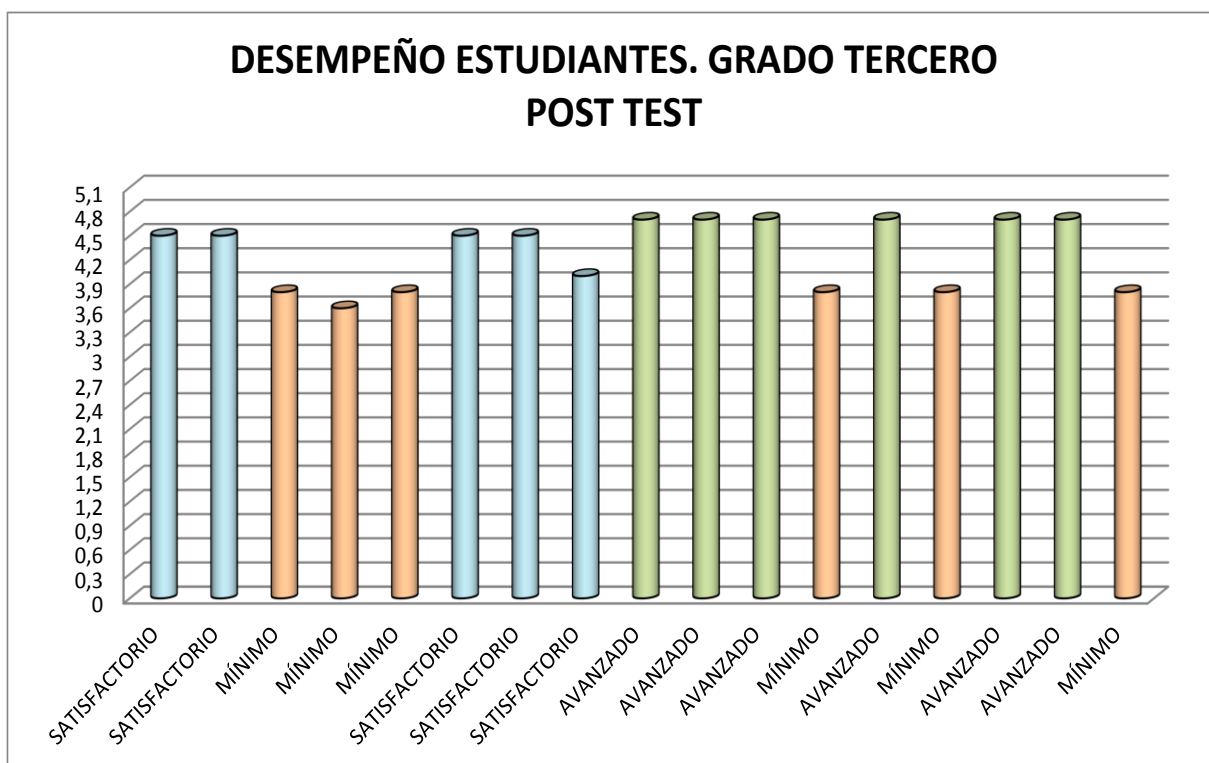


Figura 6. Desempeño post test 3°

5.2.1 Resultados post test grado 5

Los resultados del post test del grado quinto se presentan en la tabla 15, en donde la respuesta correcta a cada una de las 25 preguntas se identifica con color rojo.

Tabla 15

Resultados post test por estudiante y frecuencia de aciertos en 5°

| | No preg | A | B | C | D | NR | TOTAL 100% | TOTAL DE ACIERTOS | FRECUENCIA (% ACIERTOS) |
|----|---------|----|----|----|----|----|---------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 28 | 16 | | 1 | 1 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 2 | 29 | 16 | 1 | | 1 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 3 | 30 | 1 | 17 | | | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 4 | 31 | | | 18 | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 5 | 32 | 2 | 14 | | 2 | 0 | 18 | 14 | 77,8 |
| 6 | 33 | 1 | 17 | | | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 7 | 34 | 15 | | 1 | 2 | 0 | 18 | 15 | 83,3 |
| 8 | 35 | 16 | | 1 | 1 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 9 | 36 | | 17 | 1 | | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 10 | 37 | | | 18 | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 11 | 38 | 17 | | | 1 | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 12 | 39 | | | 18 | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 13 | 40 | 13 | 1 | 3 | 1 | 0 | 18 | 13 | 72,2 |
| 14 | 41 | | | 18 | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 15 | 42 | | 18 | | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 16 | 43 | | | | 18 | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 17 | 44 | | | 18 | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 18 | 45 | | 16 | | 2 | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 19 | 46 | 16 | | 2 | | 0 | 18 | 16 | 88,9 |
| 20 | 47 | 17 | 1 | | | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 21 | 48 | 15 | | 2 | 1 | 0 | 18 | 15 | 83,3 |
| 22 | 49 | | 1 | | 17 | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 23 | 50 | 18 | | | | 0 | 18 | 18 | 100,0 |
| 24 | 51 | 17 | 1 | | | 0 | 18 | 17 | 94,4 |
| 25 | 52 | 1 | | 17 | | 0 | 18 | 17 | 94,4 |

Los autores

Se concluye de la tabla de acuerdo a los porcentajes de frecuencia de aciertos que la frecuencia más baja es la correspondiente a la pregunta número 13 (40) con un 72,2% y 13 aciertos de los 18. Lo cual indica que la intervención ayudo a mejorar los conocimientos en los temas de las otras preguntas que en el pres test se encontraban como deficientes.

En la figura 7 se representan los resultados a las 25 preguntas de los 18 estudiantes de grado quinto de las sedes unitarias. Los literales se identifican como A azul, B rojo, C verde y D morado. Denotándose mayor asertividad y por lo tanto mayor seguridad en el momento de resolver el post test.

Al comparar con el pre test, en las preguntas de dificultad (1, 2, 5, 7, 8, 9, 20, 21 y 22) se aumenta la frecuencia de aciertos, lo que evidencia mejorar en los conocimientos o temas relacionados con las mismas.

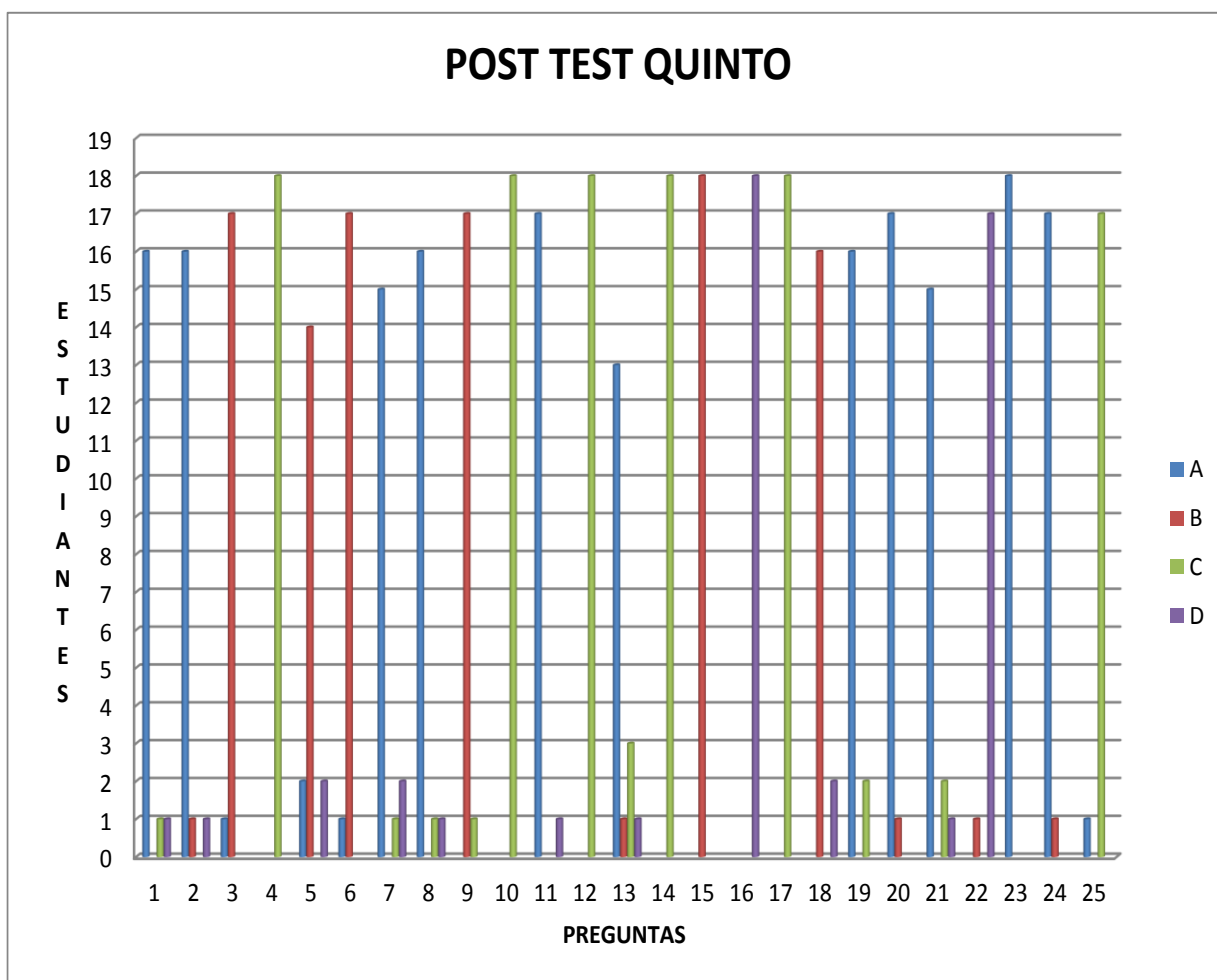


Figura 7. Resultado post test 5°

5.2.2 Resultados post test grado 3

La tabla 16 presenta las respuestas a las 21 preguntas formuladas en el post test para el grado tercero, así como el total y porcentaje de frecuencia en los aciertos. Las respuestas correctas se encuentran sombreadas de color rojo.

Tabla 16

Resultados post test por estudiante y frecuencia de aciertos en 3°

| | No. Preg | A | B | C | D | NR | TOTAL 100% | TOTAL DE ACIERTOS | FRECUENCIA (% ACIERTOS) |
|----|----------|----|----|----|----|----|---------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | 21 | 2 | 1 | 14 | | | 17 | 14 | 82,4 |
| 2 | 22 | | 17 | | | | 17 | 17 | 100,0 |
| 3 | 23 | 16 | | 1 | | | 17 | 16 | 94,1 |
| 4 | 24 | | | | 17 | | 17 | 17 | 100,0 |
| 5 | 25 | | 1 | | 16 | | 17 | 16 | 94,1 |
| 6 | 26 | | 16 | | 1 | | 17 | 16 | 94,1 |
| 7 | 27 | 17 | | | | | 17 | 17 | 100,0 |
| 8 | 28 | 16 | | 1 | | | 17 | 16 | 94,1 |
| 9 | 29 | 17 | | | | | 17 | 17 | 100,0 |
| 10 | 30 | 15 | 1 | 1 | | | 17 | 15 | 88,2 |
| 11 | 31 | | 15 | | 1 | 1 | 17 | 15 | 88,2 |
| 12 | 32 | 13 | 2 | 2 | | | 17 | 13 | 76,5 |
| 13 | 33 | | | 1 | 16 | | 17 | 16 | 94,1 |
| 14 | 34 | 2 | 15 | | | | 17 | 15 | 88,2 |
| 15 | 35 | 15 | | 1 | 1 | | 17 | 15 | 88,2 |
| 16 | 36 | | 16 | 1 | | | 17 | 16 | 94,1 |
| 17 | 37 | 17 | | | | | 17 | 17 | 100,0 |
| 18 | 38 | 1 | | 16 | | | 17 | 16 | 94,1 |
| 19 | 39 | | 1 | | 16 | | 17 | 16 | 94,1 |
| 20 | 40 | 2 | 1 | 14 | | | 17 | 15 | 88,2 |
| 21 | 41 | | 1 | 1 | 15 | | 17 | 15 | 88,2 |

El porcentaje más bajo de aciertos es el correspondiente a la pregunta 12 (32) con 76,5% en frecuencia de asertividad, al compararla con la del pre test se incrementó en 29,4%, aunque fue el más bajo se muestra una mejoría notoria.

Se evidencia en la figura 8 un aumento significativo en la frecuencia de aciertos a las respuestas, lo cual reafirma la mejoría en el desempeño y en los conocimientos matemáticos relacionados a los mismos.

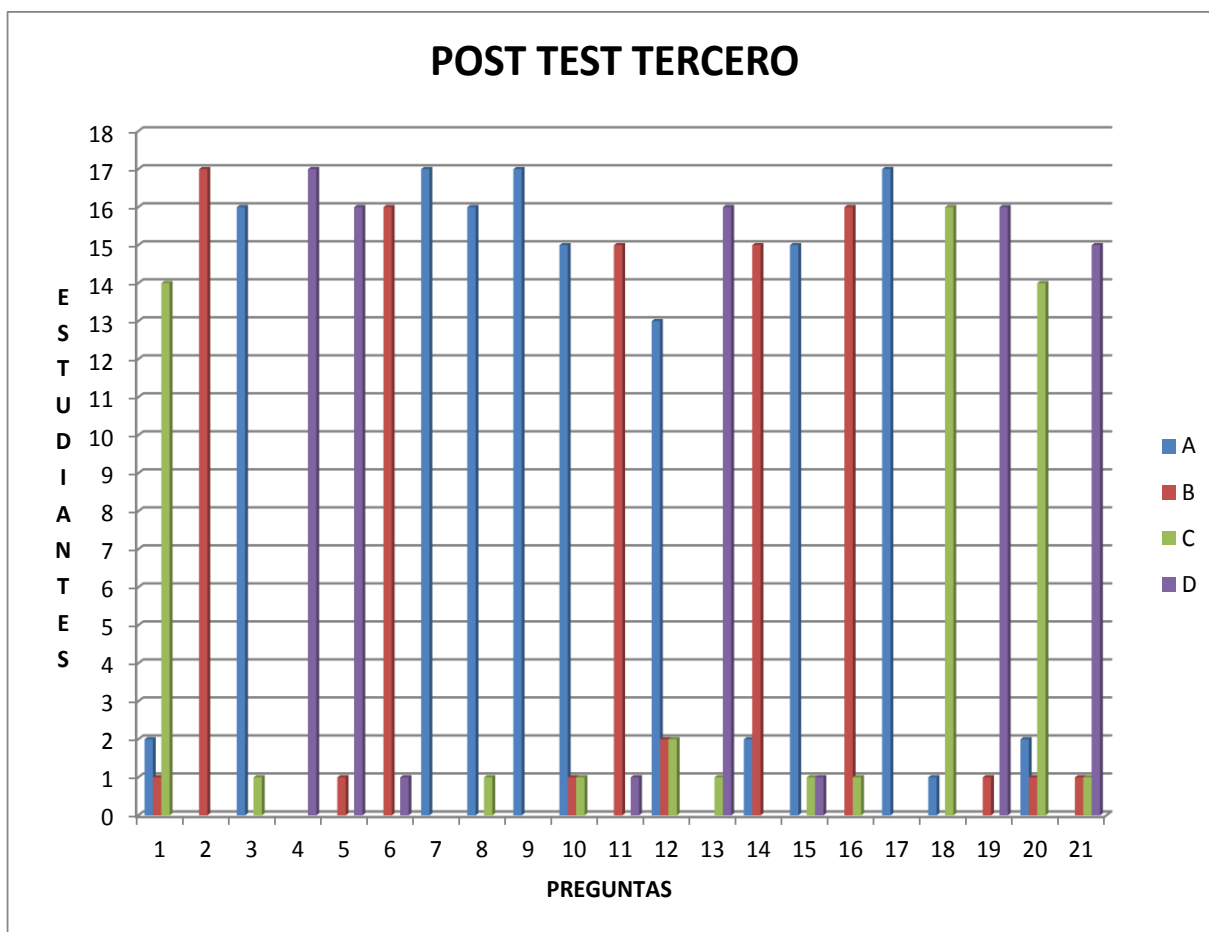


Figura 8. Resultados post test 3°

5.3 Comparativo Post test - Pre test

Para la comparación o determinación del cambio en los conocimientos en matemáticas de los grados quinto y tercero de las sedes unitarias de la I.E.D I.T.A de Pacho se recurre a la prueba estadística de análisis de datos, prueba t para muestras relacionadas. La tabla 17 presenta la t de Student para medias de dos muestras emparejadas correspondientes al grado quinto; en donde se toma como variable 1 la frecuencia de aciertos en el pre test y la variable 2 la frecuencia de aciertos en el post test.

Tabla 17

Prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas grado quinto

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | |
|--|--------------------------------|-------------------|
| | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| Media | 17,000000 | 20,8889 |
| Varianza | 10,3529 | 6,2222 |
| Observaciones | 18,0000 | 18,0000 |
| Coeficiente de correlación de Pearson | 0,6596 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0,0000 | |
| Grados de libertad | 17,0000 | |
| Estadístico t | -6,7431 | |
| P(T<=t) una cola | 0,0000 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1,7396 | |
| Nivel de significancia | P(T<=t) dos colas | 0,000003 |
| | Valor crítico de t (dos colas) | 2,1098 |

La media de los aciertos en las preguntas antes de la intervención es de 17.00 y después de 20.88. Por lo que al comparar las dos medias se deduce que sí hay diferencias o cambios significativos en este tratamiento. Además porque el valor p o valor de significancia 0.000003 es menor que 0.05, se concluye que hay diferencia entre los dos tratamientos, el antes y después de la intervención.

Por otra parte, La prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas correspondientes al grado tercero se observa en la tabla 18; en donde la media de los aciertos en las preguntas, antes de la intervención era de 15,58 y después de 18.35. Al comparar las dos medias se concluye que hay diferencias o cambios significativos en el tratamiento. También, se tiene un nivel de significancia o valor P de la t de Student de 0.000521, siendo menor que 0.05 valor de significancia a aceptar.

Tabla 18

Prueba t de student para medias de dos muestras emparejadas grado tercero

| Prueba t para medias de dos muestras emparejadas | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | <i>Variable 1</i> | <i>Variable 2</i> |
| | Media | 15,5882 | 18,3529 |
| | Varianza | 7,1324 | 3,9926 |
| | Observaciones | 17,0000 | 17,0000 |
| | Coeficiente de correlación de Pearson | 0,3920 | |
| | Diferencia hipotética de las medias | 0,0000 | |
| | Grados de libertad | 16,0000 | |
| | Estadístico t | -4,3267 | |
| | P(T<=t) una cola | 0,0003 | |
| | Valor crítico de t (una cola) | 1,7459 | |
| nivel de significancia | P(T<=t) dos colas | 0,000521 | |
| | Valor crítico de t (dos colas) | 2,1199 | |

En la figura 9 se muestran los resultados hallados en el pre test y el post test, se evidencia una gran evolución en los resultados pasando a de un 27.5% en el nivel insuficiente al 0% en este mismo nivel en el pos test, ubicando un buen numero en los niveles satisfactorio y avanzado, pasando de una participación del 45% en el pre test al 56% en estos dos niveles, del mismo modo se aprecia como el número de estudiantes del nivel avanzado se incrementa del 9% al 28%. Resultados muy alentadores para el presente trabajo.

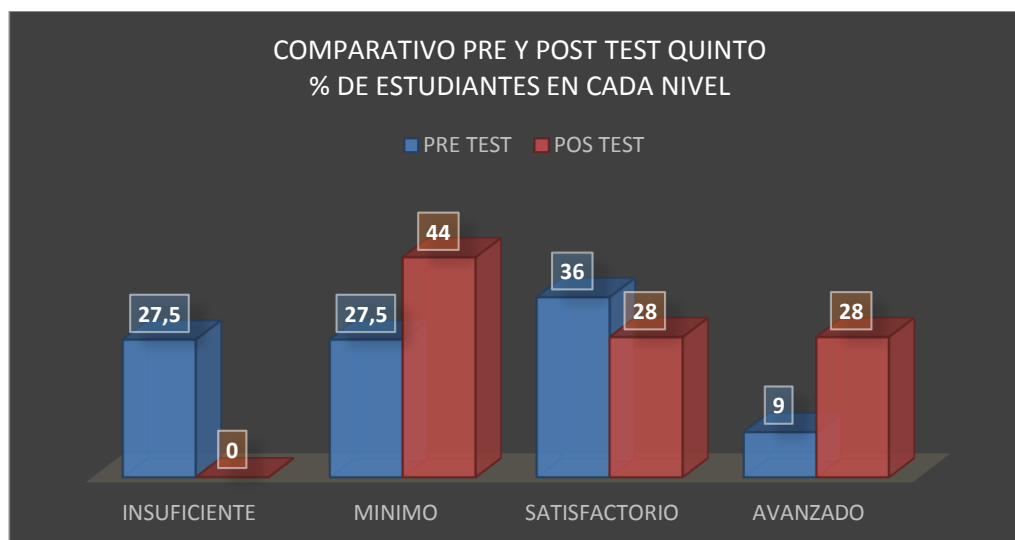


Figura 9.comparativo pre - post test 5°

La figura 10 muestra los resultados obtenidos en el pre test comparándolos con los del post test, en donde se evidencia un gran progreso logrando establecer un 35% de estudiantes de grado tercero en el nivel avanzado y un 65% en los niveles satisfactorio y avanzado, frente a un 50% que se obtuvieron en el pre test, igualmente se logró que en el nivel insuficiente no se presenten estudiantes luego de haber desarrollado las actividades planteadas en el proyecto.

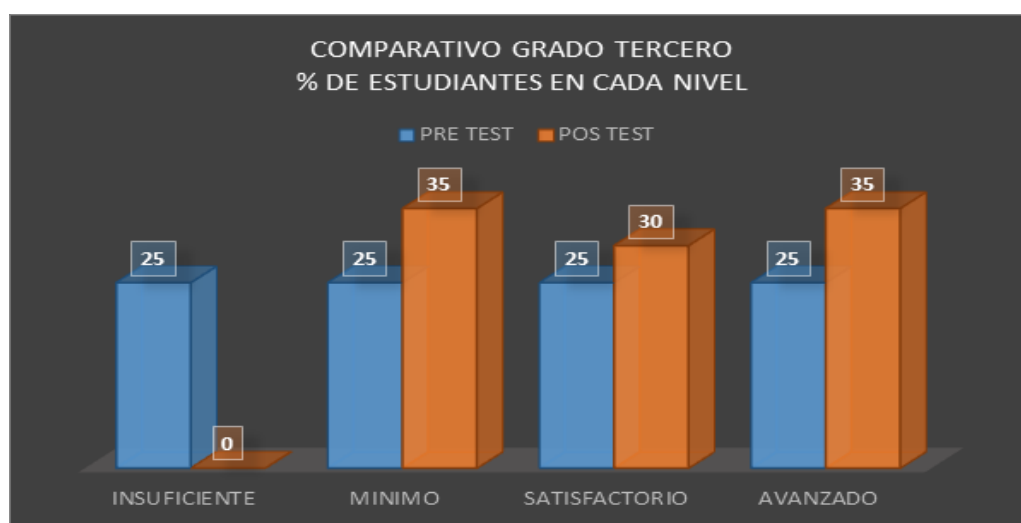
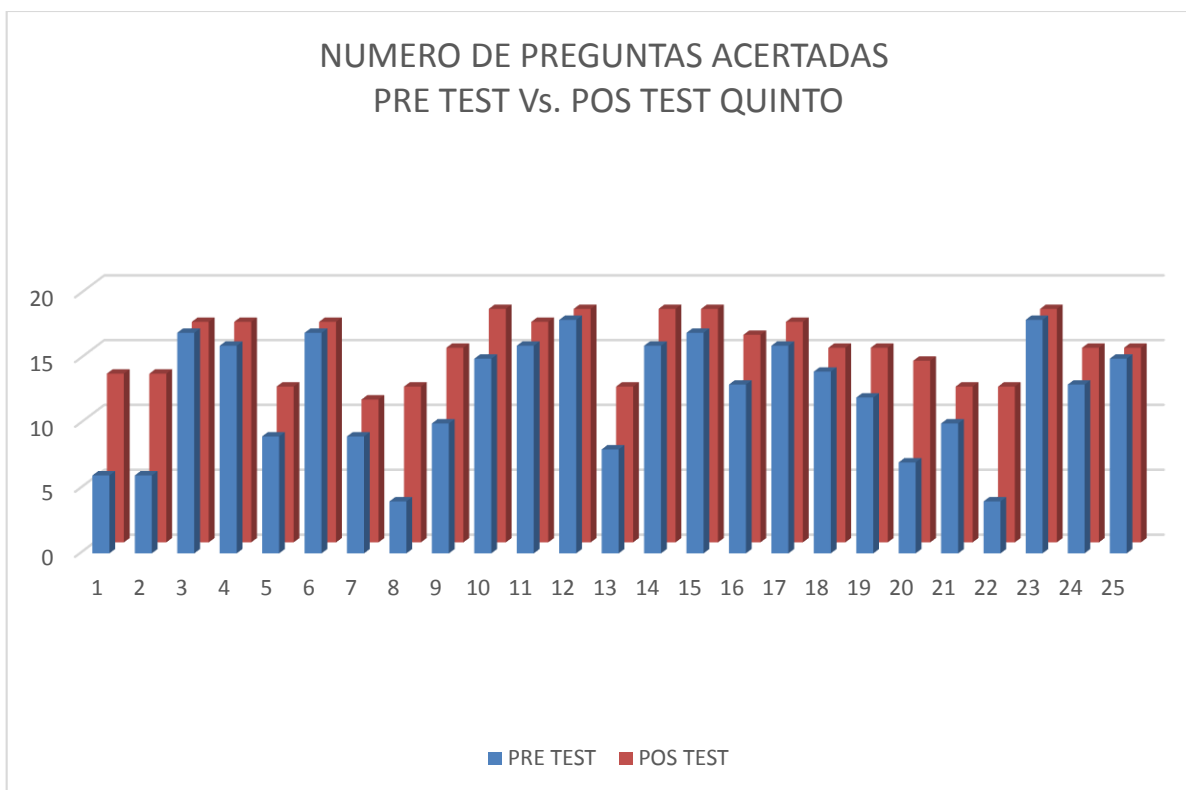


Figura 10. Comparativo pre - pos test 3°

A manera de conclusión, los resultados son satisfactorios tras la aplicación del modelo STEM, logrando en los estudiantes un avance de gran importancia en sus competencias matemáticas, se refleja el mejoramiento al lograr que en el nivel insuficiente no se presenten estudiantes y que un mayor número de estos alcancen los niveles de desempeño satisfactorio y avanzado. Estos resultados son comunes para los dos grados intervenidos con la estrategia.



*Figura 11.*acertividad pre test – post test 5°

Por otra parte en las figuras 11 y 12, se presenta que en ambos grados, en el post test hay un mejoramiento en los resultados obtenidos frente a los del pre test.

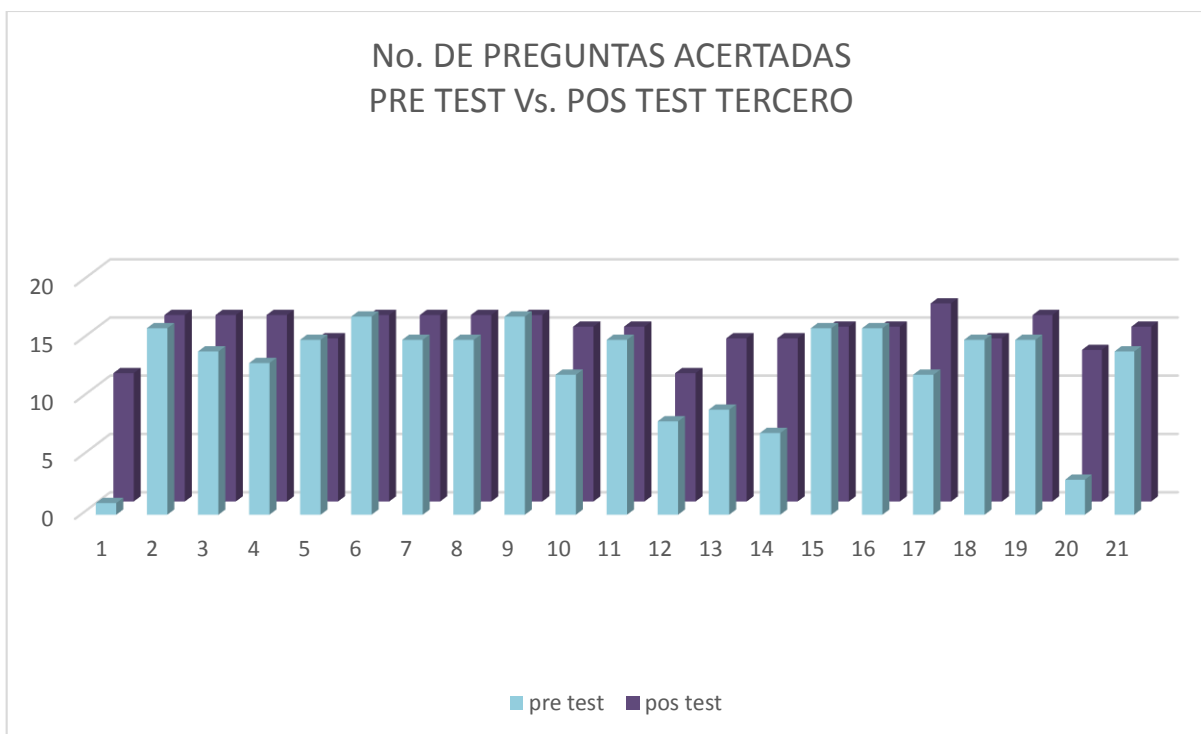


Figura 12. actividad pre test – post test 3°

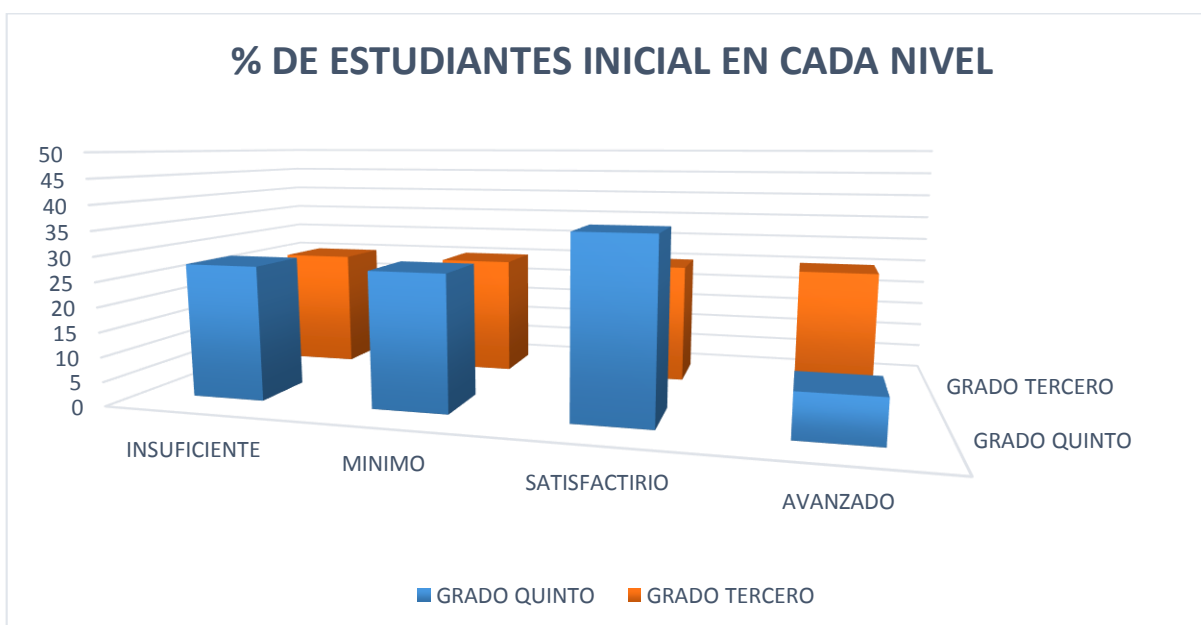


Figura 13. Proporción inicial estudiantes por nivel y grado

Las figuras 13 y 14 muestran los resultados hallados en el pre test y el pos test, se evidencia una gran mejoría en los resultados pasando a no encontrar estudiantes en el nivel

insuficiente y ubicando un buen número en los niveles satisfactorio y avanzado, pasando de una participación del 45% al 56% en estos dos niveles, del mismo modo se aprecia como el número de estudiantes del nivel avanzado se incrementa del 9% al 28%. Resultados muy alentadores para el trabajo

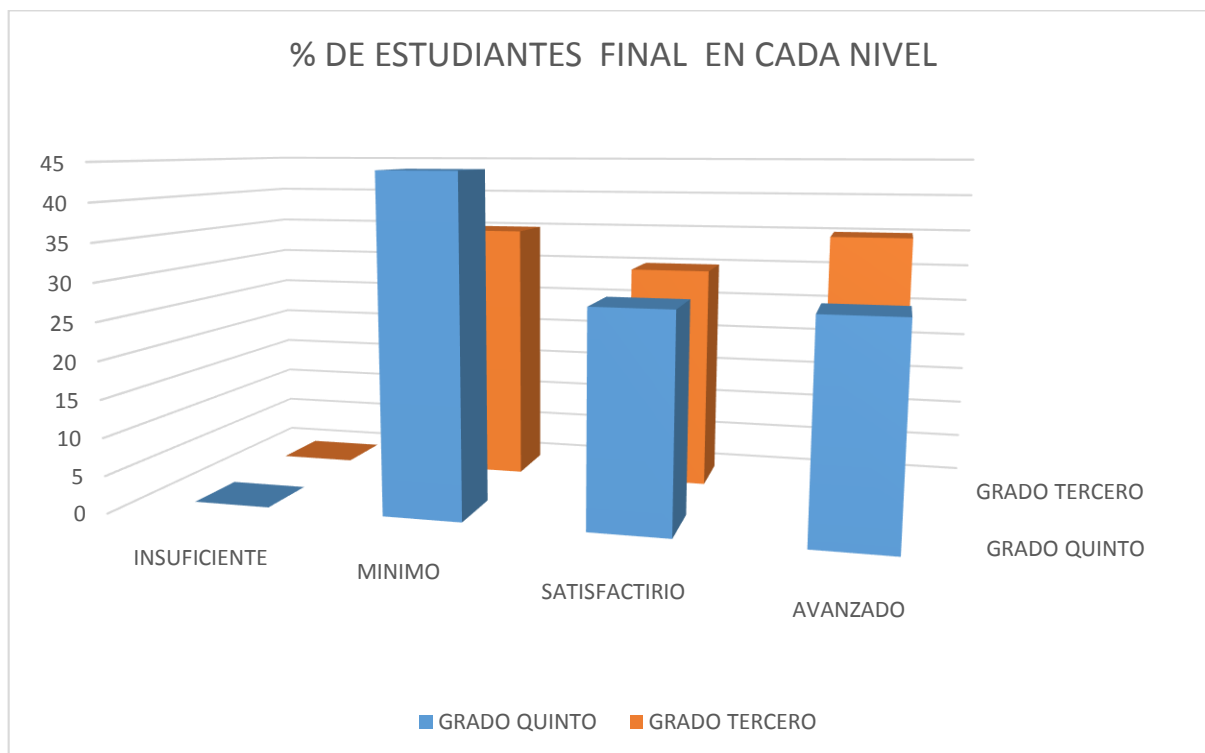


Figura 14. Proporción final estudiantes por nivel y grado

A manera de conclusión, las tablas 19 a 21 presentan comparativos de los resultados de entre pre test y post test de los grados tercero y quinto, motivo de investigación. La tabla 19 muestra los resultados obtenidos en porcentaje en cada uno de los niveles de desempeño para los grados tercero y quinto antes del proceso - pre test y después de la aplicación del modelo STEM - post test.

Tabla 19

Comparativo resultados pre test- post test. Grados 3 y 5

| NIVEL DE DESEMPEÑO | TERCERO PRE TEST | TERCERO POST TEST | QUINTO PRE TEST | QUINTO POST TEST |
|--------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| INSUFICIENTE | 11.8 | 0 | 27.8 | 0 |
| MINIMO | 41.2 | 35.3 | 50 | 44.44 |
| SATISFACTORIO | 47.1 | 29.4 | 22.2 | 22.22 |
| AVANZADO | 0 | 35.3 | 0 | 33.33 |

Los autores

Indica los niveles de mejoramiento en cuanto a las matemáticas logrando un incremento en los desempeños satisfactorio y avanzado y reduciendo el porcentaje de estudiantes en el nivel insuficiente a cero.

Tabla 20

Comparativo Resultados pre test vs post test. Preguntas y competencias críticas en grado tercero

| COMPETENCIAS CRÍTICAS | PORCENTAJE | PORCENTAJE |
|---|-------------------|--------------------|
| | ACIERTOS PRE TEST | ACIERTOS POST TEST |
| Construcción y descripción de secuencias numéricas y geométricas. Suma de cantidades en un conjunto | 5.9% | 82.4 % |
| Interpretación de Unidades, decenas, centenas | 47.1% | 76.5 % |

| | | |
|--|-------|--------|
| Reconocimiento de equivalencias entre diferentes tipos de representaciones relacionadas con números. Comparación de cantidades en dos conjuntos | 52.9% | 94.1 % |
| Resolución de problemas aditivos rutinarios de composición y transformación e interpretación de condiciones necesarias para su solución. Sustracción de cantidades | 41.2% | 88.2 % |
| Ubicación de objetos con base en instrucciones referentes a dirección, distancia y posición. Razonamiento espacial, construcción con figuras geométricas | 17.6% | 88.2 % |
| Los autores | | |

La tabla 20 presenta el mejoramiento en las competencias críticas en matemáticas obtenido con la implementación del modelo STEM, en el proceso de enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de grado tercero de las sedes unitarias de la institución educativa técnico agropecuario de Pacho.

La tabla 21 enseña los resultados obtenidos antes y después de la implementación del modelo STEM, en el proceso de enseñanza de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de las sedes unitarias de la institución educativa técnico agropecuario de Pacho.

Tabla 21

Comparación Resultados pre test vs post test. Preguntas y competencias críticas en grado quinto

| COMPETENCIAS CRÍTICAS | PORCENTAJE | PORCENTAJE | |
|---|------------|-------------------|-------------------|
| | | ACIERTOS PRE TEST | ACIERTOS POS TEST |
| Promedios e | 33.3% | | 88.9% |
| interpretación de gráficas | | | |
| Uso de operaciones y | 33.3% | | 88.9 % |
| propiedades de los números naturales para establecer relaciones entre ellos en situaciones específicas. | | | |
| Multiplicación e | | | |
| interpretación de problemas | | | |
| Representación de | 50.0% | | 77.8 % |
| conjunto de datos a partir de diagramas de barras e interpretación de los mismos. | | | |
| Análisis e interpretación de gráficas y diagramas | | | |
| Multiplicación e | 50.0% | | 83.3 % |
| interpretación de problemas | | | |

| | | |
|--|-------|--------|
| Multiplicación e interpretación de problemas | 22.2% | 88.9 % |
| Descripción de tendencias que se presentan en un conjunto a partir de los datos que lo describen. División e interpretación de problemas | 55.6% | 94.4 % |
| Ejercicios con fracciones | 38.9% | 94.4 % |
| División y multiplicación e interpretación de problemas | 55.6% | 83.3 % |
| Uso de fracciones comunes para describir situaciones continuas y discretas | 22.2% | 94.4 % |
| Los autores | | |

5.4 Resultados Rúbricas inicial y final. Evaluación de trabajo de campo

5.4.1 Resultados Rúbrica grado quinto

El comparativo de los resultados de las rubricas inicial y final que se realizaron antes y después de la intervención a los estudiantes con el método STEM y las guías fundamentadas en robótica, se presentan a continuación en las figuras 15 a 24.

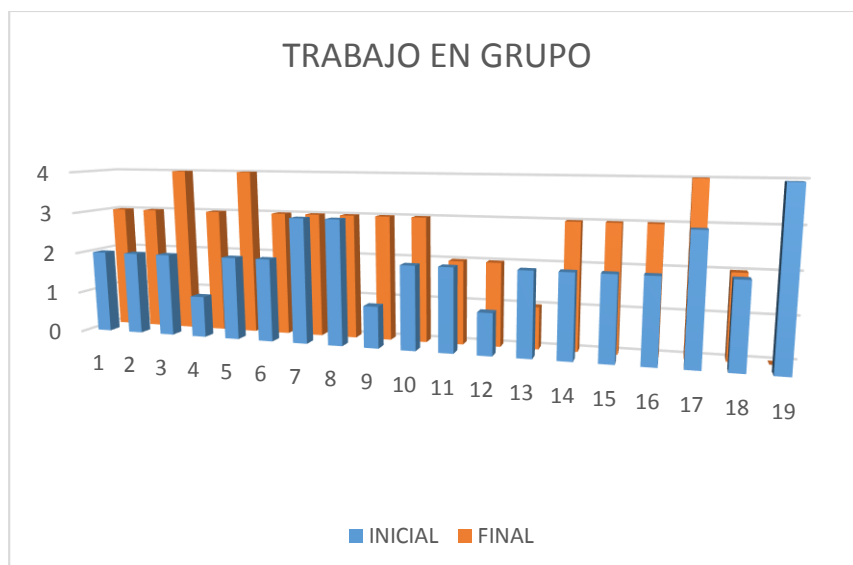


Figura 15. Criterio trabajo grupo 5°

La grafica 15 muestra un incremento en la disposición al trabajo en grupo, fortaleciendo valores como el respeto y la tolerancia; así como la participación activa en el desarrollo de las guías de trabajo y de los retos propuestos en cada sesión de trabajo.

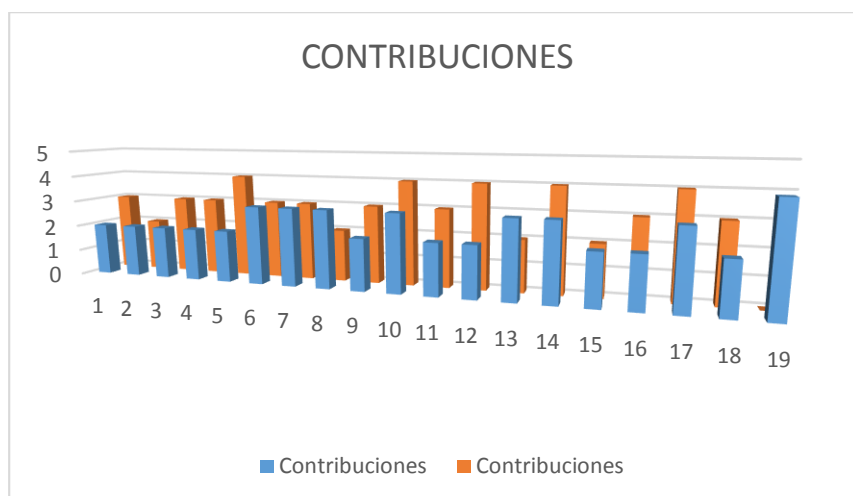


Figura 16. Criterio contribuciones 5°

Se evidencia en la figura 16 el incremento en la intervención de los estudiantes con sus aportes para el desarrollo de las actividades, ofreciendo al grupo de alguna manera una fuente de análisis y creatividad.

La figura 17 muestra un leve incremento en la buena actitud de los estudiantes frente a las prácticas desarrolladas en los talleres e implementación de las guías propuestas. No obstante algunos de ellos permanecieron con una actitud un poco reservada frente a las actividades planteadas manteniendo su actitud de crítica ante los demás miembros del grupo.

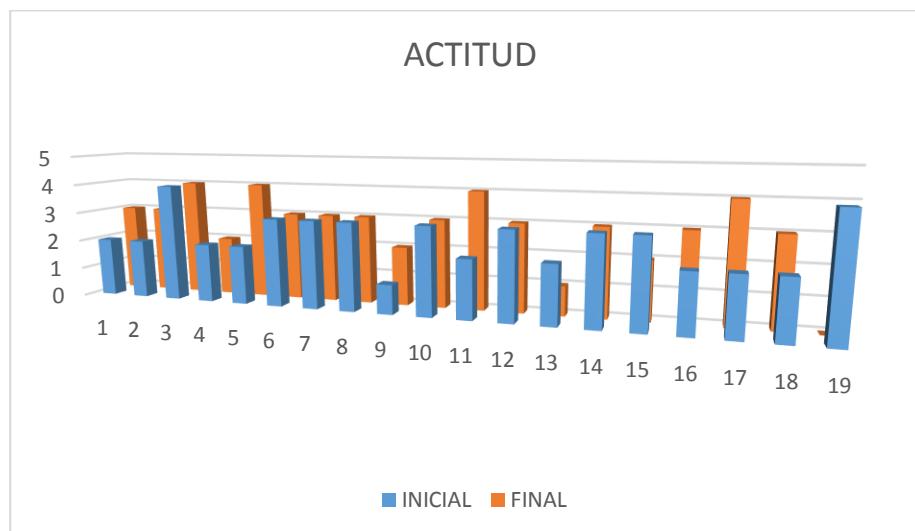


Figura 17. Criterio actitud 5°

La figura 18 muestra como el grupo mantiene un orden y organización, presentando su trabajo de una manera ordenada que facilita su lectura e interpretación.

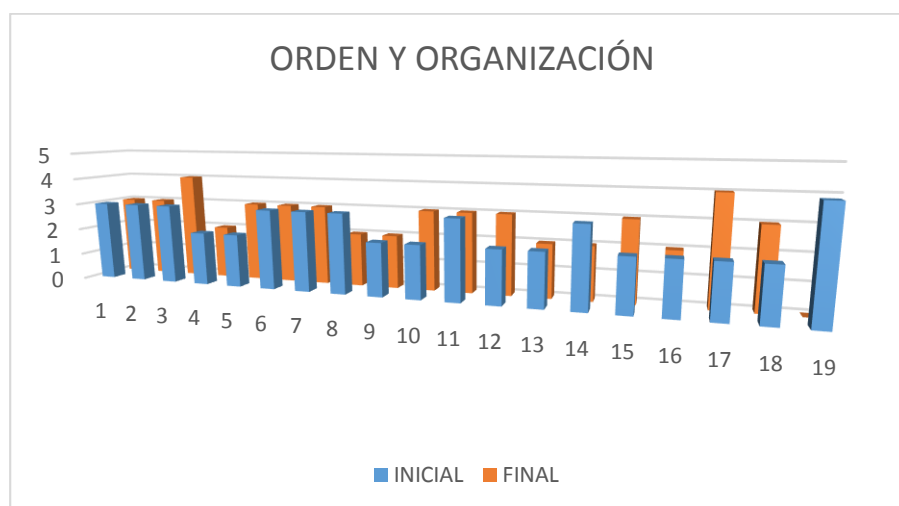


Figura 18. Criterio orden y organización 5°

El grupo en general presenta una organización que permite trazar estrategias que redundan en el cumplimiento de los objetivos aun cuando para algunos miembros del grupo se les dificulta un poco seguir dicha estrategia. Lo que se evidencia en la figura 19.

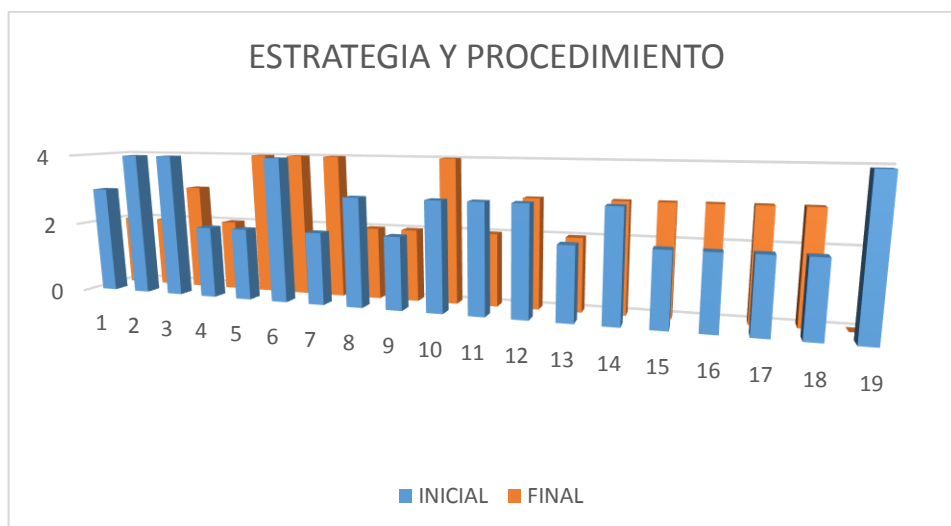


Figura 19. Criterio estrategia y procedimiento 5°

Por otra parte, El grupo en general muestra un buen comportamiento ante la resolución de problemas que se puedan presentar para el desarrollo de las actividades propuestas, cada integrante de alguna manera busca mejorar las propuestas de sus compañeros, lo que se demuestra en la figura 20.

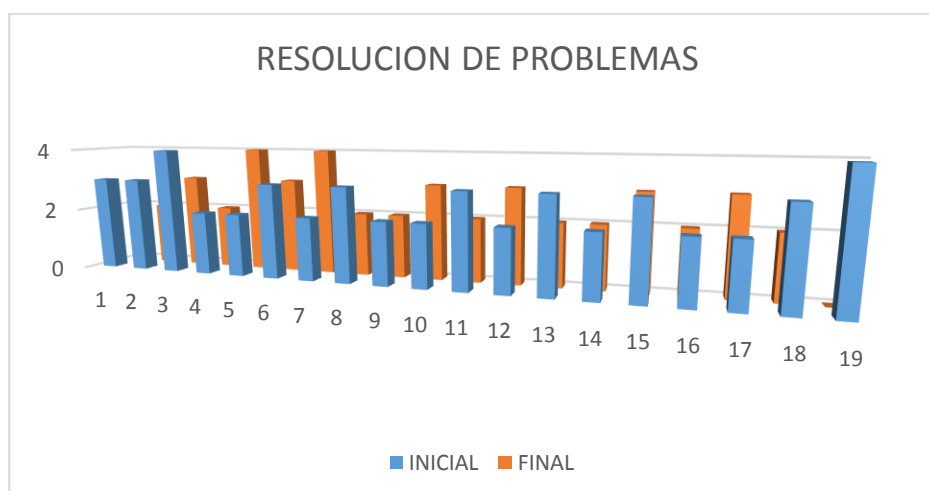


Figura 20. Criterio resolución de problemas 5°

De manera general en la figura 21, el grupo utiliza más la aplicación de conceptos que el mismo razonamiento matemático, tendiendo a hacer las cosas más mecánicamente tendiendo a realizar acciones repetitivas.

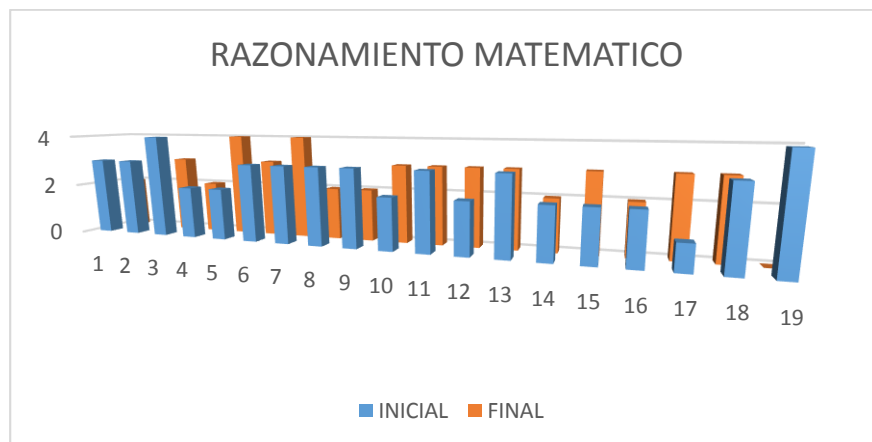


Figura 21. Criterio razonamiento matemático 5°

El uso de los conceptos matemáticos es apreciable y evidente, sin embargo se evidencia algunas falencias en el dominio de preconceptos necesarios para el desarrollo de las actividades propuestas.

El uso de los conceptos matemáticos es apreciable, sin embargo se evidencia algunas falencias en el dominio de preconceptos necesarios para el desarrollo de las actividades propuestas. Lo cual se aprecia en la figura 22.

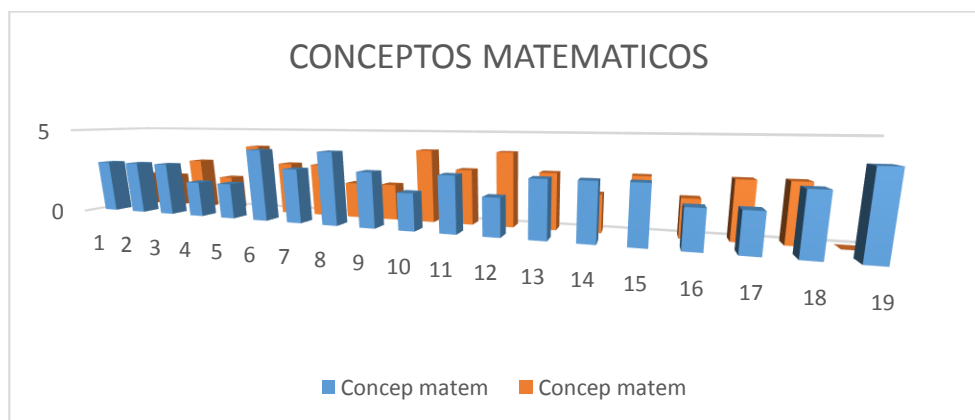


Figura 22. Criterio conceptos matemáticos 5°

El criterio de la figura 23, no muestra un cambio significativo en la aplicación de lo aprendido en la vida diaria, sin embargo la observación muestra un buen grado de aplicabilidad de sus aprendizajes en sus labores cotidianas.

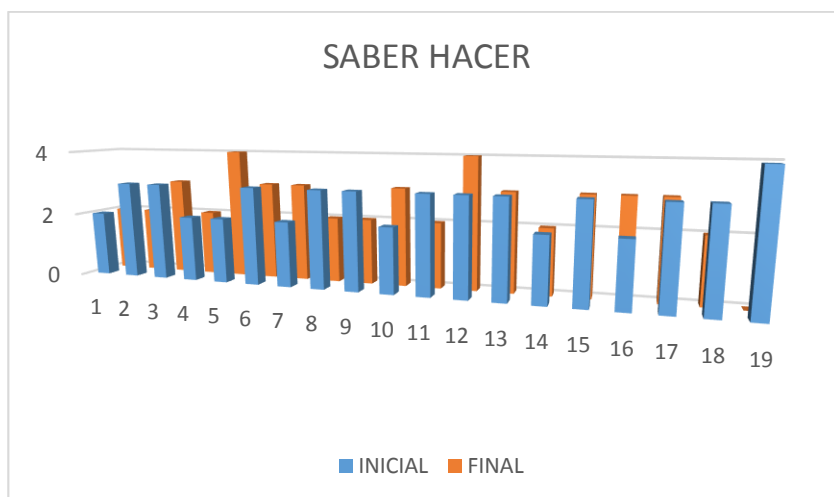


Figura 23. Criterio saber hacer 5°

El interés por la clase de matemáticas, que se presenta a través de la figura 24 se ve influenciado por el desarrollo de las actividades, el uso de herramientas como los legos y el LEGO Mindstorm, hace que al estudiante le llame la atención estar pendiente de las clases de matemáticas.

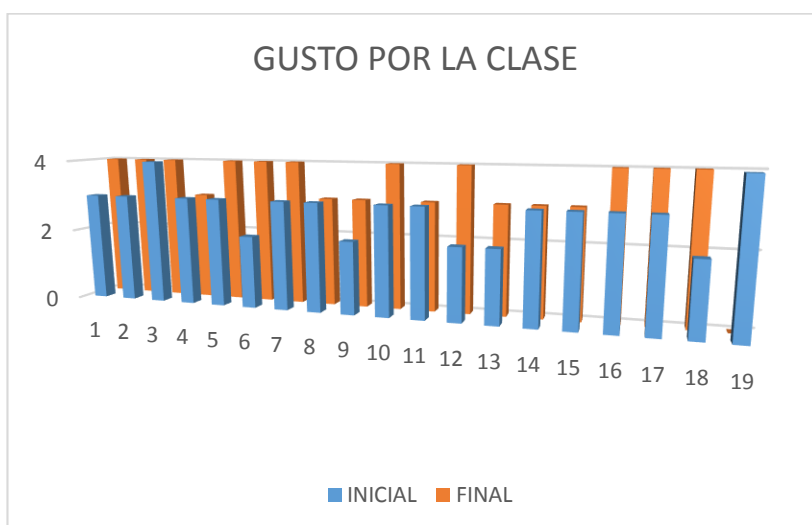


Figura 24. Criterio gusto por la clase 5°

5.4.2 Resultados Rúbrica grado tercero

Las figuras 25 a 34 exponen el comparativo de los resultados de las rubricas inicial y final que se realizaron antes y después de la intervención a los estudiantes con el método STEM y las guías fundamentadas en robótica.

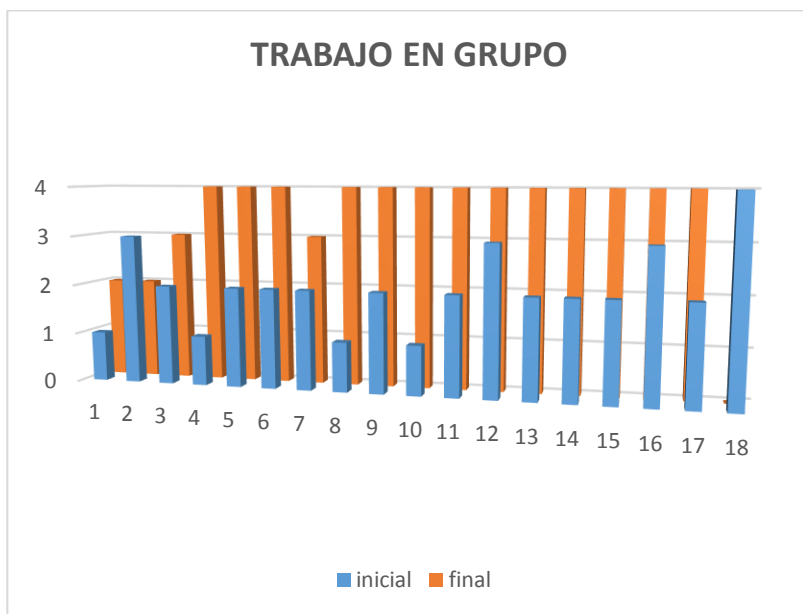


Figura 25. Criterio trabajo en grupo 3°

La figura 25 muestra los resultados de la observación hecha por los investigadores, este aspecto fue el que alcanzó un mayor grado de avance, pues inicialmente algunos estudiantes presentaban una gran dificultad para desarrollar actividades grupales, se evidenciaban muy individualistas, lo que ocasionaba que las actividades grupales se dificultaran, con el transcurso del proyecto y el manejo de los legos y demás herramientas esa actitud logro una transformación en la mayoría de los estudiantes, alcanzando su máximo nivel participativo, apoyando y favoreciendo el trabajo propio y el de los demás.

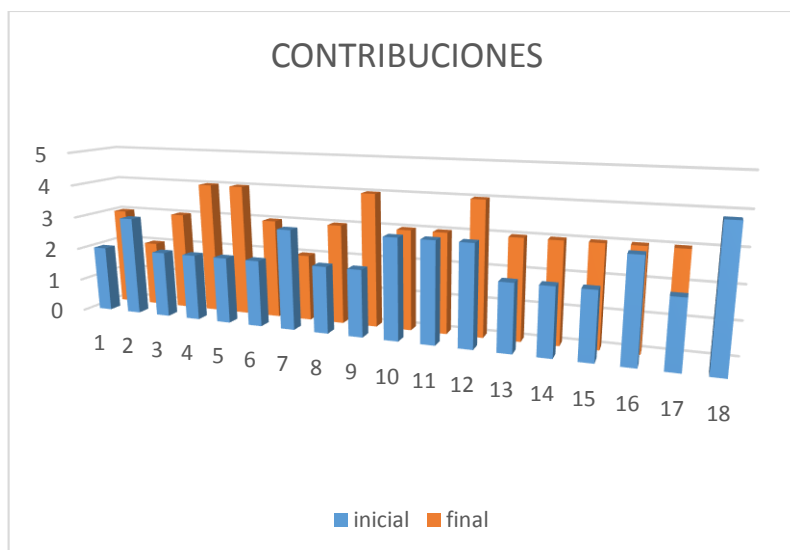


Figura 26. Criterio contribuciones 3°

En la figura 26 se evidencia una buena participación de los integrantes del grupo en cuanto a sus contribuciones individuales, siempre dispuestos a participar en los análisis hechos de las actividades, logrando una mayor fluidez al finalizar la intervención, proporcionan ideas útiles y se muestran como parte integral de las actividades. Inicialmente mostraban alguna timidez pero con el transcurso de las actividades ese factor se superó.

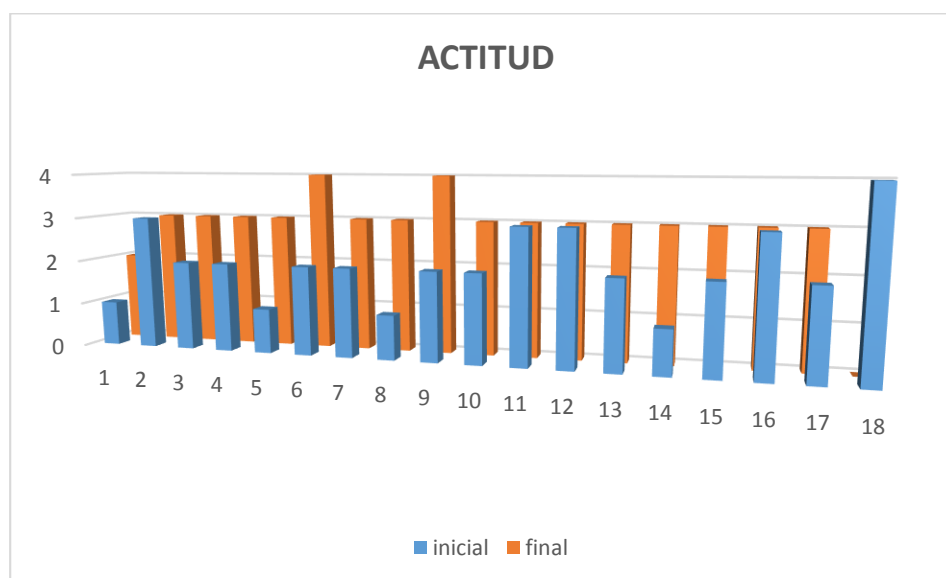


Figura 27. Criterio actitud 3°

La figura 27 demuestra en una gran transformación en la actitud de los integrantes del grupo de trabajo, logrando transformar las críticas negativas y destructivas en actitudes positivas y que contribuyeran al logro de los objetivos del trabajo propuesto, esto muy de la mano con el trabajo en grupo. Inicialmente durante la clase de matemáticas se mostraban apáticos a las actividades planteadas, con el uso de las herramientas como LEGOS y el LEGO Mindstorm la actitud frente a las clases se transformó de manera muy positiva hacia el trabajo de la clase.

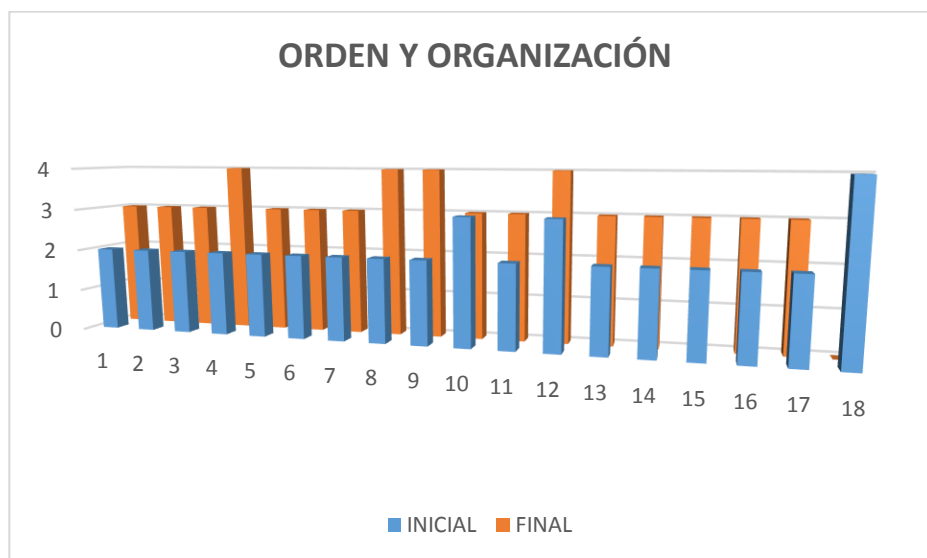


Figura 28. criterio orden y organización 3°

Aspecto muy beneficiado, el orden y organización que se presenta en la figura 28, con el desarrollo del proyecto, la gráfica muestra el crecimiento del grupo frente a su organización y el orden en la clase y durante los trabajos que se realizaron en el grupo, presentando un resultado de las actividades de manera clara y muy organizada de tal manera que se facilita la comprensión del trabajo mismo.

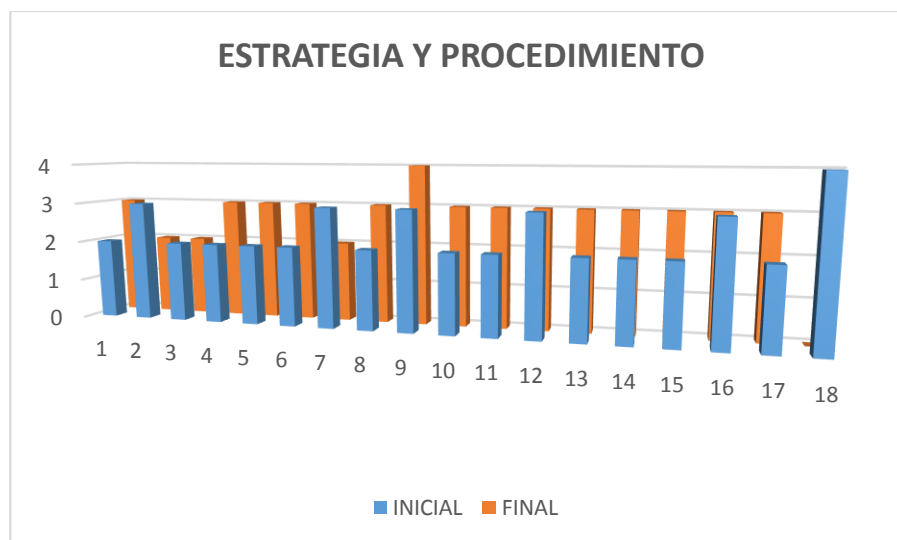


Figura 29. Criterio estrategia y procedimiento

Con el mejoramiento del trabajo en grupo, este aspecto se ve claramente beneficiado, pues al trabajar más ordenados y sincronizados permite que se tomen el tiempo para trazar estrategias que redunden en la obtención del objetivo de una manera más eficiente, finalmente se logra que los integrantes del grupo optimicen el tiempo y logren plantear diferentes formas de solucionar los problema y optar por la más eficiente, lo anterior se evidencia en la figura 29.

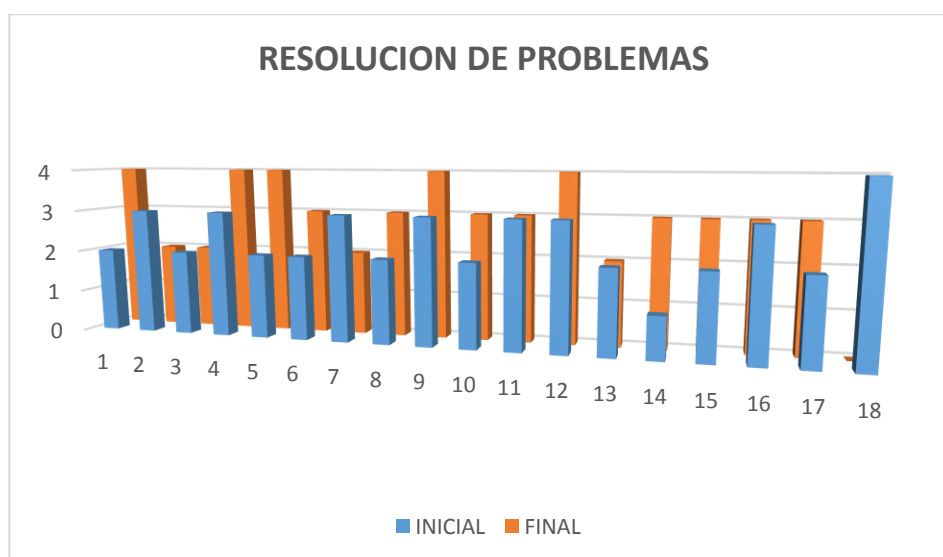


Figura 30. Criterio resolución de problemas 3°

La resolución de problemas de la figura 30, en algunos estudiantes presenta dificultad de manera individual, al hacer el trabajo grupal y con la ayuda de los demás integrantes del grupo se logra superar esta dificultad, alcanzando en algunos estudiantes niveles muy buenos logrando que sugieran soluciones a los problemas planteados.

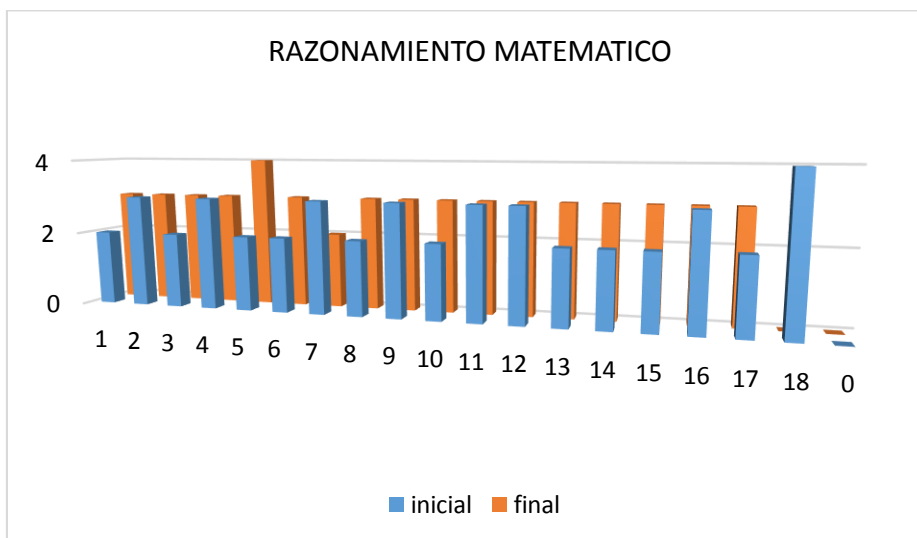


Figura 31.criterio razonamiento matemático 3°

El pensamiento numérico matemático es de los más relevantes en el aprendizaje de esa disciplina, esto convierte al razonamiento matemático en un ítem de gran importancia ya que este permite al estudiante resolver situaciones problémicas de su vida cotidiana. En el estudio en cuestión se observó un leve pero importante progreso en este aspecto de la lógica matemática. Que se presenta en la figura 31.

En cuanto a conceptos matemáticos, se aprecia en la figura 32 que se parte de un nivel que sin ser el mejor no es malo ya que los estudiantes manejan una serie de conceptos básicos para la resolución de problemas, con la práctica del estudio de caso se logró que estos salieran a flote y que los estudiantes manifestaran los conocimientos que poseen en relación a las matemáticas, esto lo ratifican los resultados obtenidos en el pos-test que se aplicó al finalizar los talleres planeados.

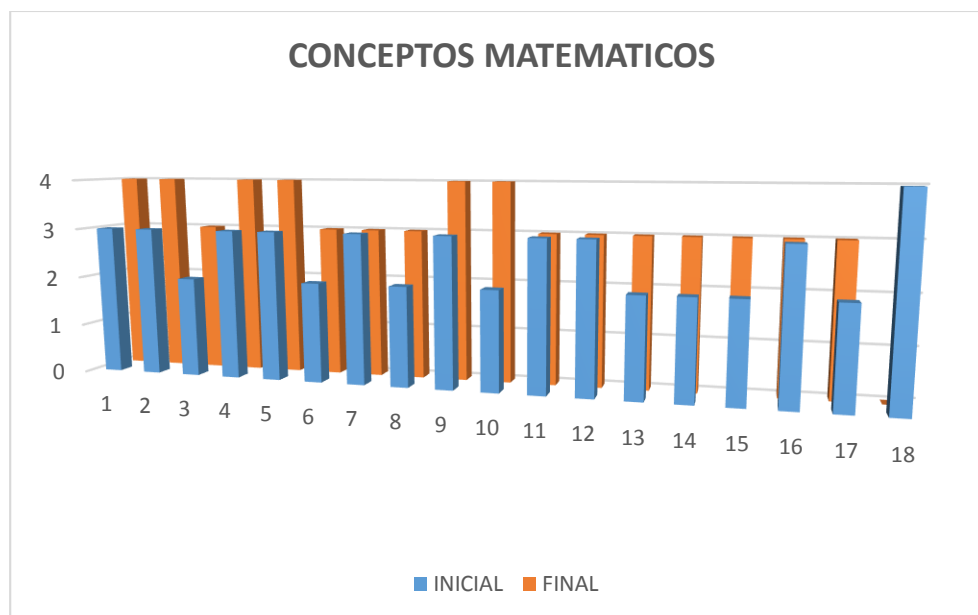


Figura 32. Criterio conceptos matemáticos 3°

A continuación en la figura 33, se aprecia un claro mejoramiento en el saber hacer observado, logrando que los estudiantes participantes utilicen los conceptos, su razonamiento matemático y sus destrezas para resolver situaciones problemáticas de su vida diaria en el campo y en la escuela.

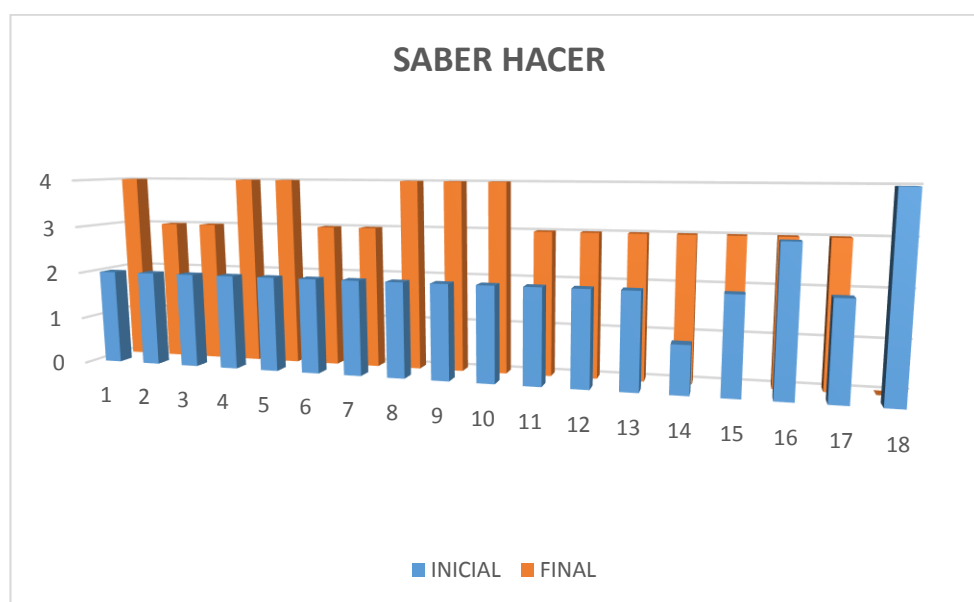


Figura 33. Criterio saber hacer 3°

El ítem de gusto por la clase que se presenta en la figura 34, es de los más favorecidos con el desarrollo del proyecto, se evidencio un gran cambio de actitud frente al gusto por la clase de matemáticas, se aumentó la motivación en participar en las diferentes actividades planteadas por los docentes y con el apoyo de los investigadores se logró que esta signatura goce de gran aceptación por parte de los estudiantes.

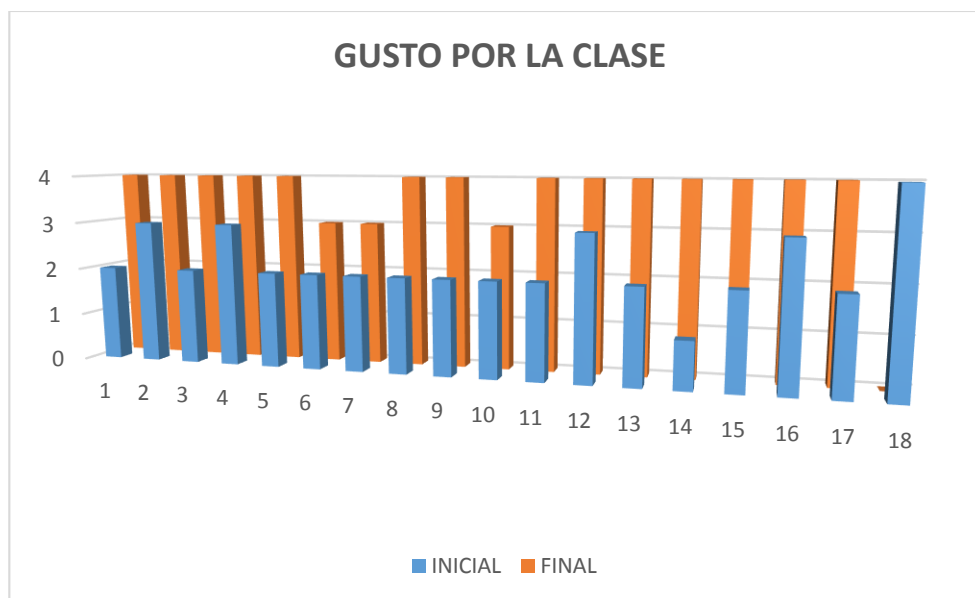


Figura 34. Criterio gusto por la clase

Para concluir el comparativo de la rúbrica inicial con la final, las figuras 35 a 37 exponen de manera general los aspectos observados durante el proceso de intervención de los investigadores, datos obtenidos mediante la observación participante de estos en el desarrollo de las actividades planteadas y el uso de las guías elaboradas para tal fin.

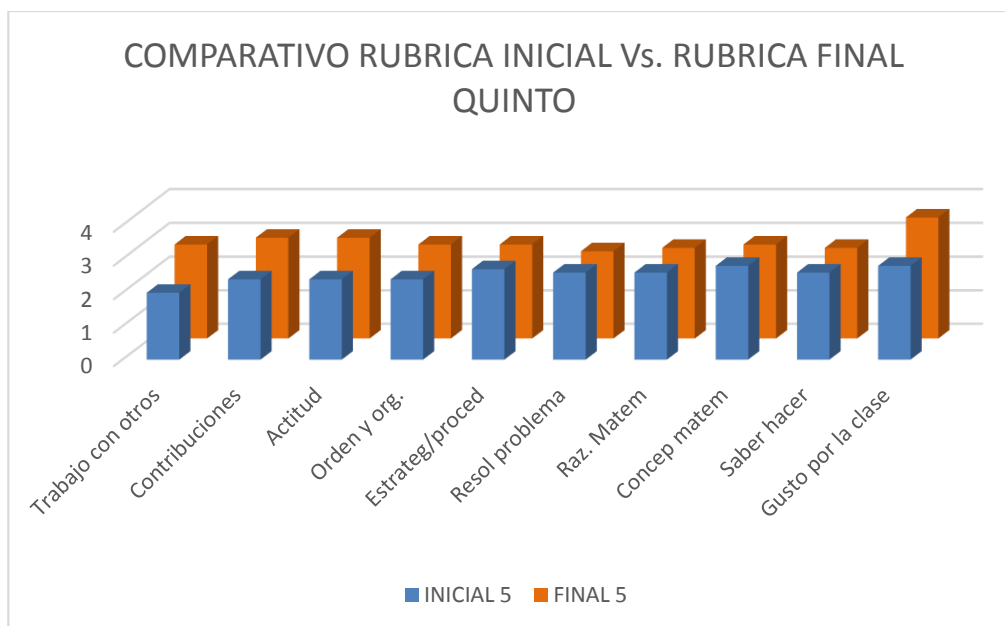


Figura 35. Comparativo rubrica inicial vs. Final 5°

Es muy evidente que los aspectos que mayor influencia tuvieron durante el proceso del trabajo fueron, la capacidad de trabajo en grupo, la calidad de las intervenciones hechas por los estudiantes en el desarrollo de las guías, la actitud frente a las tareas planteadas, y el gusto por participar en las clases de matemáticas utilizando este modelo.

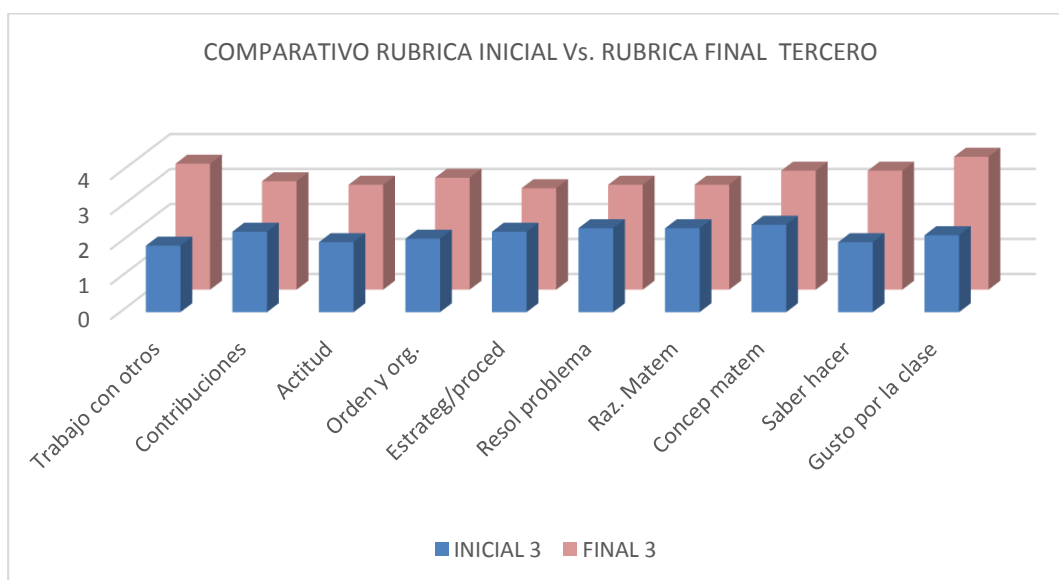


Figura 36. comparativo rubrica inicial vs. Final 3°

Igualmente se observa que el grado tercero logro un mayor fortalecimiento de las competencias observadas obteniendo un crecimiento importante durante el desarrollo del proyecto.

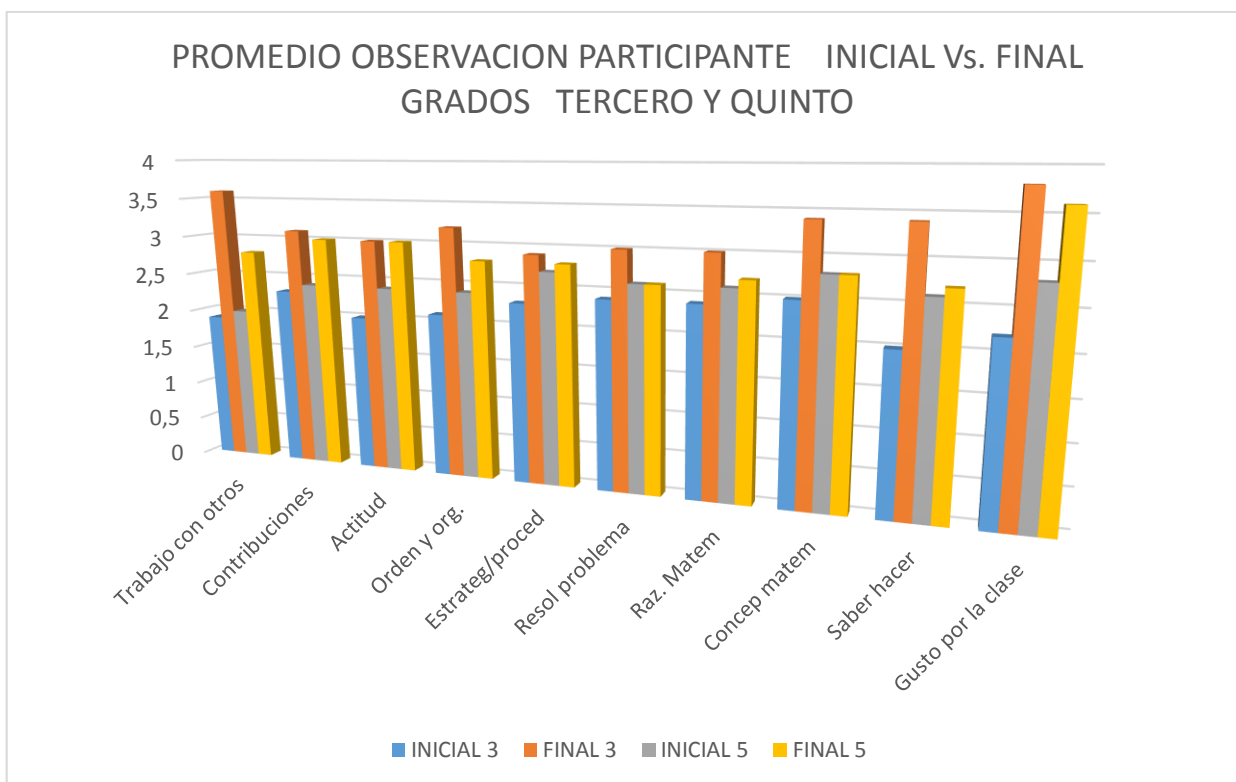


Figura 37. Promedio observación participante inicial – final 3 y 5°

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6.1 Conclusiones

Proponer escenarios distintos y motivadores son los principales retos para abordar la enseñanza y favorecer el aprendizaje, el uso de un modelo como STEM y una herramienta como la robótica en el aula permite al estudiante trabajo autónomo y trabajo colaborativo en los que el ensayo y error le permiten cumplir las metas. A diferencia de las experiencias educativas tradicionales el error se ve como una oportunidad que se puede corregir, la autorregulación, el aprender del otro, el cambio de roles en la experiencia de armar un lego o programar un EV3, permiten eliminar la frustración e invitan a replantear e identificar donde se debe corregir para mejorar.

Por otra parte y a partir del trabajo de investigación, los autores corroboran que la aplicación del modelo STEM haciendo uso de la robótica como práctica pedagógica innovadora si genera mejoras en el aprendizaje de las matemáticas, de manera particular en esta experiencia desarrolló habilidades en la conceptualización y práctica de operaciones básicas, relaciones espaciales, mediciones y comparaciones, pero quizás las mayores destrezas que se observaron tienen que ver con la capacidad que adquieren los estudiantes para resolver problemas a partir de situaciones dadas.

La utilización del kit robótico en las clases de matemáticas se convierte en una verdadera innovación, puesto que despierta en los niños el interés por la clase, logrando un mejoramiento en los resultados académicos y en el gusto por el trabajo en grupo. Transformando de esta manera el proceso de aprendizaje haciéndolo más dinámico y ameno.

El trabajo evidencia que la utilización del modelo STEM es una muy buena alternativa para el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, pues los estudiantes interactúan con la tecnología y encuentran mayor gusto por aprender, además permite que se manifiesten espontáneamente lo que mejora también el proceso comunicativo de la clase.

6.2 Trabajos futuros

Dados los excelentes resultados en la aplicación del modelo para el mejoramiento de las matemáticas, es un propósito extender la aplicación del modelo a todas las demás sedes de la IED, vinculando escenarios de la básica secundaria y proyectándolo a la educación media técnica.

Por otra parte para la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, STEM es un reto que se proyecta como una experiencia que a mediano y largo plazo puede direccionarse hacia los procesos de automatización de los Proyectos Pedagógicos Productivos de una IED que cumple 57 años liderando procesos del campo y que fue la primera escuela con Vocación agrícola en Colombia. (PEI, et al., 2010). Esta intención se ha fortalecido con la muy reciente presentación para la convocatoria COLCIENCIAS 745 PARA PROYECTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SU CONTRIBUCIÓN A LOS RETOS DE PAÍS – 2016, en la que se logró la alianza entre la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, la administración municipal y la corporación Universitaria UNIMINUTO. titulado: “Diseño, construcción y evaluación de un sistema piloto STEM enfocado en la automatización de procesos agropecuarios agroecológicos para la educación activa de competencias ciudadanas del siglo XXI por parte de los estudiantes y las comunidades cercanas a las escuelas unitarias asociadas al Instituto Técnico Agrícola de Pacho, Cundinamarca”.

Este trabajo abre las puertas a futuras investigaciones en las que intervenga el modelo STEM con estudiantes de la básica primaria, quienes son el semillero del país, logrando desde las bases fortalecer las competencias no solo matemáticas, sino también de convivencia y comunicación asertiva, bondades que ofrece dicho modelo. Es pertinente que se trabaje con poblaciones desde grado segundo ya que en este grado se manejan algunos conceptos matemáticos que se pueden ver fortalecidos con la utilización del Kit robótico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Parque Científico de Innovación Social.(2014). *Parque Científico de Innovación Social*. Bogotá: RIDAC - Congreso Nacional de Colombia.
- Barrera, N. (2013). La robótica educativa como estrategia para el parentizaje del lenguaje de las matemáticas. *Congreso de investigación y Pedagogía*, (pág. 10). Tunja.
- Bastidas, D. (s.f.). *UNIMINUTO. Corporación Universitaria Minuto de Dios*. Recuperado el 15 de mayo de 2016, de <http://www.uniminuto.edu/web/cundinamarca/-/innovacion-a-traves-de-la-robotica-pedagogica>
- Blanco, R., & Messina, G. (2000). Estado del arte sobre las innovaciones educativas en América Latina. *Innovación Educativa*.
- Blasco, J., López, A., & Mengual, S. (2010). Validación mediante método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e intereses jhacia las actividades acuaticas con especial atención al Windsure.
- Briones, G. (1998). *La investigación social y educativa*. Tercer mundo editores.
- Carulla, C., Duque, M., Figueroa, M., Hernández, J., Patiño, M., & Tafur, M. (2004.). Pequeños Científicos, una aproximación sistémica al aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales.*, 51-56.
- Casas, j., Repullo, J., & Donado, J. (2002). *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos*. Madrid, España: Departamento de planeación y economía de la salud.
- Castaño, M. (2006). Teoría del conocimiento según Piaget. *Revista Virtual de Ciencias Sociales y Humanas "PSICOESPACIOS"*, 1 (1) 36-46.

- Castro, R. (2004). *Elementos didácticos de un modelo de instrucción comunicacional para la enseñanza de la matemática*. Encuentro educacional. Volumen 11. 367.
- Chávez Vera, K. (Volumen II. Número 4. Enero - Febrero 2013). Aprendizaje de matemática bajo un modelo constructivista. *Revista Internacional PEI: Por la Psicología y Educación Integral*.
- Colombia digital*. (s.f.). Recuperado el 22 de Agosto de 2015, de <http://colombiadigital.net/opinion/columnistas/artifice-innovacion/item/5398-parques-cientificos-escenarios-territoriales-para-la-innovacion.html>
- Colombia, M. d. (s.f.). Derechos básicos de Aprendizaje. *Siempre Día - e*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Contreras C., A., & Contreras, M. (2012). Práctica Pedagógica: Postulados teóricos y Fundamentos Ontológicos y Epistemológicos. *Heurística. Revista Digital de Historia de la Educación*, (15) 197-220.
- Delval, J. (1996). La fecundidad de la epistemología de Piaget. *Substratum: Volumen III, Num. 8 - 9*, 106 - 107.
- Díaz Quero, V. (2006). Formación docente, práctica pedagógica y saber pedagógico. *Laurus. Revista de Educación*, (12) 88-103.
- Díaz, V. (2004). *Currículum, investigación y enseñanza*. San Cristóbal: Litoformas.
- (s.f.). El enfoque Constructivista de Piaget. En *Perspectiva constructivista de Piaget* (pág. 276).
- Gallego, E. (2010). *Robótica Educativa con Arduino una aproximación a la robótica bajo el hardware y software libre*.
- Gault, F., Glaude, M., & Tanaka, N. (2005). Directrices para la recogida e interpretación de información relativa a Innovación. En *Manual de Oslo*. Tercera Edición.

- Gobernación de Cundinamarca. (s.f.). *Por un territorio educado, pacífico e innovador. Plan Decenal de Educación. 2013 - 2022*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Godino, J. D. (2003). Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En *Matemáticas y su Didáctica para Maestros* (págs. 53-84). Proyecto Edumat-Maestros.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2003). Fundamentos de la Enseñanza y el Aprendizaje de las matemáticas para maestros. En *Matemáticas y su Didáctica para Maestros* (pág. 11). Granada: Universidad de Granada.
- Gómez, J. (2002). *De la enseñanza al aprendizaje de las matemáticas*. Paidós: Ibérica.
- Gonzalez, F. (1994). La enseñanza matemática. En *Temas de educación matemática*. Maracay: COPIHER.
- Hedra. (s.f.). *Hedra*. Recuperado el 25 de 11 de 2015, de <http://www.hedra-bcn.com/pag/que-es-constructivismo>
- I.E.D. Instituto Técnico Agrícola de Pacho. (2010). P.E.I. *Proyecto Educativo Institucional*. Pacho, Cundinamarca, Colombia.
- Imbernón, F. (1996). *En busca del Discurso Educativo*. Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.
- Izquierdo, C. (2004). *Aprendizaje Inteligente*. México: Trillas.
- Jonassen, D. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology*.
- Kim. (1993). Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=aXn6lGDkErsC&pg=PA49&dq=el+concepto+de+aprendizaje&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjY2aenp5LNAhXBIR4KHSCdCmMQ6AEIJDAC#v=onepage&q=el%20concepto%20de%20aprendizaje&f=false>

Klimenko, o. (2010). Reflexiones sobre el modelo pedagógico como un marco orientador para las prácticas de enseñanza. *Reflexion investigativa. Pensando Psicología*, (6) 11 p. 103 - 120.

Las matemáticas y la pedagogía. (01 de diciembre de 2009). *El aporte de Piaget a las matemáticas*. Recuperado el 12 de agosto de 2015, de <http://piagetymatematicas.blogspot.com.co/>

Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadística para administración y economía*. México: Pearson Educación.

Lozano Medina, R. (2014). *Informe participación internacional de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho*. Pacho.

Macias. (2010). La innovación educativa en América Latina.

Mazarío Triana, I., & Mazarío Triana, A. C. (s.f.). *Enseñar y Aprender: Conceptos y Contextos*. p. 15: Universidad de Matanzas.

Mazarío Triana, I., & Mazarío Triana, A. (s.f.). *El Constructivismo: Paradigma de la Escuela Contemporánea*. Cuba.

Ministerio de Educación Nacional. (No. 38. enero-marzo de 2006). *Altablero*. Recuperado el 21 de marzo de 2016, de www.mineduacion.gov.co

Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Programa Todos a Aprender*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de <http://docentetutor.blogspot.com.co/p/secciones-de-trabajo-situ.html>

Ministerio de Educación Nacional. MEN. (2015). *Reporte Índice Sintético de Calidad*. Bogotá.

Morales, P. (2013). *Investigación experimental, diseños y contraste de medias*. Madrid: p.53.

- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J., Quintero, J., Quiel, J., & Pittí Patiño, K. (2012). La robotica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13 74 - 90.
- Murray, S. (1991). *Teoría elemental del muestreo, teoría de la decisión estadística, ensayos de hipótesis y significación*.
- Navarro, R. E. (2004). El concepto de enseñanza aprendizaje. *REDcientífica. Ciencia, Tecnología y Pensamiento*.
- Pabón Lizcano, L. (2009). *Análisis de la Práctica Pedagógica de los docentes de Matemáticas de los grados 4° y 5° de primaria de la I.E.D. Restrepo Millán*. Bogotá: Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias de la Educación.
- Rios, R. A. (2012). Incidencia de la formación investigadora en la cualificación académica de los estudiantes del programa de Contaduría Pública de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Colombia.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010. Quinta Edición). *Metodología de la Investigación*. México: Mac Graw Hill. .
- Suarez Ruiz, P. A. (2001). *Metodología de la investigación. Diseños y técnicas*. Bogotá: Orion editores.
- Vesga, R. (2010). Emprendimiento e innovación en Colombia: ¿Qué nos está haciendo falta? *Facultad de Administración. Universidad de Los Andes*.
- Viñao, A. (2002). *Sistemas educativos, culturas escolares y reformas*. Madrid: Morata.
- Waldegg, G. (1998). Principios constructivistas para la educación matemática. *Revista EMA*, 4(1), 16-31.

ANEXOS

ANEXO 1 PRE TEST GRADO QUINTO

ANEXO 2 PRE TEST GRADO TERCERO

ANEXO 3 RUBRICAS GRADOS QUINTO Y TERCERO

ANEXO 4 POS TEST GRADO QUINTO

ANEXO 5 POST TEST GRADO TERCERO

ANEXO 6 GUÍAS DE TRABAJO ESTUDIANTES

**ANEXO 7 EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS APLICACIÓN GUÍAS S.T.E.M. CON
ESTUDIANTES GRADOS 3 Y 5 DE PRIMARIA. SEDES UNITARIAS I.E.D.**







