

VISUALIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS GEOMÉTRICOS EN LOS POLÍGONOS CON
EL SOFTWARE GEOGEBRA

FABIOLA ROSA CIRO MORALES
SANDRA MILENA VILLEGAS HINCAPIÉ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
EL PEÑOL
2016

VISUALIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS GEOMÉTRICOS EN LOS POLÍGONOS CON
EL SOFTWARE GEOGEBRA

FABIOLA ROSA CIRO MORALES
SANDRA MILENA VILLEGAS HINCAPIÉ

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Ciencias Naturales y Matemática

Asesor

LUIS ALBEIRO ZABALA JARAMILLO
Doctor en didáctica de la matemática

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERIAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
EL PEÑOL
2016

14 de noviembre de 2016

**Sandra Milena Villegas Hincapié y Fabiola Rosa Ciro
Morales**

“Declaramos que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

Firmas

AGRADECIMIENTOS

A Dios que nos dio la fortaleza para afrontar los retos, la inteligencia para comprender las temáticas abordadas y las condiciones favorables para culminar con éxito este proceso.

A nuestras familias que con su comprensión y apoyo permitieron que pudiéramos cursar sin sobresaltos por los caminos para acceder a este resultado favorable.

A todos los amigos que nos apoyaron y en especial a la Gobernación de Antioquia por la apertura de los programas de educación superior con los que fue posible acceder a los beneficios de becas de Maestría.

A la Universidad Pontificia Bolivariana y en general a los docentes que orientaron el desarrollo de los cursos.

Y muy especialmente a los estudiantes de los grados quintos quienes fueron realmente los que nos permitieron adelantar estos análisis.

Contenido

RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. CAPÍTULO I	15
IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	15
1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN	17
2. CAPÍTULO II	22
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	22
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3. CAPÍTULO III	24
MARCO REFERENCIAL	24
3.1. TIC EN LA EDUCACIÓN	24
3.2. INSERCIÓN DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN.....	25
3.3. APLICACIÓN DE LAS TIC EN COLOMBIA	26
3.4. GEOMETRÍA Y POLÍGONOS.....	27
3.5. APROXIMACIÓN Y ORQUESTACIÓN INSTRUMENTAL.	28
3.5.1. AMBIENTES DE APRENDIZAJE COMPUTARIZADOS	28
3.5.2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS ENFOQUES.....	29
3.5.3. ARTEFACTO E INSTRUMENTO.....	32
3.5.4. INSTRUMENTACIÓN E INSTRUMENTALIZACIÓN	33
3.5.5. ERGONOMÍA COGNITIVA DE RABARDEL Y TEORÍA ANTROPOLÓGICA DE LO DIDÁCTICO	34
3.6. GEOGEBRA	35
3.6.1. CARACTERIZACIÓN	35
3.6.2. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA GEOGEBRA	35

3.7.	CUADROS DE INVESTIGACIONES	36
4.	CAPÍTULO IV	42
	DISEÑO METODOLÓGICO	42
4.1.	DESCRIPCIÓN	42
4.2.	ESQUEMA DE ACTIVIDADES	43
5.	CAPÍTULO V	47
	RESULTADOS Y ANÁLISIS	47
5.1.	PERIODO UNO	47
5.1.1.	INTRODUCCIÓN	47
5.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.	47
5.1.3.	OBSERVACIONES	53
5.1.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA REVISIÓN DE TALLERES	55
5.1.5.	CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN EN EL PERÍODO UNO	58
5.2.	PERIODO DOS	61
5.2.1.	INTRODUCCIÓN	61
5.2.2.	DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.	61
5.2.3.	OBSERVACIONES	63
5.2.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	66
	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ENCUESTAS	66
	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA REVISIÓN DE TALLERES	70
5.2.5.	CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN EN EL PERÍODO DOS	75
5.3.	PERIODO TRES	79
5.3.1.	INTRODUCCIÓN	79
5.3.2.	DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.	79
5.3.3.	OBSERVACIONES	81

5.3.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	84
	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA REVISIÓN DE TALLERES	84
	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ENCUESTAS	93
5.3.5.	SOCIALIZACION DE LA EXPERIENCIA CON LOS DOCENTES DEL MUNICIPIO	99
5.3.6.	OBSERVACIONES	104
5.3.7.	CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN EN EL PERÍODO TRES	105
6.	CONCLUSIONES FINALES DE LA INTERVENCIÓN	111
7.	RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	118
	ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precursores y orígenes de los enfoques: aproximación y orquestación instrumental.

Figura 2. Enfoques Aproximación Instrumental (AI) y Orquestación instrumental

Figura 3. Cuadro de investigadores.

Figura 4. Conclusiones de las investigaciones.

Figura 5. Esquema de actividades

Figura 6. Competencias que se deben desarrollar en el grado quinto y aporte del programa dinámico GeoGebra

Figura 7. Grupo 5^o2 en clase de Geometría profundizando con el programa GeoGebra.

Figura 8. Grupo 5^o4 en clase de Geometría profundizando con el programa GeoGebra.

Figura 9. Gráfica de barras con comparativo de resultados de taller de polígonos.

Figura 10. Cuadro de desempeños de estudiantes en taller de polígonos profundizados utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 11. Comparativo de desempeños de taller de polígonos con estudiantes de control y grupos intervenidos utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 12. Tabla con porcentaje de estudiantes que aprueban geometría en el primer período.

Figura 13. Diagrama circular con porcentaje de estudiantes que aprueban geometría en el primer período.

Figura 14. Estudiantes de 5^o4 profundizando con el programa GeoGebra.

Figura 15. Estudiantes de 5^o4 profundizando con el programa GeoGebra.

Figura 16. Encuesta uso de GeoGebra a estudiantes de quinto 5^o2 y 5^o4.

Figura 17. Gráfico de barras con análisis cuantitativo de la revisión de taller de polígonos en el plano cartesiano utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 18: Cuadro con análisis cuantitativo de la revisión de taller de polígonos en el plano cartesiano utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 19. Gráfico circular de estudiantes que aprueban taller evaluativo de polígonos.

Figura 20. Gráfico circular con estudiantes que aprueban evaluación de ángulos en los polígonos.

Figura 21. Estudiantes que aprueban evaluación final del segundo período.

Figura 22. Estudiantes del grupo 5^o4 desarrollando la asignatura de geometría mediante una metodología basada en el uso de TIC.

Figura 23. Tabla de porcentajes de aprobación de actividad utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 24. Gráfica de barras: comparativo de resultados de actividad utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 25. Gráfico circular con estudiantes que aprueban Geometría en el segundo período.

Figura 26. Tabla con estudiantes que aprueban Geometría en el segundo periodo.

Figura 27. Estudiantes de 5^o4 aplicando la guía para visualizar los triángulos equiláteros.

Figura 28. Gráfico de barras: comparativo de desempeño en actividad de perímetro de polígonos utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 29. Tabla con comparativo de desempeño en actividad de perímetro de polígonos utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 30. Gráfico de barras: comparativo de desempeño en actividad de triángulo equilátero utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 31. Comparativo de desempeño en actividad de triángulo equilátero utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 32. Gráfico de barras: comparativo de desempeño en actividad de triángulo isósceles utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 33. Comparativo de desempeño en actividad de triángulo isósceles utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 34. Gráfico de barras: comparativo de desempeño en actividad de simetría utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 35. Comparativo de desempeño en actividad de simetría utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Figura 36. Gráfico circular con porcentaje de aprobación de la evaluación de perímetros.

Figura 37. Gráfico circular con porcentajes de estudiantes que aprueban taller de medición de perímetro.

Figura 38. Tabla con porcentajes de estudiantes que aprueban taller medición de perímetro.

Figura 39. Gráfico de barras con desempeño de estudiantes en evaluación final del tercer período.

Figura 40. Tabla con niveles de desempeño en evaluación de tercer periodo.

Figura 41. Gráfico de barras con los desempeños de estudiantes en la evaluación final en el tercer periodo.

Figura 42. Tabla con porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura Geometría en el tercer periodo.

Figura 43. Diagrama de barras con porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura Geometría en el tercer periodo.

Figura 44. Imagen de estudiantes de 5^o4 profundizando en la conceptualización y construcción de triángulos equiláteros con GeoGebra.

Figura 45. Encuesta de satisfacción del uso del programa GeoGebra a estudiantes de 5^o2 y 5^o4.

Figura 46. Imagen del logo de GeoGebra.

Figura 47. Imagen de aplicaciones de la barra de tareas del programa dinámico GeoGebra

Figura 48. Gráfico de barras con comparativo de porcentajes de aprobación de la asignatura de Geometría en los tres periodos.

Figura 49. Tabla con estudiantes que aprueban Geometría en los tres periodos.

GLOSARIO

GÉNESIS INSTRUMENTAL: es un modelo que describe la mecánica de interacción entre sujetos y artefactos (en su transformación a instrumentos) dentro de un sistema cognitivo.

ARTEFACTO: el artefacto se convierte en un instrumento a través del proceso de la génesis instrumental, en el que se construyen esquemas cognitivos o se incorporan esquemas sociales preexistentes (Artigue, 2002).

GEOGEBRA: es un software de matemática dinámica libre en el que se reúne geometría, álgebra, hoja de cálculo, gráficos, estadística y cálculo para todos los niveles educativos en un solo programa.

INSTRUMENTACIÓN: la instrumentación describe un proceso que actúa sobre el individuo, en el que se desarrollan esquemas de "acción instrumental", que evolucionan en técnicas, realizando respuestas de tarea apropiadas.

INSTRUMENTALIZACIÓN: La instrumentalización es un proceso en el que se realiza una diferenciación de los artefactos.

POLÍGONOS: una figura cerrada formada por la unión de segmentos de recta no colineales que de acuerdo al número de lados toma un nombre que los diferencia

VISUALIZACIÓN: La visualización puede ser considerada como una competencia para modelizar una situación, ya sea por medio del lápiz y papel o por medio de elementos tecnológicos como las calculadoras o los computadores, para el caso concreto de la geometría, estos modelos ayudan a los estudiantes a representar los conceptos o una situación problema y facilitar la interpretación y proponer soluciones

RESUMEN

En la presente investigación se analiza el proceso de génesis instrumental que se desarrolla en los estudiantes de grados quinto de dos cursos (quinto dos y quinto cuatro), respecto a la visualización de los conceptos geométricos en los polígonos, cuando se usa el programa dinámico GeoGebra. Para el análisis se consideran ciertos elementos teóricos del enfoque instrumental de Artigue y Trouche. El poder visualizar las características de algunos polígonos (triángulos, rectángulos y cuadrados), las relaciones entre lados y ángulos, usando este software, permitió que el proceso de génesis instrumental se estructurará en una forma más eficiente y que los conceptos matemáticos de rectas, segmento de recta, semirrectas, ángulos y polígonos se interiorizaran hasta naturalizarse en su lenguaje y en la manera de manipular y construir estos objetos matemáticos. Es pertinente que el docente se cualifique para que pueda innovar sus prácticas e incidir significativamente en el aprendizaje de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: ARTEFACTO, INSTRUMENTO, GÈNESIS INSTRUMENTAL, GEOGEBRA, INSTRUMENTACIÒN, INSTRUMENTALIZACIÒN, POLÌGONOS, VISUALIZACIÒN.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mundo se ve inmerso en una era tecnológica y científica, que determina como necesidad incorporar estos elementos en la cotidianidad. Las escuelas tienen como reto actualizarse y aprovechar los nuevos recursos para que los estudiantes puedan comprender e intervenir en su entorno de manera ética y eficiente acorde con las necesidades de su contexto.

Artigue (2002) sostiene que la evolución de las matemáticas ha estado estrechamente ligada a los materiales y las herramientas simbólicas disponibles para su cálculo; asociado con estas ideas se enmarca el concepto de avances tecnológicos, especialmente el que tiene que ver con el desarrollo de softwares. Además afirma que los expertos en la matemática reconocen que estos nuevos recursos no llegan a convertirse en instrumentos para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de manera inmediata y eficiente, a causa de la complejidad de su código interno y el control sobre el uso que requiere experiencia para su manejo.

Por lo tanto la educación se ve enfrentada a desafíos que le implican diseñar e implementar ambientes de aprendizaje donde los estudiantes interactúen y puedan desarrollar competencias de pensamiento y procesos de aprendizaje que respondan a las exigencias de la actualidad. En este contexto, desde la incorporación de las herramientas digitales en la educación matemática, se percibió el gran potencial de estos elementos con los cuales se abre un nuevo horizonte de oportunidades para hacer de la educación un campo explicativo y dinámico, que fortalezca la investigación, la interacción y las competencias básicas. De igual manera se identificó el reto educativo que la integración de estos recursos implicaba para los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Gracias a la política pública y el avance tecnológico que se ha acelerado desde los años 90, el estado ha invertido en dotación para los centros educativos rurales y las Instituciones Educativas, pero aunque se cuentan con tecnologías para la enseñanza, la revolución educativa que se creía posible con la inserción de las TIC en la educación no se ha evidenciado, por lo cual Trouche, Rabardel, Verillon y otros afirman que la tecnología por sí sola no incide en la enseñanza, aunque es un elemento fortalecedor del aprendizaje que permite elevar el nivel de adquisición del conocimiento.

Se hace evidente entonces que a nivel nacional es necesario mejorar las prácticas educativas, para que se pueda brindar una educación de calidad y articular los avances científicos buscando que la enseñanza y el aprendizaje puedan potencializarse y

favorecerse, lo que implica no sólo mayor inversión, sino el aprovechamiento de los recursos con los que se cuenta, para que la revolución educativa sí sea posible y se puedan alcanzar los resultados con mayor eficiencia. De igual manera es pertinente intervenir las áreas básicas de aprendizaje y en especial la matemática.

A nivel educativo en Colombia la innovación tecnológica no está pertinentemente articulada con cambios significativos en las prácticas educativas ni a la exploración de nuevas estrategias para el desarrollo de competencias, específicamente en el área de matemáticas. Lo que se hace evidente en el desaprovechamiento de las dotaciones tecnológicas dispuestas para que el docente las aplique en sus clases, factores que no contribuyen al mejoramiento de la calidad de la educación, por lo que es necesario realizar un proyecto que permita contextualizar el uso y la aplicación de las TIC para dinamizar la enseñanza y de esta forma incidir en la cualificación docente, en los métodos de enseñanza - aprendizaje, así como en la potencialización del uso, apropiación de estos elementos y profundización de los conceptos estudiados.

Teniendo como referente lo anterior, el eje en el cual se centrará el tema de este proyecto es de qué manera los recursos tecnológicos pueden ser integrados a la educación, especialmente a la enseñanza de la matemática, para ello se escogió el tema del grado quinto los polígonos, pretendiendo conceptualizar y profundizar en él, mediante la implementación del programa dinámico GeoGebra y con la estrategia lápiz y papel, a través de un investigación en la que se analice la forma en que se potencialicen los conceptos de polígono, profundizándolos a través de la visualización de rectas, semirrectas, segmentos, triángulos equiláteros, escalenos e isósceles y ángulos .

Este proyecto está enmarcado en las investigaciones que se han realizado sobre la integración de las innovaciones tecnológicas, específicamente el uso del programa dinámico GeoGebra, el cual puede considerarse como un software intuitivo que no requiere de conocimientos técnicos especializados. El marco teórico del proyecto se inscribe en las teorías de la aproximación instrumental (Artigue 2011) y orquestación instrumentación (Trouche 2002), en el cual se hace una diferenciación entre el artefacto (GeoGebra) y el instrumento. El artefacto es conceptualizado como un objeto material o abstracto, que sirve de sustento para la actividad y un instrumento es lo que un sujeto construye a partir del artefacto por medio de un proceso que se denomina génesis instrumental.

1. CAPÍTULO I

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Los avances científicos y tecnológicos permean todos los contextos, modifican los paradigmas y hacen visibles las brechas generacionales. En el caso concreto de la educación su incidencia ha modificado la presentación de los contenidos, la gestión del conocimiento, la interactividad y la posibilidad de las respuestas inmediatas en diversos formatos. Por lo que su inserción en las prácticas pedagógicas se ha convertido en un reto, que a mediano y largo plazo puede fortalecer el desarrollo de competencias comunicativas, matemáticas, cívicas, científicas... las cuales son fundamentales para que se dé un proceso formativo integral.

Para el caso concreto del saber matemático, la enseñanza dinamizada a través de las TIC, ha arrojado según diversos autores (Artigue, Rabardel, Trouche y Verillon) resultados positivos en cuanto a la adquisición del conocimiento, la construcción de un aprendizaje significativo y la aplicación de los saberes para resolver problemas concretos. Sin embargo la dotación de elementos tecnológicos no garantiza que haya calidad en la educación, lo cual implica que no es sólo la infraestructura, sino también la articulación de las prácticas educativas con una pertinente capacitación y políticas públicas que posibiliten la integración y el rediseño de planes de estudio en el que se favorezca la transversalidad.

Artigue (2002) plantea que para las aulas la integración de las TIC de manera eficiente se convierte en un reto, lo cual también se extiende a la enseñanza matemática, ya que las herramientas tecnológicas se utilizan parcialmente y no fomentan la construcción del conocimiento estructurado y científico, centrándose en la gestión de información, redes sociales y entretenimiento, lo que las desarticula de los procesos de enseñanza y aprendizaje. De igual manera se le pide a la enseñanza que integre los nuevos recursos para que se supere la brecha generacional que hace visible la transición de una cultura matemática, la cual paradójicamente fue construida en ambientes que no contaban con la tecnología actual.

Adicionalmente las prácticas matemáticas que se fomentan en el aula integran lentamente la evolución de la tecnología y la inserción de éstas de forma eficiente en las clases, y no se ha hecho un análisis profundo a las problemáticas que se desprenden de su utilización (insuficiente aplicabilidad y apropiación de estos recursos en el aula, debido a la escasa o no pertinente capacitación docente, falta de recursos y conectividad y arraigo a métodos tradicionales de enseñanza).

En el municipio de El Peñol, la situación parecería ser similar. La institución Educativa León XIII, es considerada en el departamento de Antioquia, como uno de los colegios digitales más grandes, debido a la dotación de la que ha sido objeto, gracias a los programas: Computadores para Educar, Antioquia Digital, y Punto Vive Digital, al igual que por la conectividad con la que es favorecida. Sin embargo la apropiación de éstos en el aula no se ha masificado, para el 2015, sólo un docente de los 31, utiliza los recursos tecnológicos en su quehacer cotidiano, y los demás o lo utilizan parcialmente o no lo utilizan a excepción de la docente de tecnología para el grado cuarto y quinto quien si los usa de manera constante, por lo que no se ha convertido en un eje dinamizador de la enseñanza, ni en una estrategia para propiciar la estructuración del pensamiento a partir de la interactividad, modelización, simulación, gestión de información, el juego y del *feedback* que es posible obtener con el uso de estos recursos. Entre los retos que están enmarcados en la ruta de calidad de la institución, sobresale operativizar el colegio digital para integrar eficientemente estas herramientas en el aula. Lo anterior permite concluir que se está desaprovechando un recurso valioso para dinamizar e incidir positivamente en la calidad de la educación.

El proyecto adelantará la intervención en el grado quinto, se selecciona este grado, ya que el Ministerio de Educación Nacional, aplica pruebas externas para determinar “los conocimientos, competencias y valores que los estudiantes desarrollan durante la trayectoria escolar, independientemente de su procedencia, condiciones sociales, económicas y culturales y, a partir de las mismas, definan planes de mejoramiento en sus respectivos ámbitos de actuación” (ICFES, 2013, p. 12), y de esta manera es posible hacer un rastreo objetivo del impacto del aprendizaje por medio de estos elementos. De igual manera es en este grado donde se empieza a perfilar más rigurosamente los conceptos geométricos que en el futuro serán la base para la conceptualización profunda del pensamiento espacial.

Estas pruebas externas se centran en matemáticas y lenguaje. Para el área de matemáticas, que es en la que se focaliza la atención, se evalúa Comunicación, Representación y Modelación, Razonamiento y Argumentación, Planteamiento y Resolución de problemas, Componente Numérico-variacional, Geométrico-métrico y Aleatorio.

El proyecto se centrará en el pensamiento geométrico, ya que se considera, que en Colombia esta asignatura, después de la revolución que generó la matemática moderna,

la relegó a un segundo plano, lo que se refleja en su asignación académica de una hora semanal. Situación que redundó en que los contenidos en matemáticas se enfocaran a la abstracción, memorización de reglas y desaprovecharan el campo de acción de los objetos concretos.

Por tal motivo y en vista de la fortaleza en infraestructura y conectividad, se pretende adelantar un proyecto con el cual se pueda responder los siguientes interrogantes: ¿cómo profundizar el concepto de polígono en el grado quinto mediante la visualización de éstos, con el programa dinámico GeoGebra y lápiz y papel? Y ¿Qué estrategias se pueden implementar para aprovechar las relaciones entre el trabajo conceptual y el trabajo técnico que surgen cuando el programa GeoGebra es articulado a la enseñanza del polígono a partir de la génesis instrumental?

La metodología seleccionada para el desarrollo del proyecto es cualitativa, la fundamentación teórica se centra en las teorías de aproximación instrumental (Artigue 2011) y orquestación instrumentación (Trouche y Guin (2002), tiene un contexto temporal de dos años (el primer año corresponde a la fase de planeación y en el segundo se aplica y analiza el resultado de la intervención).

La fase uno es teórica en el sentido de análisis de información y diseño de la propuesta. La fase dos es aplicativa y se centra en la selección de los grupos a intervenir y los de control, y en la intervención a éstos a través de lo que se configuró en la primera parte, haciendo hincapié en la génesis instrumental del programa GeoGebra para el aprendizaje del concepto de polígono en el grado quinto.

Estos análisis pretenden identificar estrategias para el grado quinto, que se pueden aplicar a otros grados, donde los estudiantes vinculen los artefactos a la construcción del pensamiento espacial, más concretamente el concepto de polígono: definición, características, áreas, perímetros y transformaciones, lo cual se sistematizará en un documento que se pretende socializar especialmente con los docentes para que se fortalezca y vinculen las tecnologías educativas con las que cuentan los centros educativos y las instituciones educativas en Colombia a través del proceso de génesis instrumental.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Para el pensamiento espacial el Ministerio de Educación Nacional (MEN) establece que se deben desarrollar las siguientes competencias en el grado quinto:

- Competencia artística: Representar elementos geométricos con competencia y creatividad.

- Identificar, analizar, describir y construir figuras bidimensionales presentes en los medios social y natural, y utilizar las propiedades geométricas asociadas a las mismas en las situaciones requeridas.
- Visualizar figuras geométricas, reconociendo sus características.
- Utilizar instrumentos, técnicas y fórmulas, individual y grupalmente, para medir longitudes, ángulos y perímetros
- Conocer, valorar y utilizar: el orden, contraste, precisión y revisión sistemática, y crítica de los resultados de forma constante en las actividades matemática.
- Valorar e integrarse en el trabajo en grupo como base de aprendizaje matemático que fortalece la formación de la autoestima y valores sociales.

Pero el pensamiento espacial y los sistemas geométricos a causa de la implementación de la matemática moderna quedaron relegados a un segundo plano, lo que se evidencia en la insuficiente asignación académica que en los planes de estudio de las instituciones educativas de Colombia se establece, la cual evita que se dé un adecuado proceso, ya que a causa de esto, la profundización de los conceptos no se puede adelantar, situación que redundante en el nivel de logro que se alcanza a desarrollar, donde por lo general se procede a listar una serie de temáticas a partir de la forma tradicional.

Adicionalmente la cantidad de estudiantes en el aula (entre 40 y 50) dificulta que se planee e implemente de forma eficaz la orientación de las temáticas y de igual manera las estrategias tradicionales que se aplican no garantizan que la mayoría de los estudiantes adquieran las competencias básicas, ya que se desconoce los diferentes canales de percepción que pueden ser estimulados para potenciar la adquisición de conocimiento y el contexto actual en el cual el uso de las tecnologías y las competencias digitales de los estudiante es evidente, es desaprovechado. Todo lo anterior influye en que no se alcance un nivel de visualización de los objetos matemáticos, de sus relaciones y propiedades, al mismo tiempo que se limita la asimilación, construcción y manipulación de estos elementos, así como su posterior interiorización.

Los aprendizajes que se construyen a través de las experiencias directas de los estudiantes tienen una mayor incidencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente para el caso de los que deben desarrollarse en la asignatura de geometría, ya que los sistemas geométricos se construyen a través de la exploración activa y la modelación del espacio, en la que debe potencializarse la interacción de los elementos abstractos y concretos, con los que se puede reflexionar, visualizar, comprobar y diseñar procedimientos para acceder a la solución de situaciones problema.

La inserción de las tecnologías educativas orientada desde una perspectiva en la cual se aprovechen estos elementos para que se dinamice el aprendizaje significativo, se transforma en una herramienta pedagógica que implica que se diseñen estrategias que puedan potencializar el aprendizaje a través del aprovechamiento de las competencias

digitales que tienen los estudiantes, se estimulen los diversos canales de percepción y se favorezca el razonamiento.

Con ayuda de estas herramientas el estudiante experimenta el conocimiento y es capaz de manipularlo, acciones que le permiten profundizar (aprovechando la curiosidad e imaginación) y para el caso de geometría visualizar los objetos que se pretenden conceptualizar. Cuando el estudiante puede observar y en general interactuar con los elementos que se quieren aprender o con sus compañeritos, tienen un proceso más eficiente de aprendizaje.

La educación es la llamada a cualificar para que se genere un espíritu crítico y se gesten un cambio de paradigma, por lo tanto tiene como reto estar a la vanguardia de los procesos y parte de éstos es la inserción de las tecnologías educativas, lo que a su vez implica que el maestro debe cualificar su trabajo tanto en la parte teórica para conocer el potencial y la correcta utilización de estos elementos así como en la implementación de ellos en el aula e innovar en la manera cómo enseña a partir del uso pertinente de nuevos ambientes de aprendizaje.

La integración de las herramientas tecnológicas en la educación matemática es un reto actual de la educación, su complejidad en la enseñanza implica que los sujetos inmersos en este contexto reconozcan que estos elementos inciden en la educación, especialmente las estrategias para presentar la información, situación que afecta directamente la forma tradicional de lápiz y papel en el desarrollo conceptual y práctico de las temáticas.

Un marco teórico que reconoce la complejidad de relaciones es la génesis instrumental (Artigue, 2002). En esta perspectiva, el uso de las herramientas tecnológicas implica un proceso de génesis instrumental, durante el cual el objeto o artefacto se transforma en un instrumento. El instrumento, entonces, es la construcción psicológica del artefacto junto con los esquemas mentales (en los que interactúan los conocimientos técnicos y los matemáticos) que el usuario desarrolla para resolver tareas específicas, lo que requiere a su vez que se vayan perfeccionando hasta lograr que los procedimientos se naturalicen.

Es imprescindible que el docente oriente estos procesos y por lo tanto es necesario tener en cuenta la orquestación instrumental, gestión didáctica de los artefactos. Para el caso de la enseñanza de la matemática han surgido tecnologías digitales (calculadoras simbólicas, software de álgebra computarizada, software de geometría dinámica). Con estas herramientas es posible liderar nuevas posibilidades didácticas, pero si realmente se quiere aprovechar las ventajas de estos elementos, es necesario conocerlos e integrarlos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, reto que recae directamente en los docentes, llamados a cualificarse y a innovar en sus prácticas pedagógicas.

Los anteriores argumentos permiten afirmar que una investigación en la que se analice una experiencia didáctica en un entorno informático usando el programa dinámico

GeoGebra, diseñado para facilitar la visualización de los conceptos geométricos en los polígonos en el grado quinto, permitiría desarrollar en la asignatura de geometría, mediante una metodología basada en el uso de TIC, las competencias de visualización de los conceptos, lo que se pretende que incida en la asimilación y profundización de los conceptos y al mismo tiempo innove en las prácticas pedagógicas implementadas.

Con el desarrollo de la propuesta se pretende incidir en diferentes ámbitos en los que se destacan el teórico; el educativo: didáctica de la matemática y dinamización de la enseñanza a través de ambientes mediados por las TIC; el económico y el social, lo cual se procederá a describir a continuación:

A nivel teórico se pretende construir un documento en el que se sistematicen las experiencias adelantadas en la Institución Educativa León XIII, que den cuenta de las mejores estrategias que pueden incidir significativamente en la enseñanza de la geometría, a partir de la génesis instrumental del programa GeoGebra, materia que desde la teorización de la matemática moderna fue relegada a un segundo plano, lo que generó que esta área perdiera en aplicabilidad y concretismo, priorizando las reglas, los conceptos y los algoritmos.

A nivel educativo en lo que concierne a la enseñanza de la matemática, por medio de su dinamización a través de ambientes mediados por las TIC, el impacto se sustenta, si se considera la educación como un sistema que va evolucionando, lo cual compromete procesos de adaptación a la sociedad para que el propósito por el que fue establecida se cumpla de manera pertinente.

Otro beneficio que trae el proyecto es la preparación de los estudiantes para presentar las pruebas SABER en línea, las cuales se aplicarán en un futuro cercano de manera virtual. Los estudiantes al tener contacto con las herramientas tecnológicas, se familiarizan con los conceptos y con los artefactos lo cual incidirá positivamente en su desempeño.

Igualmente a nivel educativo es de esperarse que al replantear las prácticas pedagógicas que los docentes adelantan para orientar sus clases, se tenga un impacto positivo en los modelos de enseñanza y en la cualificación docente, ya que con la incursión de estos elementos es necesario que los educadores se capaciten y articulen estas herramientas en busca de una incidencia significativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además los resultados de este proyecto pueden guiar procesos similares que involucren el aprovechamiento de tecnologías educativas.

Económicamente se considera que las inversiones gubernamentales e institucionales en capacitación, equipos y conectividad, en este momento están siendo subaprovechadas y aunque la dotación por sí sola no influye significativamente en la calidad educativa es

necesario articularla con propuestas pedagógicas que den cuenta de la interacción de estos elementos para potenciar el saber. Esto es, una revisión de las estrategias que se llevan al aula, para aprovechar estos elementos.

Se podría suponer, que las inversiones antes mencionadas no han dado sus frutos, el proyecto pretende potencializar el uso del recurso, para que la inversión redunde en la calidad educativa.

A nivel social, se parte de los objetivos de la educación como elemento para modificar la conducta, estructurar el pensamiento científico investigativo, formar seres éticos e incidentes en la sociedad, entonces el proyecto aporta en el sentido de potencializar estrategias para incidir en el desarrollo de competencias básicas y superiores, lo que se reflejará en la calidad educativa y en el ser como tal, el cual estará más capacitado para aprender a aprender.

2. CAPÍTULO II

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. OBJETIVO GENERAL

Potenciar los conceptos de polígono profundizándolos a través de la visualización de semirrectas, segmentos, triángulos equiláteros, escalenos e isósceles y ángulos, por medio de la aplicación del programa dinámico GeoGebra.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar la asignatura de geometría mediante una metodología basada en el uso de TIC, que fomente en los estudiantes el desarrollo de las competencias de visualización de los conceptos geométricos en los polígonos.
- Diseñar y experimentar en la asignatura de geometría bloques de actividades basadas en la aplicación del programa de geometría dinámica GeoGebra, para la profundización en la enseñanza –aprendizaje del concepto de polígono.
- Desarrollar en los estudiantes las competencias instrumentales y espaciales (geométricas) para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de polígonos, identificación de sus características y aplicación de transformaciones.
- Evaluar los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participen en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizan el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control.
- Compilar los resultados del proyecto en una cartilla que sirva de referente para procesos similares.

3. CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1. TIC EN LA EDUCACIÓN

Estudios realizados, han hecho evidente que las TIC por si solas no transforman los procesos de enseñanza-aprendizaje, Gil y Gorospe afirman que en muchas ocasiones no se configuran: “como herramientas cotidianas de trabajo escolar” (2010, p. 19). Estos investigadores concluyen que en los países donde se ha dotado a las escuelas públicas de recursos tecnológicos, se han presentado cambios en infraestructura y gestión docente y directiva, pero la innovación en las prácticas educativas no se ha hecho presente en las aulas todavía al nivel esperado.

Por lo tanto el incluir este elemento en la educación, hace que también se tenga que considerar las implicaciones de los avances científicos, ya que si se tiene en cuenta que la matemática es dinámica, con más razón lo deben ser los métodos educativos para que respondan a las demandas de la sociedad,

“ya que los cambios sociales, culturales, económicos, políticos y tecnológicos conllevan nuevos desafíos para los sistemas educativos a quienes se les demanda innovaciones en la manera de enseñar, el contenido del aprendizaje, las formas de relacionarse con el conocimiento y el tipo de ciudadano al que han de contribuir a formar” (Gil y Gorospe, 2010, p. 18).

Es evidente que en las políticas públicas y en las conclusiones de diversas investigaciones no se pone en duda la importancia de su incorporación, sino en la necesidad de hacerlo de una forma pertinente, para que su uso potencialice la construcción del saber y el desarrollo de competencias en los estudiantes.

El aprendizaje mediado por ordenadores debe estar definido de tal manera que responda a una concepción de educación donde estas herramientas se utilicen para potenciar la estructuración del pensamiento en un sentido amplio y no como meros elementos que faciliten el desarrollo de rutinas, lo cual no es malo en el sentido pedagógico, ya que liberan tiempo que se puede invertir en el análisis, sino que no se debe quedar en lo meramente instrumentalista.

Soto, Franco y Giraldo (2014), identifican dos enfoques en los que la integración de las TIC en la escuela pueden enmarcarse: el primero considera que existe una relación entre el currículo y las TIC, donde estas últimas son elementos invisibles, inmersos en los procesos educativos. La segunda sitúa a las TIC como protagonista, lo que significa que se consideran herramientas para potenciar el aprendizaje.

3.2. *INSERCIÓN DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN.*

En cuanto al uso de estos recursos Jaramillo, Castañeda, y Pimienta (2009), proponen que el docente paulatinamente ha reconocido la importancia de las TIC y ha ido pasando por procesos de familiarización de la herramienta para sus gestiones personales, hasta incluirla en los ámbitos laborales, especialmente en actividades administrativas, para posteriormente integrarlas en su labor docente y en la actualidad ha reorientado su actividad, en el sentido de ponerla en el centro de los procesos de enseñanza y aprendizaje del estudiante.

“Existen infinidad de proyectos educativos bajo sistemas libres” (Ballesteros y Márquez, 2010, p. 201) El término sistema libre hace referencia a software educativos-“Los software educativos (SE), se definen de forma genérica como aplicaciones o programas computacionales que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje” (Martínez y Piedra, 2010, p. 99) que no tienen restricciones de índole legal, ya que no necesitan licencias para usarse y se encuentran disponibles en la red para el que quiera utilizarlo.

3.3. APLICACIÓN DE LAS TIC EN COLOMBIA

Se han presentado varias experiencias a nivel de Colombia en las que se han implementado las TIC como herramientas dinamizadoras de la enseñanza, obteniéndose los siguientes hallazgos:

Según Jaramillo, Castañeda y Pimienta (2009), los docentes son los llamados a transformar sus estrategias para que estos elementos incidan en la educación, favoreciendo con ellos un aprendizaje activo, aunque es de “resaltar que las TIC no son herramientas que por si van a mejorar los ambientes de aprendizaje” (Jaramillo, Castañeda y Pimienta 2009, p.177).

Cadavid, Velásquez y Álvarez (2011), en los estudios que realizaron en la ciudad de Medellín, con respecto al uso y aplicación de las TIC afirman que ambos conceptos están asociados con las prácticas que se adelantan en la vida cotidiana, las cuales pueden centrarse en gestión del conocimiento, mejora en los canales de comunicación, entretenimiento por medio de redes sociales y negocios.

Los autores afirman que los encuestados reconocen que las TIC son sinónimo de desarrollo cultural y económico, pero su uso se da más en ámbitos por fuera de la escuela ya que esta no capacita en lo relacionado con su aplicabilidad cotidiana.

Barón y Gómez (2012), afirman que la integración de estos elementos a la educación se ha dado de forma gradual, concentrándose primero en las universidades, para extenderse a la colectividad como una política pública que buscaba que Colombia estuviera a la vanguardia en los recursos tecnológicos que pudieran contribuir al mejoramiento de la calidad de la enseñanza como son la conectividad y la dotación de equipos. Es de resaltar que los autores concluyen que una política pública sin una adecuada capacitación docente no repercute en los sistemas educativos.

Para la implementación adecuada de las TIC es imprescindible que se adelanten cambios en la manera como se orienta la capacitación, lo que implica que los directivos gestionen una adecuada planificación, diseño de estrategias y aplicación de las mismas, pero se debe prestar atención a las prioridades administrativas, ya que en muchas ocasiones se cuestionan

“las políticas y estrategias implementadas por los países y sus gobiernos para afrontar la integración de las TIC, pues se centran en aspectos como la infraestructura, la conectividad y su uso por medio de ordenanzas, sin tener en cuenta aspectos como planes y proyectos TIC institucionales, experiencias significativas, distribución de

recursos, currículos, entre otros factores inherentes a las Instituciones Educativas” (Soto, Franco y Giraldo, 2014 p 41)

3.4. GEOMETRÍA Y POLÍGONOS

De Guzmán (2007), plantea una evolución histórica de la matemática, en la cual se expresa que este conocimiento ha estado presente en el transcurrir histórico de la humanidad con el que se han permeado todos los ámbitos en los cuales el hombre ha entrado en contacto. Por lo tanto la considera una actividad ancestral y polifacética. Identifica sus alcances prácticos en la antigüedad, desde los pueblos mesopotámicos, como un elemento oracular que permitía hacer predicciones; hasta los pitagóricos que la relacionan como un medio de acercamiento a la divinidad.

En épocas posteriores, específicamente en el: medioevo, renacimiento, racionalismo y filosofía contemporánea, es conceptualizada como:

“elemento disciplinador y explorador del universo; instrumento para la creación de la belleza, así como un ejercicio lúdico de los estudiosos matemáticos y como una guía de pensamiento respectivamente. Desde el comienzo de la Edad Moderna su conocimiento se ha considerado esencial para el desarrollo de la ciencia y la tecnología” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 1).

Lo que la sitúa como una ciencia en permanente construcción. La geometría como parte de la matemática ha estado también presente de manera concreta en la cotidianidad y conceptualmente sirve de base para diversas disciplinas, ya que se centra en la observación y medida de la tierra, la visualización y el razonamiento espacial.

Este razonamiento es fundamental para el método científico debido a que con él se desarrollan competencias para manipular información y resolver problemas que involucren conceptos tales como ubicación, distribución de espacios y orientación. Adicionalmente la inteligencia espacial permite visualizar la organización y estructuración del espacio a su vez interpretarla desde lo concreto a lo abstracto o viceversa.

En lo que se refiere a la visualización, ésta se conceptualiza como una manera de percibir el entorno a través de la percepción espacial, lo que se facilita si se utilizan programas de geometría dinámica que permitan operar sobre las formas y las posiciones, ya que si el estudiante puede estructurar la imagen de un concepto a través de su experiencia en contextos de aprendizaje mediados por herramientas educativas que permitan hacer concreto el concepto, se puede garantizar un mejor proceso de aprendizaje debido a la pluriestimulación.

Desde mediados del siglo XX, la geometría perdió importancia en la planeación curricular y los elementos fundamentales antes mencionados pasaron a un segundo plano. Para el caso específico de Colombia, tal situación se refleja en la asignatura académica que no supera la hora semanal en la que difícilmente se pueden orientar el desarrollo de la inteligencia espacial.

Según Rodríguez (2010) los estudiante presentan dificultades para desarrollar el pensamiento espacial ya que no tienen la madurez lógico-matemática necesaria que les permita visualizar, generalizar, demostrar y modelizar; de igual manera las estrategias que los docentes llevan a las aulas en su mayoría se centran en experiencias bidimensionales que no alcanzan a explorar el mundo tridimensional en la que se desarrolla la cotidianidad del estudiante. Por lo tanto la incursión de programas dinámicos que faciliten la observación y la manipulación de elementos abstractos se presentan como recursos novedosos que pueden incidir en la profundización de los conceptos geométricos.

El Ministerio de Educación Nacional define, en los estándares curriculares para el grado quinto de matemática, en lo que tiene que ver con el pensamiento espacial, que cada estudiante debe estar en capacidad de construir rectas y ángulos con medidas dadas; clasificar y reconocer los polígonos a través de sus componentes y propiedades, priorizando los triángulos y cuadriláteros; clasificar y reconocer los paralelogramos (diagonales, vértices, lados) y sus propiedades e identificar el plano cartesiano.

En el caso específico de los polígonos, estos se presentan según Carreño y Climent (2010) como una figura cerrada formada por la unión de segmentos de recta no colineales que de acuerdo al número de lados toman un nombre que los diferencia, los cuales tiene un gran potencial para la profundización del pensamiento espacial ya que el desarrollo de este concepto es fundamental para la adquisición de competencias estructurales y pragmáticas que le permitan al estudiante, identificar los diferentes elementos que lo componen, visualizarlos en diferentes contextos, además de su distinción entre otras figuras de la geometría, para luego trascender a las siguientes temáticas posteriores que tienen como base el aprendizaje del tema de polígono.

3.5. APROXIMACIÓN Y ORQUESTACIÓN INSTRUMENTAL.

3.5.1. AMBIENTES DE APRENDIZAJE COMPUTARIZADOS

Trouche (1998) expone que para hablar de interacciones entre los sujetos y las máquinas en relación con los ambientes de aprendizaje computarizados se deben tener en cuenta la

viabilidad de los objetos y el carácter no neutro de estos artefactos, por lo que hay que considerar la iniciativa y la actividad de los alumnos al igual que el significado que se le da a los ambientes de aprendizaje mediados por la tecnología (ambientes con recursos: software, posibilitadores de actividades de los estudiantes). Por ejemplo: para el caso de un salón de clase que cuenta con computadores y el programa GeoGebra, se puede considerar que este contexto está inscrito en un entorno de aprendizaje computarizado.

Trouche y Drijvers (2014) sostienen que desde la introducción en la década de los 80 del siglo XX de las herramientas digitales en la educación matemática, estas se han convertido en una promesa y en un problema para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Afirman de igual manera que el potencial de las herramientas digitales es ampliamente reconocido y para ello dan como ejemplo las oportunidades que se despliegan con su uso, siendo estas: la integración de diferentes representaciones y la gran gama de recursos con los que se puede contar actualmente en las aulas.

Pero a su vez se convierten en problematizadoras cuando se trata de analizar la integración de las herramientas digitales, ya que clarificar las preguntas sobre la disponibilidad de los objetivos de la educación matemática, así como las prácticas de enseñanza actuales al respecto, exige asumir un reto en cuanto a estas nuevas posibilidades.

Se destacan también que las herramientas digitales no son neutrales sino que “impact on student behaviour and on student learning” (Trouche y Drijvers, 2014, p. 194).

3.5.2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS ENFOQUES

Para abordar estas problemáticas y posibilidades que la integración de la tecnología digital en la Educación Matemática plantea, han surgido enfoques de investigación que buscan explicar las nuevas situaciones, convirtiéndose en un marco de referencia apropiado para su análisis y aplicación.

Pérez (2011) realiza una descripción de los principales enfoques teóricos usados en la actualidad para la investigación en educación matemática que se centran en la integración de la tecnología digital en la enseñanza y el aprendizaje. Los cuales para este autor son: Aproximación Instrumental, Mediación Semiótica, Orquestación Instrumental y Seres humanos-con-medios.

Para efectos del trabajo que se pretende desarrollar se presenta a continuación una conceptualización de la Aproximación y Orquestación Instrumental a través de su contextualización histórica.

Precusores y orígenes de los enfoques	
Aproximación Instrumental	Orquestación Instrumental
<p>“The instrumental approach emerged in France (e.g. see Guin & Trouche, 1999). This approach, which has its roots in cognitive ergonomics (Verillon y Rabardel, 1995) and the anthropological theory of didactic (Chevallard, 1999), highlights the importance of a meaningful relationship between a tool and its user for carrying out a specific task.” (Trouche y Drijvers, 2014, p. 194).</p> <p>Pérez (2014) afirma que los orígenes de la aproximación instrumental se remontan a los años '90 encabezados por la investigadora Michèle Artigue, la cual estaba adelantando un estudio para la Dirección de Tecnología del Ministerio de Educación Nacional de Francia acerca de la utilización de calculadoras y programas computacionales para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el nivel secundario. Con esta investigación se debía hacer una construcción en la que se preparan las evoluciones curriculares en los grados del 10 al 12 necesarias para la introducción de estas herramientas.</p> <p>Se concluyó que existía una diferencia entre el discurso de los expertos sobre el potencial de los sistemas de álgebra por computadora (CAS), el aprendizaje de las matemáticas y la realidad de la aplicación en las aulas. De igual manera se identificó las posibles causas para que se dieran esas diferencias, entre las que se destaca la oposición entre técnico y conceptual que se observaba en las investigaciones sobre el tema y el desinterés que había suscitado el ahorro de tiempo de las prácticas matemáticas propiciados por la utilización de CAS; finalmente identifican subestimación de las cuestiones instrumentales.</p> <p>En un segundo momento Michèle Artigue participó de otro proyecto de investigación, llevado a cabo por diferentes equipos, con el que se pudo poner a prueba y profundizar las conclusiones de la primera investigación.</p>	<p>“The instrumental approach to mathematic education emerged in the French context of didactical engineering, the theory of didactical situations and the anthropological theory of didactic. It initially mainly dealt with complex technological environments such as CASs that were provided to students and teachers, but that were not at all designed for educational purposes” (Trouche y Drijvers, 2014, p. 195).</p> <p>La orquestación instrumental ha sido usada en diversos contextos y por diferentes autores para describir la manera como el docente gestiona los instrumentos en los procesos de aprendizaje.</p> <p>Trouche (2004) tiene como punto de partida para la conceptualización “la existencia de marcos teóricos compartidos: la teoría de las situaciones (Brousseau); la teoría antropológica de lo didáctico, la noción de institución (Chevallard); la teoría de los campos conceptuales, la noción de esquema (Vergnaud); Teorías “francesas” que se arraigan en una larga tradición científica (Mauss, Vygotsky, Piaget...)” (Trouche, L. 2009)</p>

Figura 1. Precusores y orígenes de los enfoques: aproximación y orquestación instrumental.

Enfoques Aproximación Instrumental (AI) y Orquestación instrumental		
	Características	Conceptos
Aproximación Instrumental (AI)	<p>Hace énfasis en los aspectos instrumentales de una actividad cuando se utiliza una herramienta tecnológica en un contexto educativo por parte de un estudiante.</p> <p>Su propósito es legitimar educativamente las prácticas en las que se usan las tecnologías educativas en contextos escolares.</p> <p>Es el resultado de la estructuración de las teorías para la integración de la tecnología en el aula denominadas Ergonomía Cognitiva de Rabardel (2011) y la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Chevallard (1999). Pérez (2011).</p> <p>Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) posibilita realizar un análisis sistémico de los estudiantes, las prácticas, técnicas y herramientas implementadas.</p> <p>La Ergonomía Cognitiva se enfoca en los aspectos instrumentales de la actividad, al igual que la modelación que las herramientas hacen en los procesos de aprendizaje.</p> <p>La manera en la que un sujeto usa un artefacto y la tarea para la cual se realiza esta actividad de uso, son temas relevantes desde esta perspectiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> Artefacto: es considerado un objeto concreto o simbólico (por ejemplo software dinámico), también como una cosa que puede ser usada y que ha sido diseñada para un propósito o una intención clara. “An artefact is a material or abstract object, product of human activity, and is used for performing a type of task. Examples are calculators, and algorithms for solving quadratic equations. These artefacts are given to a subject” (Trouche y Drijvers, 2014, p. 196). <p>Instrumento: entidad mixta en la se configuran el sujeto y el artefacto en un contexto determinado por una tarea “a través de dos componentes, uno artefactual que se identifica directamente con el artefacto o parte de él, y otro cognitivo, al que corresponden las técnicas y los esquemas mentales que el sujeto desarrolla y aplica.</p> <p>An instrument is what the subject builds from the artefacts (Trouche y Drijvers, 2014, p. 196).</p> <ul style="list-style-type: none"> Esquemas de utilización: Los esquemas y técnicas corresponden al componente cognitivo del instrumento y se desarrollan en su génesis instrumental. <p>Trouche (1998) afirma que Rabardel (1995) introduce este concepto para describir cómo un esquema de la organización de la actividad con un artefacto asociado puede permitir el desarrollo de una tarea dada. Para ello utiliza dos tipos de esquemas, el que es orientado al manejo del artefacto por ejemplo prender una calculadora, ajustar el contraste de la pantalla y el que hace referencia a los esquemas de acción instrumentada orientada a la realización de tareas específicas por ejemplo calcular el área de un polígono.</p> <ul style="list-style-type: none"> Técnicas: Chevallard (1999) la define como una determinada manera de hacer algo. Génesis instrumental: proceso por medio del cual el sujeto produce o elabora los instrumentos a través de la utilización del artefacto. Se puede conceptualizar también como un proceso en el que se debe tener en cuenta las funciones que el sujeto le da al artefacto y las competencias que se deben desarrollar para que se transforme en un instrumento.

Orquestación instrumental	<p>En este enfoque se tiene en cuenta la gestión de la enseñanza que el docente realiza a través de una comparación con la orquestación, en la que el profesor asume el rol de director que tiene claro lo que busca y cómo orientar los estudiantes para que usen adecuadamente los artefactos (instrumentos) y mejoren tanto la génesis instrumental individual y colectiva.</p> <p>Por lo tanto la OI es definida como "la organización intencional y sistemática del uso de varios artefactos disponibles en un ambiente de aprendizaje, por parte del profesor en una situación de tarea matemática dada con el propósito de guiar las génesis instrumentales de los estudiantes".(Pérez, 2011, p. 143)</p> <p>Con la orquestación instrumental se busca además que los estudiantes mejoren en la génesis instrumental propia y que los docentes también lo hagan, ya que no siempre la orquestación que está instrumentada por artefactos para los profesores, pueden ser los mismos que usan los estudiantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se usan los términos: artefacto, instrumento, génesis instrumental y esquemas de utilización de la misma manera que se utilizan en la aproximación instrumental. • En la orquestación instrumental se distinguen dos elementos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Configuración didáctica: es la manera como se disponen de los artefactos a través de una ambientación en un contexto de aprendizaje. 2. Modo de explotación: es la forma intencionada en la que el docente orienta una configuración didáctica para intencionarla hacia sus propósitos didácticos. Tiene en cuenta las decisiones acerca de la forma en que una tarea es introducida y trabajada, los posibles roles de los artefactos y los esquemas y técnicas a ser desarrollados, establecidos y aplicados por los estudiantes.
---------------------------	--	---

Figura 2. Enfoques Aproximación Instrumental (AI) y Orquestación instrumental

3.5.3. ARTEFACTO E INSTRUMENTO

Trouche (1998) afirma que Verillon y Rabardel (1995) hacen hincapié en la diferencia entre artefacto e instrumento cuando aclaran que el primero se puede considerar como un objeto, en tanto que el segundo no existe por sí mismo, sino que llega a serlo cuando el estudiante es capaz de apropiárselo a través de la integración con la actividad, para lo cual explican que puede ser considerado una extensión del cuerpo, en el sentido de un órgano funcional compuesto de un artefacto (un objeto utilizado en la actividad) y un

componente psicológico. Para estructurar este concepto se requiere poner en marcha la génesis instrumental en la que se necesita tiempo, y la unión de las características del artefacto, como son: las potencialidades y contrastes; al igual que la actividad que se ejerce sobre él, los conocimientos y métodos de trabajo.

El componente psicológico es definido a través del concepto de esquema, en el que se debe tener en cuenta ciertos elementos como son las metas y las anticipaciones; las reglas de acción, la información recopilada, la toma de control y los conocimientos implícitos que están en los esquemas. Estos se definen como teoremas en acción o proposiciones conceptualizadas verdaderas.

En estos enfoques se define los esquemas de utilización contextualizándolo en dos aspectos: uno de ellos hace referencia a la gestión de las características y propiedades intrínsecas de los artefactos, los que denomina tareas segundas y las otras que se centran en el objeto en la que el artefacto es un medio de realización y se denominan tareas primeras.

En la caracterización se identifica que los esquemas tienen tres funciones:

- Pragmáticas: las que permiten que el sujeto realice una acción, estas se orientan hacia las tareas que implican la utilización de las características y propiedades de los artefactos, se pueden denominar esquemas elementales.
- Heurísticas: las que permiten que el sujeto anticipe y planee las acciones, se centran en las tareas primeras y en las cuales el propósito se centra en las transformaciones que se realizan sobre el objeto de la actividad.
- Epistémicas: las que permiten que el sujeto entienda lo que está haciendo.

Trouche (1998) compara el esquema con un iceberg, en el que se pueden identificar dos partes, la parte que está por encima del agua, a la que considera como gestos, comportamientos elementales que pueden ser observados y la parte por debajo del agua que se puede equiparar con los conocimientos implícitos que están en los esquemas.

3.5.4. INSTRUMENTACIÓN E INSTRUMENTALIZACIÓN

Trouche (1998) expone que los conceptos de instrumentalización e instrumentación interactúan en la génesis instrumental y los define como procesos, que para el caso de la instrumentalización se dirigen hacia el artefacto y cuando se habla de la instrumentación

se dirigen al sujeto interactuando consciente con el instrumento. Este se desarrolla en diferentes etapas, entre las que se destacan:

Etapa de descubrimiento y selección de las funciones relevantes.

Etapa de personalización en la que el estudiante se apropia del artefacto.

Etapa de transformación del artefacto: las cuales no siempre va en la dirección en la que se diseña la clase pero que dan una amplia gama de aplicaciones y conocimientos por ejemplo modificar la barra de tareas, utilización de teclas para economizar procedimientos, el almacenamiento de programas de juegos, la ejecución automática de algunas tareas.

El proceso de instrumentación se dirige hacia el sujeto, por lo que el artefacto imprime su huella en el individuo, esto significa que se le permite desarrollar una actividad dentro de las restricciones que impone el artefacto, las cuales pueden ser:

Limitaciones internas: que están intrínsecamente ligados al hardware y software.

Restricciones de comandos: que se relacionan con la existencia y la forma o sintaxis de los diversos comandos

Limitaciones Organizacionales: que tienen que ver con la organización del teclado o con la interfaz entre el artefacto y el usuario; al igual que con la manera cómo el docente planea sus clases.

Trouche (1998) expone que la génesis instrumental es la combinación de estos dos procesos y que los artefactos con sus contrastes y posibilidades se dirigen al sujeto (su conocimiento y sus métodos de trabajo) a través de la instrumentación; mientras que el sujeto se dirige al artefacto por medio de la instrumentalización.

3.5.5. ERGONOMÍA COGNITIVA DE RABARDEL Y TEORÍA ANTROPOLÓGICA DE LO DIDÁCTICO

La aproximación instrumental es el resultado de la estructuración de las teorías para la integración de la tecnología en el aula denominadas: Ergonomía Cognitiva de Rabardel (2011) y la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) de Chevallard (1999).

Pérez (2011) las define teniendo en cuenta que la teoría de la Ergonomía Cognitiva conceptualiza las distinciones y herramientas apropiadas para estudiar el rol que las tecnologías digitales juegan en los procesos de aprendizaje y mediante la descripción de la relación que hay entre el ser humano y los elementos del sistema de trabajo teniendo en cuenta cómo se conoce y actúa.

Mientras que la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) analiza las prácticas matemáticas en términos de una praxeología relacionando la praxis (tipo de tarea, técnica) y el logos (tecnología, teoría) y la diferenciación conceptual que se le hace al objeto tecnológico, el artefacto y el instrumento cuando es utilizado por individuos, un colectivo o una institución en la Ergonomía Cognitiva.

3.6. GEOGEBRA

3.6.1. CARACTERIZACIÓN

GeoGebra es un programa dinámico y libre para la Enseñanza- Aprendizaje de las Matemáticas. En su estructura combina de forma dinámica la geometría, el álgebra, el análisis y la estadística. Su uso no requiere de conocimientos profundos, ya que se puede considerar como un Software intuitivo. Con él se perciben los objetos a través de dos representaciones, la vista gráfica o geométrica y la vista algebraica.

Su origen está enmarcado en un proyecto investigativo que buscaba idear una calculadora que fuera libre y con ella poder trabajar el Álgebra y la Geometría, el cual fue adelantado por Markus Hohenwarter, en Salzburgo, Austria en el año 2001(página de GeoGebra)

3.6.2. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA GEOGEBRA

GeoGebra en el aula permite que los estudiantes manipulen los conceptos geométricos como son el punto, y las líneas para construir, medir, transformar, visualizar, modificar.... Estos elementos posibilitan que la enseñanza –aprendizaje este mediada por la experimentación lo que facilitará deducir resultados y propiedades a partir de la observación directa.

Con lo anterior se puede afirmar que el uso de este software promueve el fortalecimiento del pensamiento geométrico, ya que el soporte visual estimula el aprendizaje y lo dinamiza, por lo tanto la representación de los objetos brindará elementos nuevos para

resolver los problemas de forma alternativa, verificar propiedades y relacionar características.

3.7. CUADROS DE INVESTIGACIONES

Para evidenciar las implicaciones de las TIC en la educación se hará una descripción de las investigaciones que han servido de insumo para el estado del arte:

INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	METODOLOGÍA
1. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico Chevallard (1999)	Profundizar el conocimiento del enfoque antropológico de la enseñanza de las matemáticas.	Se retoman en el artículo conferencias que Yves Chevallard (1999) impartió en La Rochelle en el que propone una presentación de los conceptos relevantes del enfoque antropológico de la enseñanza de las matemáticas. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico.
2. The complex process of converting Tools into mathematical Instruments: The Case of Calculators Trouche (1998)	Exponer el marco teórico de la aproximación instrumental, considerar los procesos de instrumentalización e instrumentación e introducir la orquestación instrumental.	Se estructura un artículo en el que en la introducción se dirigen aspectos básicos del ensayo para luego desarrollarlo alrededor de tres puntos: aproximación instrumental, procesos de instrumentalización e instrumentación y orquestación instrumental.
3. Aprendiendo matemáticas en un ambiente CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentación y la dialéctica entre el trabajo técnico y el conceptual Artigue (2002)	Presentar la génesis de una reflexión relacionada con la instrumentación, y la dialéctica entre el trabajo conceptual y el trabajo técnico en matemáticas, en ambientes CAS	Reflexión personal de la autora de investigaciones durante los años noventa. Estructura su escrito en introducción, presentación breve de los principales marcos teóricos: el enfoque antropológico en didáctica iniciado por Y. Chevallard, y la teoría sobre la instrumentación desarrollada en la ergonomía cognitiva; estructuración de la reflexión

4. **La influencia conjunta del uso del GeoGebra y lápiz y papel en la adquisición de competencias en el alumnado Iranzo y Fortuny (2009)**
- Determinar la influencia del uso de software dinámico, lápiz y papel y el pensamiento geométrico en la adquisición de competencias de estudiantes de bachillerato
- Se seleccionó GeoGebra y un grupo de 10 alumnos escogidos aleatoriamente. Se optó por este programa porque es un software de código abierto en el que se integra la Geometría Sintética y Analítica así como la expresión algebraica de los objetos gráficos de manera dinámica. En general en esta investigación se hizo un análisis comparativo que incluía la utilización de los dos medios y las interacciones que se daban entre estudiante-estudiante y estudiante-GeoGebra. En la investigación se utiliza marco referencial de la teoría de la instrumentación de Rabardel (2001) citado en Iranzo y Fortuny (2009)
5. **Uso del GeoGebra en el Aprendizaje de las transformaciones Morera (2011)**
- Analiza las explicaciones y los resultados del concepto de transformación geométrica (composición de dos simetrías axiales) del grado tercero.
- Describe una experiencia didáctica en la que se usa el programa GeoGebra. En la cual el estudiante debe construir figuras e investigar con ellas. Para ello se hizo previamente un adiestramiento técnico de la utilización del software, se explicaron los aspectos teóricos de las transformaciones en el plano y se desarrollaron ejercicios de aplicación. Posteriormente se inició a utilizar GeoGebra en un proyector, buscando que los estudiantes se familiarizaran con el artefacto y gradualmente se hicieran un proceso de transición hacia el instrumento.
- Al igual que en la investigación de Iranzo y Fortuny (2009) se analizó la interacción entre el software y el lápiz y papel, ya que los investigadores consideraban que era fundamental que los estudiantes pensarán en las situaciones propuestas previamente con lápiz y papel para luego

construir la solución con el programa.

6. Apropiación de las TIC en comunidades vulnerables: el caso de Medellín Digital. Cadavid, Velásquez y Álvarez (2011)	Exponer los resultados que se han extraído del análisis inicial de la investigación que se enfocó en prácticas cotidianas de uso de TIC en comunidades vulnerables de la ciudad de Medellín.	Se realizaron entrevistas abiertas a emprendedores y empresarios, estudiantes y comunidad en general beneficiaria del programa Medellín digital, sobre conectividad, lugares de acceso y rutinas de uso de la tecnología, entre otros aspectos.
7. El profesorado de Educación Primaria ante las TIC: realidad y retos Trigueros, Sánchez y Vera (2012)	Conocer el nivel de aprovechamiento, integración y uso de las TIC en los centros de enseñanza de la Educación de la Comunidad de Murcia.	Se seleccionaron un total de 10 centros de enseñanza pública situados en las localidades murcianas

Construcción propia, con base a las investigaciones referenciadas
Figura 3. Cuadro de investigadores.

Las investigaciones que se describieron en el cuadro anterior en su campo específico de estudio arrojan las siguientes conclusiones:

INVESTIGACIÓN	CONCLUSIONES
1. En Chevallard (1999)	Se propone una presentación de los conceptos relevantes del enfoque antropológico de la enseñanza de las matemáticas en el que se ubica la actividad matemática y por consiguiente los procesos de enseñanza – aprendizaje de la misma en las instituciones sociales y el conjunto de las actividades humanas, de igual manera se realiza un análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico.
2. Trouche (1998)	presenta el marco general de la aproximación instrumental, relacionándolo con la diferenciación entre artefacto e instrumento (el primero es

dado y el segundo se construye mediante la actividad del sujeto). En esta génesis aparece un complejo proceso de construcción que involucra los esquemas de uso y los esquemas de acción instrumentada. Afirma que ambos están asociados con la dimensión social en el sentido de que la elaboración de estos están inmersos en un contexto o en una comunidad de práctica para que estos elementos se integren exitosamente en un ambiente de aprendizaje es necesario tener en cuenta los aspectos institucionales y la asistencia social para los procesos de comandos. La orquestación apoya el éxito de estos aspectos de dos maneras: en el proceso como tal de orquestación, y lo que se genera con su aplicación cuando aparecen sistemas de instrumentos. Finalmente afirma que la orquestación instrumental abre nuevas perspectivas para las ideas de recursos pedagógicos en ambiente mediados por las TIC, lo cual es muy valioso ya que en la actualidad hay una gran cantidad de recursos digitales disponibles.

- 3 Artigue(2002) la complejidad de la génesis instrumental se centra en relaciones entre el trabajo conceptual y el trabajo técnico, frente a los problemas de la instrumentación los cuales para ser tratados correctamente deben considerar los contextos institucionales, “las limitaciones que estas instituciones imponen y el potencial que ofrecen a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, especialmente mediante las normas y los valores que las definen, el estado de las técnicas instrumentadas, los problemas que se presentan en su conexión con las técnicas de papel y lápiz, y su gestión institucional” (Artigue, 2002)

Al final Artigue,(2002) plantea tres interrogantes que buscan comprender mejor:

“las dificultades de una integración eficaz de CAS en la enseñanza de las matemáticas; las razones que podrían explicar el éxito de algunos de nuestros experimentos y la falla de otros; la manera de transmitir a otros el conocimiento que hemos construido”.

- 4 **Iranzo y Fortuny (2009)** concluyen que es posible caracterizar las estrategias de resolución de los estudiantes en ambos medios a partir de cuatro perfiles:

Autónomos: el uso del GeoGebra no les aporta un valor agregado a los estudiantes en la solución de los problemas planteados, ya que estos tienen una adecuada conceptualización, pero sí les permite explorar nuevas opciones.

Instrumentales: están en un nivel conceptual menor que en la categoría anterior por lo que tienen ciertas dificultades conceptuales, algebraicas o de visualización, el uso de GeoGebra les permite tener un soporte algebraico, conceptual y visual para abordar las temáticas.

Procedimentales: El proceso de instrumentalización es aún menor que en las categorías anteriores, se explica porque su razonamiento se basa en la figura pero

cimentándolo en propiedades de medida.

Naif: tienen vacíos conceptuales, se les dificulta visualizar y no utilizan las herramienta de GeoGebra con propiedad por lo que tienden a razonar sobre dibujos y no sobre la figura.

Adicionalmente se resaltan los siguientes aspectos:

Un gran porcentaje de los estudiantes hacen uso de las herramientas algebraicas y de medida y expresan que el software les permite visualizar con mayor facilidad el problema evitando obstáculos algebraicos. De igual manera identifican que el uso del GeoGebra no requiere un conocimiento muy avanzado, por lo que los estudiantes han tenido pocas dificultades en su gestión, cuando se presentaron obstáculos estos obedecían a obstáculos cognitivos.

- 5. Morera (2011)** caracteriza los estudiantes que utilizaban el programa GeoGebra a partir de los siguientes perfiles:

“Tipo encuentra”, porque como punto clave, el software les ayuda a encontrar la conjetura.

Tipo comprueba el hecho de usar GeoGebra, les ayuda a generalizar lo que ya ven por ellos mismos intuitivamente, por eso, les permite centrarse en el hecho de demostrar. Tanto si sus ideas son correctas como si tienen algún pequeño error, utilizan el GeoGebra como instrumento muy potente de comprobación y en el caso de que no sean correctas, de desestimación.

- 6** Las entrevistas arrojan que la tecnología “atraviesa todos los niveles de la vida humana y que las personas requieren un conocimiento sobre manejo de las TIC en varios campos” Cadavid, Velásquez y Álvarez (2011, p. 11).

Las comunidades vulnerables de Medellín identifican el papel de la educación en la utilización de recursos, pero concluye que el manejo de estos no trasciende a la vida cotidiana y se queda como un elemento social.

- 7** Trigueros, Sánchez y Vera (2012) concluye que los docentes consideran que la aplicación de las TIC en las escuelas dinamiza los procesos de enseñanza.

Con la lectura de la investigación se puede concluir que los docentes deben reflexionar sobre el papel pedagógico de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Construcción propia con base en las investigaciones

Figura 4. Conclusiones de las investigaciones.

4. CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. DESCRIPCIÓN

El proyecto se analiza desde una perspectiva cualitativa, en la que se observan las acciones que permiten a los estudiantes la instrumentalización y la instrumentación del programa dinámico GeoGebra en el estudio de los polígonos para el grado quinto por medio de la génesis instrumental. El marco teórico del mismo se inscribe en las teorías de la aproximación instrumental (Artigue 2002) y orquestación instrumentación (Trouche 1998).

En el proyecto participan dos grupos heterogéneos del grado quinto, cada uno de 42 estudiantes, y se realizará el comparativo con igual número de grupos de control. La nomenclatura utilizada en la institución educativa León XIII para diferenciar los diversos cursos que hay en un nivel usualmente antepone el grado seguido por el símbolo grados y el número del curso. Por ejemplo para el año 2016 hay cuatro quintos, por lo tanto se les asignó los nombres de 5°1, 5°2, 5°3 y 5°4. (Ver anexos 1, 2, 3 y 4)

La intervención se llevará a cabo durante el año 2016. La institución educativa organiza el calendario por medio de 4 periodos de 10 semanas cada uno, los cuales abarcan los siguientes periodos de tiempo:

- ✚ Primer periodo: del 18 de enero al 1 d abril.
- ✚ Segundo periodo: del 4 de abril al 10 de junio.
- ✚ Tercer periodo: del 5 de julio al 9 de septiembre.
- ✚ Cuarto periodo: 12 de septiembre al 25 de noviembre.

Los grupos a intervenir son los pares y los de control los impares.

A los grupos de 5°2 y 5°4 desde el primer periodo se les realiza un acercamiento del manejo del programa dinámico, orientado desde la asignatura de tecnología y en los tres periodos iniciales del calendario escolar se les aplica la propuesta diseñada en bloques de actividades mediadas por el uso del programa GeoGebra, de acuerdo a las siguientes temáticas: Conceptos fundamentales: punto, recta y plano; ángulos; definición y características del polígono; áreas y perímetros de polígonos; los triángulos: equiláteros, escalenos e isósceles; los cuadriláteros y simetrías

Estas temáticas se abordarán desde el papel y lápiz y con el programa GeoGebra de la siguiente manera: los grupos de control interactúan con los contenidos de la forma tradicional, los grupos a intervenir adelantan su proceso en el salón de clase y en la sala de sistemas, como los estudiantes requieren de cierta información técnica del programa GeoGebra antes de empezar a abordar las temáticas se destinan las horas de la materia de tecnología e informática para que ellos se familiaricen con la interfaz y aplicaciones fundamentales de GeoGebra.

Semanalmente se cuentan con dos horas de tecnología e informática y con una hora de geometría, como la experiencia se va a desarrollar en los tres primeros periodos del año, en el periodo inicial se destinan aproximadamente 5 horas de la materia de tecnología para que los estudiantes se familiaricen con el artefacto, y las 30 horas de la asignatura de geometría (periodos: uno, dos y tres), se utilizaran para acercar a los estudiantes al concepto de polígono, por medio de la génesis instrumental del programa dinámico GeoGebra.

Cada que se aborda una temática nueva se realiza una conceptualización de manera tradicional utilizando el lápiz y el papel y se pasa posteriormente a la sala de sistemas donde se continúa con la apropiación del concepto por medio de la transformación del artefacto a instrumento.

En general el proyecto se lleva a cabo en dos años, dividiéndolo en tres etapas, el primer año corresponde a la fase de planeación, en el segundo se aplica y analiza el resultado de la intervención.

Estos análisis pretenden identificar estrategias para potencializar el uso de la tecnología educativa en el desarrollo del pensamiento espacial y resumirlas en un documento que consigne los resultados del cómo los estudiantes de grado quinto en la asignatura de geometría visualizan los conceptos geométricos en los polígonos con la ayuda de la aplicación del programa dinámico GeoGebra, a través de la génesis instrumental, lo cual servirá a mediano y largo plazo para que se operativice la enseñanza de la matemática con ayuda de las TIC.

4.2. ESQUEMA DE ACTIVIDADES

En concordancia con los objetivos anteriores se plantea el siguiente esquema de actividades, que describe las acciones para adelantar en las tres etapas del proyecto: planeación, ejecución y análisis

	N °	FECHA S	ACTIVIDAD	PROPÓSITO	RECURSOS
De Diseño del proyecto	1	Marzo- junio 2015	<p>Selección de la línea en la que se enmarca el proyecto.</p> <p>Gestión, análisis y sistematización de información de la base de datos y bibliotecas digitales con respecto al tema: Visualización de los conceptos geométricos en los polígonos en el grado quinto con el software GeoGebra.</p> <p>Elaboración del estado del arte.</p> <p>Definición de la pregunta problematizadora.</p>	<p>Elaborar el estado del arte.</p> <p>Definir la pregunta problematizadora.</p>	<p>Equipos de cómputo e internet.</p> <p>Bibliotecas virtuales en general y bases de datos.</p> <p>Asesor.</p>
	2	Julio- octubre 2015	<p>Diagnóstico de los recursos con los que cuenta el colegio en cuanto a tecnología educativa: aulas digitales, computadores, Tablet...</p> <p>Exploración del programa GeoGebra y de estrategias para la enseñanza en el grado quinto.</p> <p>Revisión de los estándares curriculares en cuanto a lo que se pretende desarrollar con respecto a las competencias de la asignatura de geometría para el grado quinto.</p> <p>Explorar el uso y la aplicabilidad del programa GeoGebra para el desarrollo de competencias de visualización de los conceptos geométricos en los polígonos.</p>	<p>Identificar con qué recursos cuenta la institución en lo que respecta a hardware y software.</p> <p>Identificar las competencias que se pretenden desarrollar para el grado quinto y el plan de estudios de esta asignatura en la institución educativa León XIII.</p> <p>Revisar la aplicabilidad del programa GeoGebra en la enseñanza del concepto de polígono para el grado quinto.</p> <p>Determinar que conceptos geométricos pueden ser enseñados a partir de la implementación del programa GeoGebra.</p>	<p>Inventarios oficiales de los Equipos dotados por Antioquia digital, computadores para educar y punto vive digital.</p> <p>Diálogo con docentes</p> <p>Estándares curriculares, bibliografía.</p> <p>Internet.</p> <p>Programa GeoGebra.</p> <p>Salas de sistemas.</p>

	3	Noviembre 2015	<p>Exploración del programa GeoGebra.</p> <p>Diseño de propuesta que busca visualizar los conceptos geométricos en los polígonos en el grado quinto con el software GeoGebra.</p>	<p>Estructurar el anteproyecto.</p> <p>Familiarizar a los docentes con el uso del programa GeoGebra.</p> <p>Diseño de la propuesta que busca la visualización de los conceptos geométricos en los polígonos en el grado quinto con el software GeoGebra.</p>	<p>Equipos de cómputo e internet.</p> <p>Plan de estudios.</p> <p>Material bibliográfico.</p> <p>Asesor.</p>
Aplicación de la propuesta	4	Febrero - Marzo. 2016	<p>Selección de los grupos a los que se les realizará la intervención y los grupos de control.</p> <p>Capacitación de los estudiantes del grupo a intervenir en cuanto al manejo del software GeoGebra.(5 horas)</p>	<p>Focalizar el grupo a intervenir.</p> <p>Familiarizar a los estudiantes con el programa de geometría dinámica.</p> <p>Desarrollar competencias en los estudiantes que les permitan manipular el programa dinámico.</p>	<p>Estudiantes y docentes.</p> <p>Programa GeoGebra, Sala de sistemas.</p>

	5	Febrero - Octubre 2016	<p>Aplicación de la propuesta: una hora semanal para acercar al estudiante al concepto de polígono por medio de la génesis instrumental del programa dinámico.</p> <p>Por periodo se hará una revisión de los avances en el desarrollo de competencias.</p> <p>Sistematización y registro a través de grabaciones y diario de campo donde se describan las actividades, estrategias, logros y dificultades con la aplicación y apropiación de estas herramientas.</p>	<p>Desarrollar en los estudiantes la competencia para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de polígonos, identificación de sus características y aplicación de transformaciones.</p> <p>Evaluar los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participen en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizan el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes del grupo de control.</p> <p>Hacer un seguimiento a la pertinencia y resultados de la propuesta.</p>	<p>Salas de sistemas de Programa GeoGebra, Estudiantes.</p> <p>Diarios de campo.</p> <p>Talleres</p> <p>Evaluaciones.</p> <p>Asesor.</p> <p>Videos.</p>
Análisis de resultados	6	Marzo Junio Septiembre Noviembre 2016	<p>Con base en el análisis de la información, diseñar un escrito en el que se consignen las estrategias que se pueden implementar para adquirir competencias geométricas mediante la visualización de los conceptos geométricos en los polígonos con la ayuda de la aplicación del programa dinámico GeoGebra.</p>	<p>Elaborar una Cartilla en la que se consigne los resultados de cómo los estudiantes de grado quinto en la asignatura de geometría visualizan los conceptos geométricos en los polígonos con la ayuda de la aplicación del programa dinámico GeoGebra.</p>	<p>Diarios de campo y videos.</p> <p>Diálogo con las docentes.</p> <p>Pruebas internas y externas.</p> <p>Equipos, internet.</p>

Figura 5. Esquema de actividades

5. CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1. PERIODO UNO

5.1.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la aplicación de la propuesta que se viene adelantando en los grupos 5º 2 y 5º 4, se enmarca en la investigación de la profundización de los conceptos de polígono a través de la implementación del software de Geometría dinámica (SGD) GeoGebra y de estrategias para resolver problemas con lápiz y papel y pretende analizar y validar la experiencia de profundización a través de la comparación de los resultados con los grupos de control.

Se selecciona este software debido a la facilidad de su uso, ya que es intuitivo, además los equipos con los que cuenta la sala de sistemas, en los cuales está incorporado este programa de geometría dinámica.

5.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.

La propuesta se llevó a cabo en los primeros tres periodos del año lectivo, los cuales están organizados de la siguiente manera:

- ✚ Periodo 1: Conceptos fundamentales de la geometría euclidiana: punto, recta, semirrecta y segmento, así como las relaciones entre las rectas (paralelas y perpendiculares). Definición y características del polígono.
- ✚ Periodo 2: Polígonos en el plano cartesiano, ángulos en el plano cartesiano, triángulos y la medida de sus ángulos, exploración del programa para medida de ángulos y modificación de su presentación (grosor y color de los segmentos de recta)

- ✚ Periodo 3: Perímetros de polígonos, áreas de triángulo, rectángulo y cuadrado y clasificación de triángulos (equilátero, isósceles y escaleno); simetría.

En los periodos se pretenden desarrollar las siguientes competencias teniendo en cuenta las establecidas por el MEN y el plan de geometría que establece la Institución Educativa León XII:

Competencias que se deben desarrollar en el grado quinto y aporte del programa dinámico GeoGebra		
Competencia estipuladas por el MEN	Plan de geometría quinto de la Institución Educativa León XXX	Competencias fortalecidas con el Trabajo con GeoGebra
Competencia artística: Representar elementos geométricos con competencia y creatividad.	Periodo 1: Conceptos fundamentales de la geometría euclidiana: punto, recta, semirrecta y segmento, así como las relaciones entre las rectas (paralelas y perpendiculares). Definición y características del polígono.	Representar elementos geométricos con competencia y creatividad.
Identificar, analizar, describir y construir figuras bidimensionales presentes en los medios social y natural, utilizando las propiedades geométricas asociadas a las mismas en las situaciones requeridas.		Los estudiantes se expresan utilizando vocabulario y símbolos matemáticos relacionados con las temáticas estudiadas.
Visualizar figuras geométricas, reconociendo sus características.		Utiliza formas adecuadas de representación.
Utilizar instrumentos, técnicas y fórmulas, individual y grupalmente, para medir longitudes, ángulos y perímetros		Expresa correctamente los resultados obtenidos al resolver situaciones geométricas.
	Periodo 2: Polígonos en el plano cartesiano, ángulos en el plano cartesiano,	Justifica sus resultados a través de argumentos geométricos.
		Interpreta situaciones por medio de interacción.
		Aprender a aprender, explora herramientas con lo que se fortalece la autonomía e iniciativa personal.
		Explora nuevas tecnologías que permiten aprovechar y fortalecer la

<p>Conocer, valorar y utilizar: el orden, contraste, precisión y revisión sistemática, además crítica de los resultados de forma constante en las actividades matemática.</p>	<p>triángulos y la medida de sus ángulos, exploración del programa para medida de ángulos y modificación de su presentación (grosor y color de los segmentos de recta)</p>	<p>competencia digital.</p> <p>Sigue secuencia y ordena la información utilizando procedimientos matemáticos.</p> <p>Visualiza, interpreta y comprende información presentada en un formato gráfico.</p>
<p>Valorar e integrarse en el trabajo en grupo como base de aprendizaje matemático que fortalece la formación de la autoestima y valores sociales.</p>	<p>Periodo 3: Perímetros de polígonos, y clasificación de triángulos en: equilátero, isósceles y escaleno; simetría.</p>	<p>Traduce las situaciones reales a esquemas o estructuras matemáticos.</p> <p>Explora y valora diferentes vías para resolver problemas</p> <p>Selecciona estrategias adecuadas.</p> <p>Selecciona los datos apropiados para resolver un problema.</p> <p>Utiliza con precisión procedimientos de cálculo, fórmulas y algoritmos para la resolución de problemas.</p>

Figura 6. Competencias que se deben desarrollar en el grado quinto y aporte del programa dinámico GeoGebra

En estos periodos se orientan las siguientes temáticas bajo esta metodología:

- Conceptos fundamentales: punto, recta y plano.
- Ángulos.
- Definición y características del polígono.
- Los triángulos: equiláteros, escalenos e isósceles.
- Los cuadriláteros.
- Simetrías



Figura 7. Grupo 5º2 en clase de Geometría profundizando con el programa GeoGebra.

Los resultados que se alcanzaron en el primer período son el objeto de este análisis. Antes de empezar con ellos es de resaltar que la propuesta se socializó en reunión de padres de familia, para que tanto los acudientes como los estudiantes se fueran habituando con el programa y si tenían los elementos tecnológicos adecuados empezarán a conocerlo en sus casas. En este período se desarrollaron los siguientes elementos:

- Conceptos fundamentales de la geometría euclidiana: punto, recta, semirrecta y segmento, y relaciones entre las rectas (paralelas y perpendiculares).
- Definición y caracterización del polígono.

A través de diez asesorías, las cuales se procederán a describir.

Primera sesión (45 minutos), como los estudiantes requieren de cierta información técnica del programa GeoGebra, antes de empezar a abordar las temáticas, se destina esta hora de la materia para que ellos se familiaricen con la interfaz y con ciertos elementos fundamentales del programa y puedan empezar a interiorizarlo como un instrumento (Rabardel 2001). Para ello se introduce el programa por medio de un video tutorial en el cual se presentan ciertas funciones.



Figura 8. Grupo 5^ºA en clase de Geometría profundizando con el programa GeoGebra

Segunda sesión (45 minutos): después de la observación del video se pasa a la exploración libre del artefacto. En esta parte se pudo observar que los estudiantes usaron la herramienta con el propósito de representar por medio de figuras geométricas paisajes o diversos dibujos de su entorno. En esta sesión se logró que los estudiantes se motivaran con el uso del software dinámico y tuvieran una aproximación con el mismo de forma intuitiva produciendo representaciones gráficas de su medio cercano. Se introduce el uso de GeoGebra por medio del trabajo en grupo, orientados por el profesor.

Tercera sesión: se explica de la forma habitual los conceptos de punto, recta semirrecta y segmento (esto se lleva a cabo obviamente también en los grupos de control). Haciendo un acercamiento intuitivo a cada uno de ellos, la representación de los mismos con lápiz y papel de forma individual, y la verificación en el tablero del aprendizaje a partir de su representación gráfica.

Cuarta sesión (45 minutos): se aplica el taller de estos conceptos, el cual se resuelve con lápiz y papel (ver anexo 5)

Quinta sesión (45 minutos): después de la aplicación del taller, se pasa a la sala de sistemas donde se continúa con la apropiación del concepto por medio de la transformación del artefacto a instrumento. En esta sesión se hace un repaso de los conceptos de recta, semirrecta y segmento y se aprovecha el programa GeoGebra para que los estudiantes a partir de sus herramientas puedan representarlos. Es de resaltar que en el grupo de control, cuando se utiliza la estrategia de lápiz y papel, no es tan evidente la conceptualización de recta y semirrecta, ya que tienen implícito el concepto de infinito que se representa en el papel con dos y una flecha respectivamente para indicar que estos elementos unidimensionales se pueden extender interminablemente en ambos o un sentido.

Con la representación que se hace en el programa GeoGebra inmediatamente el estudiante se percata que la recta no tiene fin ya que si mueve el cursor hacia la izquierda o derecha siempre encontrará la recta extendiéndose hacia el infinito, igual conceptualización se hace evidente con la semirrecta. Se percibe claramente que la representación de los conceptos mediados por este programa dinámico facilita notablemente visualizar y profundizar conceptos tan abstractos como es el del “extenderse hacia el infinito”. (Ver anexo 6)

De igual manera cuando se centra la atención en el concepto de segmento, por contraste, es más fácil percibir para los estudiantes los términos principio y fin implícito en su construcción con ayuda del soporte informático del programa GeoGebra, en el cual se pueden dibujar estos elementos, visualizarlos y profundizarlos. Además cuando los estudiantes exploran, conceptualizan y validan los elementos aprendidos por medio de la comparación, como se explica en este caso se presenta una mayor apropiación de los nuevos elementos.

Cabe resaltar que el uso de GeoGebra debe tener una orientación, si no se propicia la reflexión a medida que se va avanzando en la conceptualización, la inmediatez de las representaciones de los elementos que se generan, pueden producir tedio en los estudiantes e indisciplina. Es claro que utilizando regla, los procesos de trazado implican mayor tiempo y complejidad de comprensión, sin este instrumento y utilizando GeoGebra los estudiantes pueden analizar y comprender en menor tiempo el concepto, sin desconocer que es importante el uso de los instrumentos geométricos, y mucho más en primaria en donde se establecen las bases para el uso de los mismos, de manera precisa. Es por esta razón que no se descarta radicalmente el uso del lápiz y papel y que también se pasa a privilegiar el uso del software, buscando construir lo que se pretende y profundizar en su análisis.

Sexta sesión (45 minutos): se explica de la forma tradicional los conceptos de paralelismo y perpendicularidad, es decir explicación grupal en el tablero y desarrollo de taller.

Séptima sesión (45 minutos): se exploran los comandos con los que se pueden construir rectas paralelas y perpendiculares, y se visualiza con el programa GeoGebra estas representaciones. (Ver anexo 7)

Octava sesión: se centra en la conceptualización del polígono regular e irregular, como en el caso anterior se hace un acercamiento a partir del lápiz y papel a través de un taller (ver anexo 8) en el que los estudiantes recortaban polígonos e identificaban lados, ángulos y utilizaban la simbología adecuada para nombrarlos (polígonos regulares e irregulares).

Novena sesión: Utilizando el programa GeoGebra se construyen diversos polígonos, tanto regulares como irregulares y el estudiante debe sustentar cómo se nombran. (Ver anexo 9)

Décima sesión: se aplica la evaluación final

5.1.3. OBSERVACIONES

A medida que se avanza en la implementación de la propuesta se observa que la integración del programa dinámico en las clases de geometría influye en la manera como los estudiantes se acercan a los conceptos. Trouche y Guin (2002) afirman que para que estas nuevas tecnologías se conviertan en herramientas de trabajo en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la matemática, se deben tener en cuenta sus limitaciones y potencialidades, para lo que el docente requiere considerar la organización del espacio y del tiempo en sus clases, elementos que son definidos como orquestación instrumental. Por lo tanto los resultados de la intervención permiten concluir que se debe tener una orientación clara para que las tecnologías educativas que se pretendan implementar incidan positivamente, y no se conviertan en factores distractores.

En esta primera etapa en la que se realiza una fase exploratoria la organización de los espacios y los tiempos ha sido más flexible, para que los estudiantes puedan acercarse gradualmente sin limitaciones conductistas. Aunque se proyecta que en el periodo número dos se diseñarán guías de trabajo, con las cuales los estudiantes podrán acceder a unas técnicas y secuencias lógicas para conseguir un resultado particular de una manera más rápida y relativamente sencilla, ya que los temas requieren una serie de conocimientos específicos.

Los estudiantes al inicio identifican la herramienta como un nuevo elemento que dificulta la comprensión de las temáticas, situación que rápidamente se supera debido a que el uso de las tecnologías capta su atención, debido a que sienten lo novedoso de la

herramienta, se motivan y se percatan de la diferencia con respecto a las clases tradicionales con lápiz y papel. Esto se evidencia a medida que los alumnos van transformando el artefacto en un instrumento, por medio del proceso de génesis instrumental.

El cual se compone por la instrumentalización (relacionada con el artefacto) y la instrumentación (relacionado con los aspectos organizacionales del comportamiento del sujeto).

En este primer periodo se observa que como afirman Trouche y Guin (2002), en el componente de instrumentalización se identifican tres etapas:

- ✚ Descubrimiento y selección de los iconos pertinentes para ingresar, o desarrollar una tarea.
- ✚ Personalización en la que cada estudiante se va adaptando a los elementos del programa y se va apropiando de las secuencias que mejor se ajustan a su manera particular de aprender.
- ✚ Transformación del artefacto: situación que se hace evidente cuando los estudiantes encuentran sus propias maneras de acercarse al programa y utilizarlo para llegar a un resultado, por ejemplo: creación de atajos de teclado o ejecución automática de algunas tareas.

En general se puede afirmar que en el componente de instrumentalización los estudiantes gradualmente diferencian los artefactos.

A su vez la instrumentación es conceptualizada como la aparición y evolución de esquemas que permiten la ejecución de tareas y que se relacionan con el conocimiento que se puede alcanzar para solucionar las situaciones propuestas y los autores la identifican como procesos psicológicos.

A medida que se da la aplicación de la propuesta se observa que los estudiantes avanzan en la transformación del artefacto hacia el instrumento, ya que los alumnos desarrollan competencias cognitivas necesarias para construirlo y en su proceso de génesis instrumental, son orientados a través del uso de estos elementos tecnológicos a estar conscientes de los conocimientos geométricos que se van conceptualizando, por lo que deben desarrollar esquemas mentales en los que se interrelacionan los conceptos abstractos aprendidos y las técnicas con los que se representan, al igual que los análisis que se derivan de su profundización.

Se observa adicionalmente que con el software de geometría dinámica los estudiantes tienen herramientas adicionales que les facilitan interpretar y resolver las situaciones problema y que esta apropiación depende de los procesos que adelante el estudiante ya que el programa puede ser instrumentalizado de formas variadas para darle respuesta al mismo problema.

Para el caso concreto de la conceptualización de los polígonos, la construcción y visualización de estos, mediados por el programa, son una valiosa herramienta de estudio, ya que los estudiantes están en capacidad de representarlos de manera sencilla y percibir la igualdad o no de sus lados y ángulos más fácilmente que si lo hicieran con lápiz y papel.

5.1.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA REVISIÓN DE TALLERES

A continuación se presentará un análisis de tipo cuantitativo de los resultados de las pruebas internas que se aplicaron a lo largo del segundo periodo: prueba final, taller evaluativo, evaluación y taller de polígonos.

Al evaluar los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participan en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizan el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control se obtuvo la siguiente información:

En la primera semana del periodo cada grupo de quinto contaba con 42 estudiantes, pero a medida que se avanzaba en el año lectivo, algunos estudiantes se retiran y otros ingresan a los grupos. Para la décima semana del primer periodo se tiene que la cantidad de estudiantes en los grupos intervenidos es:

5°2: 38 estudiantes

5°4: 37 estudiantes

5°1: 38 estudiantes

5°3: 37 estudiantes

Al evaluar los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participaron en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizaron el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control se obtuvieron estos análisis:

Para el taller de polígonos se puede afirmar con la visualización de las siguientes tablas que:

PERIODO 1: Taller de polígonos

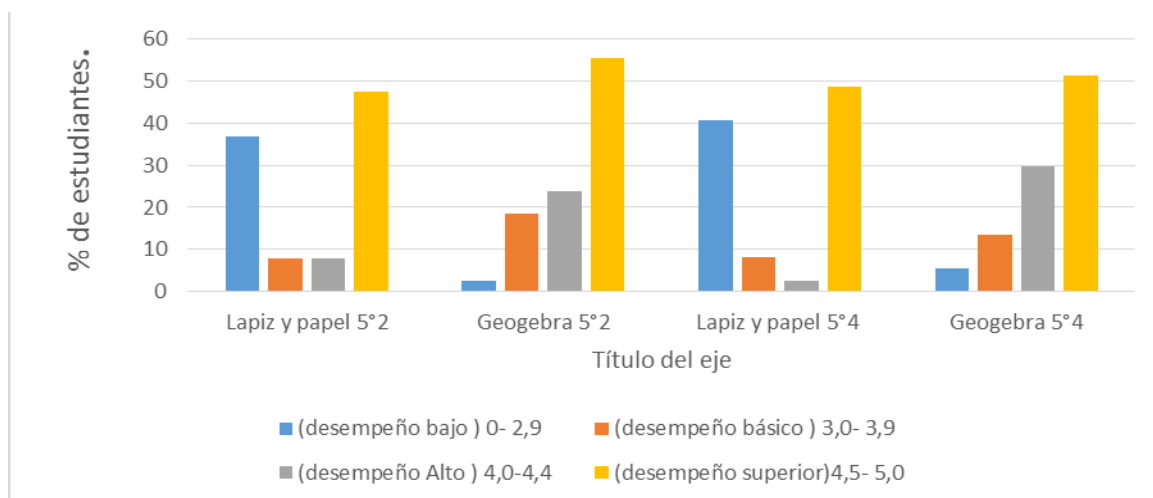


Figura 9. Gráfica de barras con comparativo de resultados de taller de polígonos.

Periodo 1 taller de polígonos

	5° 2 (38)				5° 4 (37)			
	Lápiz y papel		Geogebra		Lápiz y papel		Geogebra	
	E	%	E	%	E	%	E	%
(Desempeño bajo) 0- 2,9	14	36,84	1	2,63	15	40,54	2	5,4
(Desempeño básico) 3,0- 3,9	3	7,89	7	18,42	3	8,10	5	13,51
(Desempeño Alto) 4,0- 4,4	3	7,89	9	23,68	1	2,70	11	29,73
(Desempeño superior) 4,5 -5,0	18	47,36	21	55,26	18	48,65	19	51,35
Total	38	100	38	100	37	100	37	100

Figura 10. Cuadro de desempeños de estudiantes en taller de polígonos profundizados utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Como se puede observar en el diagrama y la tabla, la actividad que se desarrolla con lápiz y papel y con el programa GeoGebra tiene marcadas diferencias, ya que por ejemplo en el grado 5°2 la cantidad de estudiantes que se ubican en un desempeño bajo utilizando lápiz y papel es muy superior al que se presenta con el programa dinámico. Esto significa numéricamente que en 5°2, 14 estudiantes que equivalen al 36,84% obtuvieron una nota que va de 0 a 2,9 mientras que la actividad en el programa GeoGebra, sólo se ubica un estudiante en este rango (2,63%). El panorama es similar en el grado 5°4, 15 estudiantes se ubican en este nivel (40,54%) mientras que en GeoGebra se presentan 2 alumnos (5,4%).

Para los desempeños básicos y altos se concluye que la situación es inversa, ya que se ubican menos estudiantes cuando la actividad se desarrolla con lápiz y papel que cuando se trabaja en el programa dinámico. Por ejemplo 5°2 tiene tanto en el rango de básico y

alto 3 estudiantes (7,89%), mientras que con el software se ubican 7 y 9 estudiantes (el 18,42% y 23,68% respectivamente). Para el grado 5°4 se tiene que de la forma tradicional en básico hay 3 estudiantes y en alto 1 estudiante (8,11% y 2,70%), con GeoGebra en cambio en básico hay 7 estudiantes y en alto 9 estudiantes (18,92% y 24,32%).

Los resultados que se ubican en el desempeño superior son similares en todos los grupos, aunque se percibe un incremento cuando se compara el desempeño con el programa dinámico, por ejemplo en lápiz y papel para 5°2 y 5°4 se tiene la misma cantidad de estudiantes en este rango, 18 alumnos, que equivalen al 47,36% y 48,65% respectivamente. Si se compara con el desempeño mediado por el software se tiene que en 5°2 hay 21 niños (55,26%) y en 5°4 (47,35%).

Por lo tanto el objetivo que busca desarrollar en los estudiantes la competencia para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de polígonos, identificación de sus características y aplicación de transformaciones, se va gradualmente alcanzando.

Taller de polígonos CON GEOGEBRA					Taller de polígonos con LÁPIZ Y PAPEL			
VALORACION	5°2	%	5° 4	%	5°1	%	5° 3	%
(desempeño bajo) 0-2,9	1	2,63	2	5,41	14	36,84	15	40,54
(desempeño básico) 3,0-3,9	7	18,42	5	13,51	3	7,89	3	8,11
(desempeño Alto) 4,0- 4,4	9	23,68	11	29,72	3	7,89	1	2,70
(desempeño superior) 4,5-5,0	21	55,26	19	51,35	18	47,36	18	48,64
	38	100	37	100	38	100	37	100

Figura 11. Tabla con comparativo de desempeños de taller de polígonos con estudiantes de control y grupos intervenidos utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

A los grupos que utilizan GeoGebra y los de control se les aplicó el mismo taller y evaluación final del periodo. Es de aclarar que en la institución educativa, entre la novena y décima semana de clase, se realiza a todos los estudiantes unas pruebas internas, que generalmente constan de 10 preguntas, con las cuales se pretende hacer una compilación de las temáticas estudiadas y verificar el nivel de logro que alcanzaron para el periodo.

En la gráfica también se observa que el promedio de los resultados de los estudiantes en las evaluaciones finales es superior en los grupos intervenidos comparado con los grupos de control.

Al finalizar el periodo uno, los grupos presentaron variaciones en el número de los estudiantes matriculados, ya que en cada uno de ellos había 42 niños y se observó que el porcentaje de aprobación fue el siguiente:

Aprobación de la materia en el primer periodo			
Grupo	Total de estudiantes	Estudiantes que aprobaron Geometría	
5°1	42	29	69,04
5°2	42	33	78,57
5°3	42	30	71,42
5°4	42	28	66,66

Figura 12. Tabla con porcentaje de estudiantes que aprueban geometría en el primer período.

Estudiantes que aprobaron Geometría en el primer periodo

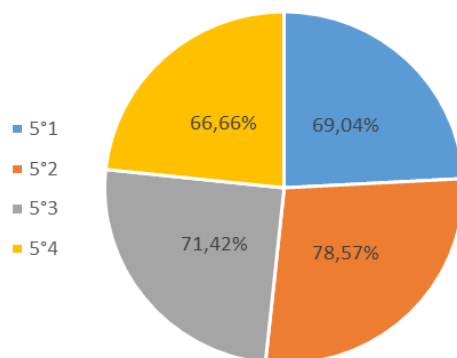


Figura 13. Diagrama circular con porcentaje de estudiantes que aprueban geometría en el primer período.

Al finalizar el primer periodo se concluye además que de los grupos intervenidos 5°2 presentó el mejor desempeño, ya que 33 estudiantes que equivalen al 78,57% de 42 aprobaron la asignatura de geometría. 5°4 fue superado por los dos grupos de control, ya que 5°3 tuvo un 71,42% (30 estudiantes) y 5°1 un 69,04% que equivale a 29 estudiantes, mientras que en el grupo intervenido aprobaron 28 estudiantes de 42, que equivale al 66,66%. Esto puede explicarse, si se tiene en cuenta que para las actividades extraclase los grupos de control tienen mayor responsabilidad a la hora de cumplir con estos compromisos.

5.1.5. CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN EN EL PERÍODO UNO

Según Trouche y Guin (2002) La génesis instrumental tiene aspectos individuales y sociales, los primeros se perciben cuando el estudiante entra en contacto con su

computador, pero a su vez esta herramienta permite que se adelante un trabajo en grupo, siempre y cuando el número sea reducido. El aspecto social se hace evidente en el momento que el docente y la clase en general establecen acuerdos para integrar estas herramientas en los procesos de enseñanza-aprendizaje y son aplicadas en los grupos de trabajo, por ejemplo acuerdos de horario, participación, entre otros.

En el proceso de génesis instrumental inicial que se observa en el primer periodo, se percibe que los estudiantes ingresan al concepto de técnica instrumentada, según estos autores, puede conceptualizarse como el conjunto de acciones, o parte de ellas que se articulan al instrumento, claramente se percibe que los estudiantes pueden describir cómo realizan una acción y en el trabajo en grupo, cuándo hay alguno que tiene dificultades para comprender el concepto, los mismos compañeros del equipo pueden orientar a los que no la entiendan, aprovechando el trabajo por zonas próximas.

Frente a esto también se percibe que en el proceso de internalización los estudiantes pueden variar las técnicas, ya que es común que en la manipulación del artefacto en el proceso de instrumentación, ellos aprendan otras diferentes a las enseñadas por el docente y las practiquen para realizar sus actividades.

En la instrumentalización se observa que los estudiantes desarrollan métodos de trabajo que van interiorizando gradualmente lo cual depende de diversos factores entre ellos el trabajo adelantado con lápiz y papel, el tiempo de utilización de la herramienta, la relación de los estudiantes con las matemáticas y la relación con el conocimiento (metacognición).

En el trabajo realizado con los estudiantes en el primer periodo se pueden identificar grados de adquisición de competencias técnicas que tienen que ver con los procesos de instrumentación e instrumentalización. Entendiendo la primera como el proceso por el cual el artefacto influye en el estudiante y la segunda como el desarrollo de esquemas mentales para integrar el artefacto con la práctica y el análisis conceptual.

En este periodo los estudiantes representaron rectas, semirrectas, segmentos y polígonos. Situación que permitió percibir propiedades que a nivel teórico no trascienden significativamente, por ejemplo cuando los niños observan las rectas pueden identificar el concepto de infinito, de igual manera con la construcción de polígonos en el software se percibe la diferencia entre regular e irregular.

En cuanto a la instrumentalización, el estudiante debía interiorizar los comandos usados en el proceso de instrumentación, que les permitiera provecharlos de manera eficiente en la solución de las situaciones problema planteadas, que involucran las propiedades geométricas, objeto de estudio del primer periodo.

Con la anterior información se observa que en los grados objeto de la aplicación de la propuesta se percibe un mejor desempeño en uno de los grupos intervenidos pero en el otro los resultados están por debajo a los de control, aunque la diferencia no es tan

contundente y se espera que para el segundo periodo la instrumentalización del programa de mejores resultados.

Con el uso del software dinámico se promueve la visualización y la profundización de los conceptos estudiados, por lo que el pensamiento geométrico se estructura desde la experiencia, fortaleciendo la interacción con los objetos abstractos. Analizando comparativamente los procesos de resolución en ambos medios, así como las interacciones alumno-alumno y alumno-GeoGebra se observa que el grupo objeto de este trabajo ha tenido mayor avance.

5.2. PERIODO DOS

5.2.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la aplicación de la propuesta que se viene adelantando en los grupos quinto dos y quinto cuatro, se enmarca en la investigación de la profundización del concepto de polígono a través de la implementación del software de Geometría dinámica (SGD) GeoGebra y de estrategias para resolver problemas con lápiz y papel, pretende analizar y validar la experiencia de profundización a través de la comparación de los resultados con los grupos de control.

Se selecciona este software debido a la facilidad de su uso, ya que es intuitivo, además los equipos con los que cuenta la sala de sistemas, en los cuales está incorporado este programa de geometría dinámica.

5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.

Temática desarrollada en el segundo periodo.

- Polígonos en el plano cartesiano
- Ángulos en el plano cartesiano
- Triángulos y la medida de sus ángulos interiores
- Exploración del programa para medida de ángulos y modificación de su presentación

A través de 10 asesorías, las cuales se procederán a describir.

Primera sesión (45 minutos), por medio de lápiz y papel y el desarrollo de un taller, se definió el concepto de plano cartesiano, se graficaron rectas paralelas a ambos ejes y a partir de la ubicación de una serie de coordenadas se construyeron figuras geométricas.

Segunda sesión (45 minutos): Se continuó con lápiz y papel para formar diversas figuras a partir de la ubicación de un grupo de coordenadas.

Tercera sesión: se exploró un video tutorial en el cual los estudiantes se acercaban al plano cartesiano a través de GeoGebra, cuando tuvieron la información acerca de qué comandos utilizar, formaron la misma figura que construyeron con lápiz y papel utilizando el software (Ver anexo 10). En esta actividad se observa que a los estudiantes se les facilita la visualización del plano cartesiano de una forma precisa, y que se agilizan los procedimientos concernientes a su diseño, pero a la hora de consignar la información, les cuesta utilizar el plano cartesiano para evidenciar en físico el procedimiento, en contraste con el programa dinámico, ya que lo realizan con rapidez y demuestran agilidad en el uso de los comandos necesarios para desarrollarla.

Adicionalmente se sienten motivados al comparar y concluir que el diseño es igual al de sus compañeros y que conservan la misma estética, situación que con lápiz y papel no es la misma, ya que hay estudiantes con mejores competencias para distribuir espacios y competencias artísticas que otros, y que conceptualizan mejor el plano cartesiano.

Cuarta sesión (45 minutos): con lápiz y papel se explica cómo se miden los ángulos, utilizando el transportador y se realiza su respectiva clasificación

Quinta sesión (45 minutos): se ubican ángulos en el plano cartesiano y se miden con ayuda del transportador utilizando la forma tradicional del lápiz y papel para orientar la clase.

Sexta sesión (45 minutos): se verifica por medio del programa GeoGebra la propiedad de los triángulos que afirma: la suma de las medidas de los ángulos interiores es igual a 180 grados y se desarrolla un taller con lápiz y papel.

Los estudiantes utilizan sus conocimientos previos en el manejo de GeoGebra para construir los triángulos. Cuando se requiere hallar la medida de los ángulos interiores, se observa un tutorial en el que exploran los comandos necesarios. Una ventaja del programa con respecto al lápiz y papel reside en que el software da una medida exacta de los ángulos, permitiendo que la suma de sus medidas sea igual a 180 grados, lo que con lápiz y papel es más complicado y se deba dar un margen de error que le facilite al estudiante realizar los cálculos. Además de la forma tradicional muchos estudiantes no traen sus instrumentos geométricos y en el momento de realizar las mediciones no todos tienen el acercamiento práctico; por el contrario, con el programa, todos los estudiantes pueden acercarse y aplicar las herramientas para realizar las medidas correspondientes. (Anexo 11)

Séptima sesión (45 minutos): se aplicó un taller evaluativo, en el que el estudiante debía resolver ejercicios relacionados con triángulos y ángulos.

Octava sesión (45 minutos): se aplica una guía de en la que además de resumir la temática estudiada en el periodo, se explica cómo se ubican coordenadas en el plano cartesiano y a partir de ellas formar triángulos en los cuales se verifican las propiedades de los ángulos interiores (Ver anexo 12).



Figura 14. Estudiantes de 5^º profundizando con el programa GeoGebra.

Novena sesión (45 minutos): se continúa el estudio de la guía de trabajo y se realiza una retroalimentación de las actividades desarrolladas.

Decima sesión (45 minutos): se aplica la evaluación final.

5.2.3. OBSERVACIONES

Trouche (2002) explica que aunque en la pantalla puede aparecer el mismo resultado que soluciona cierto problema, tras de esto, se haya implícito una serie de esquemas mentales, que dan cuenta del conocimiento que tienen los estudiantes, lo cual puede evidenciarse en la forma cómo se expresan y verbalizan los procedimientos que desarrollaron, así como para explicar los conceptos asociados a la solución de la situación propuesta.

En el segundo periodo se percibe que los estudiantes van incluyendo en su vocabulario palabras, las cuales hacen referencia a las técnicas que emplean para generar construcciones gráficas y también términos relacionados con los temas que se están estudiando de manera más fluida que los estudiantes que no han sido intervenidos, en parte, puede explicarse, ya que ellos tienen un contacto directo con los elementos que se quieren aprender, por ejemplo, los alumnos perciben más claramente el concepto de ángulos internos de un triángulo y exactamente descubren que resultado debe dar la suma de ellos. Situación que se observa cuando trabajan en equipo y los niños hablan de lo que están desarrollando o se lo explican a otro compañero.

En la génesis instrumental desarrollada en el segundo periodo se observa que las herramientas utilizadas tienen un componente social, ya que el trabajo en grupo implica que se adelanten las actividades inmersas en una experiencia social, adicionalmente como lo afirma Trouche (2002) las herramientas no son pasivas y en interacción con ellas, es posible diferenciar las estructuras cognitivas (esquemas) y, por otro lado, los sistemas culturales (técnicas).



Figura 15. Estudiantes de 5^o4 profundizando con el programa GeoGebra.

A medida que se da la aplicación de la propuesta, se observa que los estudiantes se han acercado al programa con mayor soltura, tienen más confianza a la hora de explorar comandos y acceder a un resultado, por lo que se puede afirmar que el proceso de instrumentalización, en el que el artefacto (software dinámico) se transforma en un

instrumento, ha avanzado y que los estudiantes se han apropiado de estrategias y competencias cognitivas para aprovechar este elemento en su proceso de aprendizaje.

GeoGebra brinda otras posibilidades para pensar y actuar, por lo tanto los estudiantes sienten un mayor estímulo a la hora de acercarse a las temáticas, ya que su comprensión implica que los alumnos deben tener un manejo pertinente de las tecnologías, lo que se convierte en un reto y motivación para ellos, por lo tanto no se dan por vencidos tan rápido, como sí ocurre frecuentemente con el lápiz y papel, donde los estudiantes que no comprenden se dedican a hablar entre sí, a diferencia del trabajo mediado por el programa dinámico en el que continúan esforzándose o preguntando, hasta acceder a un resultado que los satisface.

Adicionalmente los estudiantes desarrollan esquemas mentales en los que se evidencia una relación entre los conceptos y el manejo de los comandos. Si el estudiante tiene un conocimiento adecuado del programa dinámico es más fácil desarrollar un procedimiento en el que se pueda concluir un resultado, como por ejemplo que la suma de las medidas de los ángulos interiores de un triángulo es igual a 180 grados, herramienta que da una exactitud que con dificultad se alcanza cuando se usa el lápiz y el papel.

En el proceso de instrumentación se observa la influencia del artefacto (programa dinámico) sobre el estudiante, en la medida en que éste va aprendiendo a utilizar los comandos para construir un procedimiento capaz de ayudarlo a solucionar una situación problema, el cual puede ser repetitivo e integra el artefacto y la acción. Situaciones que se evidencian cuando, por ejemplo, los estudiantes sienten mayor confianza de un resultado a través de su visualización.

Como el uso del programa facilita los procedimientos y no requiere de mediciones en el sentido tradicional, a muchos estudiantes se les dificulta o no sienten motivación a la hora de utilizar los instrumentos geométricos para consignar sus procedimientos en lápiz y papel después de que se acostumbran a visualizar. Situación que se refleja en los resultados que se obtuvieron de la revisión de talleres escritos en contraste con los obtenidos de la construcción de los mismos ejercicios con el software dinámico.

En la instrumentalización se observa que el estudiante gana en autonomía y que interioriza el uso del artefacto por lo que puede visualizar con mayor facilidad diferentes propiedades, graficar, medir, predecir y verificar los resultados obtenidos de polígonos y a la vez modificar estéticamente su presentación.

5.2.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentará un análisis de tipo cuantitativo de la encuesta que se les aplicó a 36 estudiantes de 5°2 y 35 estudiantes de 5°4, para conocer el grado de aceptación del programa como mediador en las clases de geometría, es de aclarar que no todos los estudiantes asistieron el día que se aplicó, ya que como se ha mencionado anteriormente cada uno de los grupos intervenidos tiene 42 alumnos. Igualmente se hace un análisis de los resultados de las pruebas internas que se aplicaron a lo largo del segundo periodo: prueba final (ver anexo 13), taller evaluativo, evaluación y taller de repaso de las temáticas estudiadas en el transcurso de este proceso.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ENCUESTAS

Al finalizar la intervención realizada a los grupos: quinto dos (5°2) y quinto cuatro (5°4), se les realizó una encuesta de satisfacción compuesta por 10 preguntas.

Encuesta uso de GeoGebra a estudiantes de quinto					
PREGUNTA	Respuesta	% 5°2	C.E	% 5°4	C.E
1	Si	88,88	32	71,42	25
	Algunas veces	11,11	4	28,57	10
	No	0	0	0	0
	No responde	0	0	0	0
2	Si	61,11	22	54,28	19
	Algunas veces	38,88	14	40	14
	No	0	0	5,71	2
	No responde	0	0	0	0
3	Si	80,55	29	62,85	22
	Algunas veces	19,44	7	28,57	10
	No	0	0	0	0
	No responde	0	0	8,57	3
4	Si	69,44	25	74,28	26
	Algunas veces	19,44	7	17,14	6
	No	8,33	3	8,57	3
	No responde	2,77	1	0	0
5	Si	8,33	3	25,71	9
	Algunas veces	22,22	8	22,85	8
	No	66,66	24	51,42	18
	No responde	2,77	1	0	0

Encuesta uso de GeoGebra a estudiantes de quinto					
PREGUNTA	Respuesta	% 5°2	C.E	% 5°4	C.E
6	Si	33,33	12	40	14
	Algunas veces	25	9	42,85	15
	No	38,88	14	17,14	6
	No responde	2,77	1	0	0
7	Si	80,55	29	80	28
	Algunas veces	16,66	6	14,28	5
	No	0	0	2,85	1
	No responde	2,77	1	2,85	1
8	Si	11,11	4	37,14	13
	Algunas veces	47,22	17	40	14
	No	41,66	15	22,85	8
	No responde	0	0	0	0
9	Si	88,88	32	85,71	30
	Algunas veces	5,55	2	5,714	2
	No	2,77	1	5,71	2
	No responde	2,77	1	2,85	1
10	Si	80,55	29	85,71	30
	Algunas veces	16,66	6	8,57	3
	No	0	0	2,85	1
	No responde	2,77	1	2,85	1

Figura 16. Encuesta uso de GeoGebra a estudiantes de quinto 5°2 y 5°4.

Nomenclatura: C.E es equivalente a cantidad de estudiantes.

Después de observar el análisis que se ha hecho de la encuesta se puede concluir que:

Para la primera pregunta:

¿Te han gustado las clases de geometría con el programa GeoGebra? En el grupo 5°2 al 88,88% (32 estudiantes) les ha gustado las clases de geometría con el programa GeoGebra, el 11,11% (4 estudiantes) afirman que algunas veces les gusta y ninguno expresa que no les agrada el trabajo orientado con este programa interactivo y en el grupo 5°4 el panorama es similar, presentando 71,42 % (25 estudiantes) y 28,57% (10 estudiantes) respectivamente y también coinciden en que todos aceptan el trabajo adelantado con GeoGebra.

Para la segunda pregunta:

¿Las aplicaciones que has usado del programa GeoGebra han sido de fácil comprensión y manejo? en el grupo 5°2 el 61,11% (22 estudiantes) manifiesta que es fácil, frente a un 38,88% (14 estudiantes) que expresa que algunas veces y ningún estudiante dice que el manejo es difícil.

Para el grupo 5°4 se tiene que el 54,28% (19 estudiantes) consideran que es de fácil manejo, el 40% (14 estudiantes) responden que algunas veces y el 5,71% (2 estudiantes) del grupo expresa que les da dificultad.

Para la tercera pregunta:

¿Los temas estudiados con el programa dinámico GeoGebra los has entendido? en el grupo 5° 2 el 80,55% (29 estudiantes) expresa que sí, el 19,44% (7 estudiantes) que algunas veces y ninguno manifiesta que no los ha entendido. En el grupo 5°4 el 62,85% (22 estudiantes) expresan que sí, el 28,57% (10 estudiantes) expresan que algunas veces, al igual que en 5°2 ninguno manifiesta que no ha comprendido las temáticas.

Nota: 3 estudiantes que equivalen al 8,57% de 5°4 no respondieron el interrogante.

Para la cuarta pregunta:

¿Prefieres las clases de geometría con el programa GeoGebra? en 5°2 el 69,44% que equivale a 25 estudiantes responden afirmativamente, 19,44% (7 estudiantes) manifiesta que algunas veces y sólo un 8,33% (3 estudiantes) da una respuesta negativa y en el grupo 5°4 se tiene que 74,28% que equivale a 26 niños lo prefieren, 17,14% (6 estudiantes) algunas veces y 8,57% (3 estudiantes) no lo prefieren.

Para la quinta pregunta:

¿Prefieres las clases de geometría en lápiz y papel? Cuando se le pregunta al grupo 5°2 si prefieren el trabajo de la forma tradicional casi un 8,33% (3 estudiantes) opta por este método de enseñanza, y el 66,66% (24 estudiantes) manifiesta que no. Es significativo resaltar que el 22,22 % (8 estudiantes) si lo prefieren algunas veces. Las respuestas del grupo 5°4 son 25,71% (9 estudiantes) lo prefieren, 22,85% (8 estudiantes) algunas veces y 51,42% (18 estudiantes) no lo prefieren.

Para la sexta pregunta:

¿En el programa GeoGebra, has descubierto y explorado otras aplicaciones diferentes a las indicadas por el profesor? De los 36 estudiantes encuestados en el grupo 5°2 responden afirmativamente el 33,33% (12 estudiantes), algunas veces 25,00% (9 estudiantes) y no el 36,84% (14 estudiantes), 1 estudiante (2,75%) no contesta esta pregunta. 5°4 responden el 40% (14 estudiantes) afirmativamente, 42,85% (15 estudiantes) algunas veces y 17,14% (6 estudiantes) no.

Para la séptima pregunta:

¿Comprendes mejor el tema usando el programa GeoGebra? en el grupo 5°2 el 80,55% (29 estudiantes) afirma que se facilita con su uso, el 16,66% (6 estudiantes) manifiesta que algunas veces y ninguno dice que no es más sencillo, 1 estudiante no contesta esta pregunta. En el grupo 5°4 de los 35 estudiantes a los que se les aplicó la encuesta, el 80% (28 estudiantes) afirma que se facilita con su uso, el 14,28% (5 estudiantes) manifiesta que algunas veces, el 2,85% (1 estudiante) dice que no es más sencillo y 1 estudiante (2,85%) no responde la pregunta.

Para la octava pregunta:

¿Comprendes mejor el tema usando lápiz y papel? en el grupo 5°2 sólo el 11,11% (4 estudiantes) manifiesta que sí, para el no se obtuvo el 41,66% (15 estudiantes), muy similar al porcentaje de algunas veces, que equivale al 47,22% (17 estudiantes). En el grupo 5°4 el 37,14%(13 estudiantes) manifiesta que sí y el 40% (14 estudiantes) dice que algunas veces y sólo 22,85% (8 estudiantes) dice que no comprende mejor los temas con el programa.

Para la novena pregunta:

¿El trabajo en grupo usando el programa GeoGebra ha sido productivo? Cuando se les pregunta a los estudiantes de 5°2 por el trabajo en grupo usando el programa GeoGebra el 88,88% (32 estudiantes) responden que ha sido productivo, algunas veces 5,55% (2 estudiantes), no 2,63% (1 estudiante) y un estudiante no respondió la encuesta (1 estudiante). Por su parte los estudiantes de 5°4 manifiestan que 85,71% (30

estudiantes) consideran el trabajo productivo, algunas veces el 5,71% (2 estudiantes) y no manifiestan que es productivo 5,71%(2 estudiantes).

Para la décima pregunta:

¿Recomiendas el programa GeoGebra a otro compañero para ampliar los temas de geometría? En el grupo 5^o2 da una respuesta afirman el 80,55% (29 estudiantes), algunas veces 16,66% (6 estudiantes) y hubo un 2,63% (1 estudiante) que no respondieron esta pregunta. En el grupo 5^o4 el 85,71% (30 estudiantes), afirman que si recomiendan el programa, el 8,57 % (3 estudiantes), algunas veces y un 2,86% (1 estudiante), dicen que no, también 1 estudiante no responde la encuesta (2,86%).

En términos generales el resultado de la encuesta nos dice que:

- En ambos grupos los estudiantes concuerdan que las clases de geometría con el programa GeoGebra son mejores si se comparan con las que se orientan con lápiz y papel y que les agrada este trabajo, adicionalmente el análisis de la encuesta permite concluir que ningún estudiante lo rechaza o considera que es de difícil manejo, ya que las aplicaciones que se usan permiten que los estudiantes comprendan los temas, aunque es fundamental articular las actividades con una adecuada orientación que los niños asocian con la explicación que se da con lápiz y papel y que les permite conceptualizar. Esto puede evidenciarse en que los alumnos no rechazan las explicaciones tradicionales y que el software dinámico como mediador potencializa la visualización y fortalece la aplicación de conceptos.
- Gran porcentaje de los estudiantes exploran, descubren y aplican otros elementos de GeoGebra para resolver situaciones, lo que indica que el proceso de génesis instrumental se ha interiorizado.
- De igual manera manifiestan que el trabajo en grupo usando el programa GeoGebra ha sido productivo, por lo que las tecnologías educativas fortalecen tanto la interactividad con los equipos como la interacción con los otros compañeros y el aprendizaje colaborativo.
- En cuanto a las ventajas de la visualización, los niños manifiestan que al utilizar el programa, observan con más claridad elementos geométricos, facilitándoles el manejo y motivando el trabajo a partir del uso del programa dinámico GeoGebra.

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA REVISIÓN DE TALLERES

En la primera semana del segundo periodo cada grupo de quinto contaba con: 5°2: 38 estudiantes, 5°4: 37 estudiantes, 5°1: 39 y 5°3: 40 estudiantes.

Al terminar el segundo periodo se tiene que 5°1: 39 estudiantes y 5°3 tienen 40 estudiantes, 5°2 : 39 estudiantes y 5°4: 41 respectivamente.

Al evaluar los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participaron en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizaron el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control se obtuvieron estos análisis:

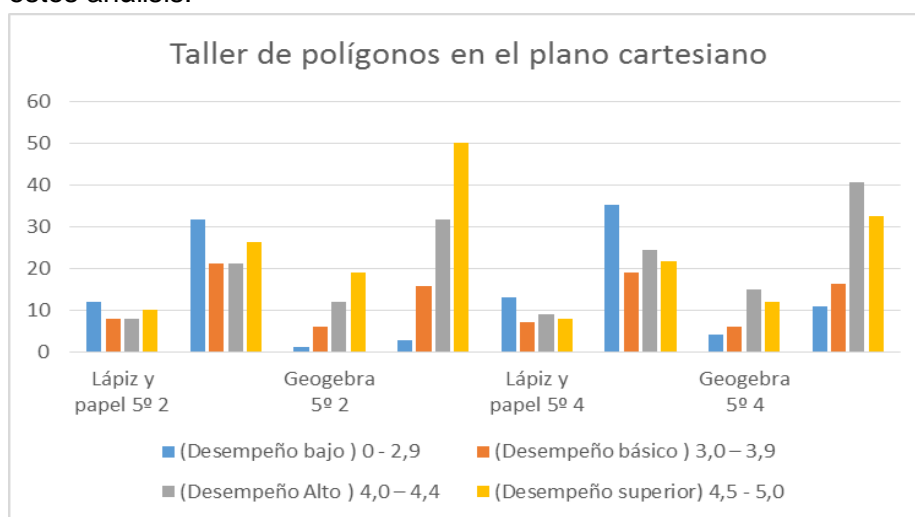


Figura 17. Gráfico de barras con análisis cuantitativo de la revisión de taller de polígonos en el plano cartesiano utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Periodo 2: taller de polígonos en el plano cartesiano								
	5º 2 (38)				5º 4 (37)			
	Lápiz y papel		Geogebra		Lápiz y papel		Geogebra	
	E	%	E	%	E	%	E	%
(Desempeño bajo) 0 - 2,9	12	31,57	1	2,63	13	35,14	4	10,81
(Desempeño básico) 3,0 - 3,9	8	21,05	6	15,79	7	18,92	6	16,22
(Desempeño Alto) 4,0 - 4,4	8	21,05	12	31,58	9	24,32	15	40,54
(Desempeño superior) 4,5 - 5,0	10	26,31	19	50	8	21,62	12	32,43
	38	100	38	100	37	100	37	100

Figura 18. Cuadro con análisis cuantitativo de la revisión de taller de polígonos en el plano cartesiano utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

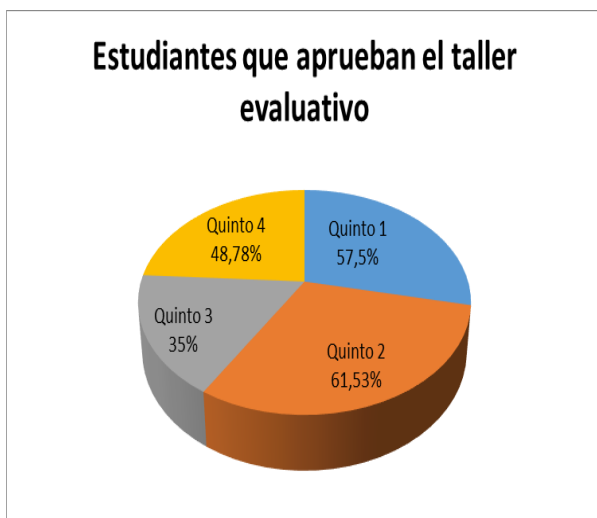


Figura 19. Gráfico circular de estudiantes que aprueban taller evaluativo de polígonos.

Para el caso del taller evaluativo, como se puede observar en la gráfica, 5°2 estuvo por encima de todos los grupos, en cambio 5°4 se ubica en el puesto tres, superado por 5°1, pero está por encima de 5°3 en casi 14 puntos. La dificultad principal de los talleres con lápiz y papel, residió en que algunos estudiantes no lo entregaron, ya sea porque no tenían claro cómo usar el transportador o porque aun comprendiéndolo no lo hicieron.

Es de resaltar que en ambos grupos intervenidos hay niños con necesidades educativas especiales, por ejemplo en 5°2 hay 8 niños y en 5°4 hay 6 niños por lo que los promedios de los grupos no son significativamente altos.

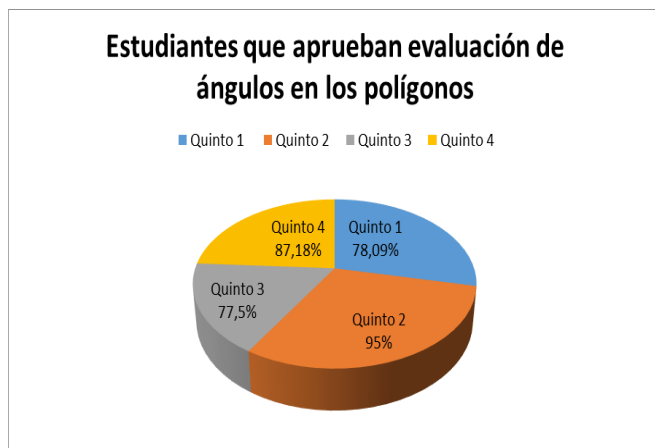


Figura 20. Gráfico circular con estudiantes que aprueban evaluación de ángulos en los polígonos.

Si se analiza los estudiantes que presentaron la prueba de medición de ángulos de polígonos obtenemos los siguientes resultados:

Nuevamente los grupos intervenidos presentan mejor desempeño que los de control, ya que tienen más apropiación del concepto.

desempeño de estudiantes de 5° en evaluación						
Valoración (evaluación final)	5º1	5º3	Total	5º2	5º4	Total
(desempeño bajo) 0- 2,9	22	20	42	19	25	44
(desempeño básico) 3,0-3,9	9	17	26	12	8	20
(desempeño Alto) 4,0- 4,5	2	3	5	8	6	14
(desempeño superior) 4,5	7	0	7	0	2	2
Total	40	40	80	39	41	80

Figura 21. Estudiantes que aprueban evaluación final del segundo período.

Si se analiza los estudiantes que reprobaban el examen final que se aplica al culminar el periodo académico, se pueden hacer los siguientes análisis:

En los dos grupos de control se contabilizan 42 estudiantes en nivel bajo, frente a 38 que lo aprobaron; en los grupos intervenidos se tiene que reprobaron 44 y aprobaron 36, lo que expresado en porcentaje equivale a que el 52,50% de los estudiantes de los grupos de control reprobaron la evaluación final y un 47,50% la ganó. Para los grupos intervenidos se tiene que el 55% perdió y el 41,25% ganó. En esta actividad los grupos intervenidos no tuvieron un mejor desempeño. Esto pudo obedecer a que la prueba se diseñó a nivel institucional a lápiz y papel y los grupos intervenidos no están tan familiarizados, ya que la metodología implementada se centra en el uso del programa dinámico.



Figura 22. Estudiantes del grupo 5°4 desarrollando la asignatura de geometría mediante una metodología basada en el uso de TIC.

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de las valoraciones de las actividades realizadas de plano, polígono y ángulos tanto en GeoGebra como a lápiz y papel, comparando los grupos intervenidos consigo mismos y con los de control, teniendo en cuenta que en el momento de la aplicación del taller habían 38 estudiantes en 5°2 y 37 estudiantes en 5°4.

Cuadro comparativo de aprobación						
	% de aprobación del plano, polígono y ángulo con GeoGebra		% de aprobación del plano, polígono y ángulo con lápiz y papel			
	% de aprobación 5°2	% de aprobación 5°4	% de aprobación 5°1	% de aprobación 5°3	% de aprobación 5°2	% de aprobación 5°4
(Desempeño bajo) 0 - 2,9	0	0	12,5	7,5	4,78	4,88
(Desempeño básico) 3,0 – 3,9	2,5	16,42	42,5	32,5	12,19	12,2
(Desempeño Alto) 4,0 – 4,4	7,5	19,61	32,5	35	43,9	48,8
(Desempeño superior) 4,5 - 5,0	90	65,85	12,5	25	39,02	34,1

Figura 23. Tabla con porcentajes de aprobación de actividad utilizando el programa Geogebra y con lápiz y papel.

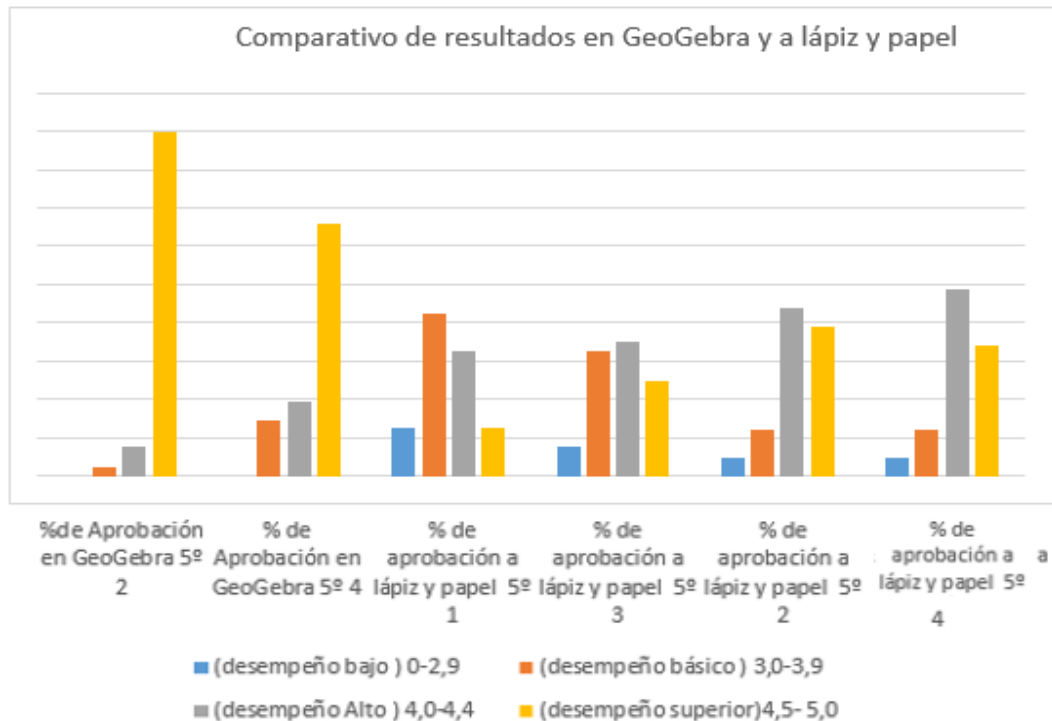
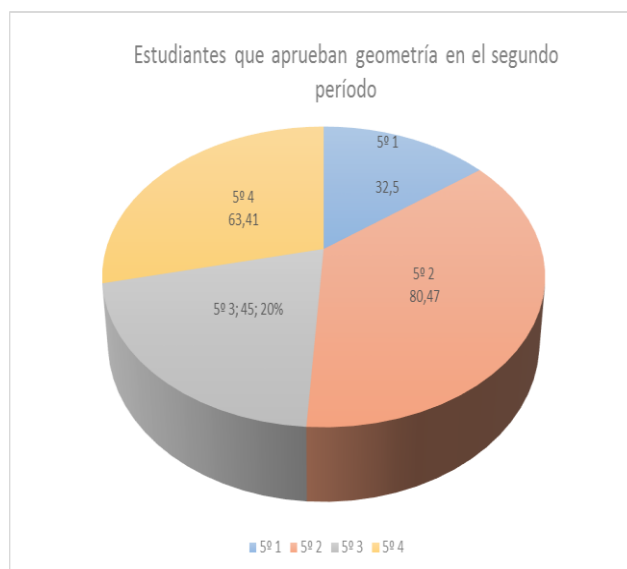


Figura 24. Gráfica de barras con comparativo de resultados de actividad utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Los comparativos permiten afirmar que los resultados de la misma actividad en el programa GeoGebra son superiores a los que se obtienen de la forma tradicional. Por ejemplo con GeoGebra no se ubica ningún estudiante en el rango de desempeño bajo, en

cambio con lápiz y papel se obtiene que en 5°1 el 12,5 % de los estudiantes que equivalen a 5 niños están en este rango y en 5°3 el 7,5% (2 estudiantes), y cuando los grupos intervenidos realizan esta actividad con lápiz y papel se tienen un porcentaje de desempeño bajo de 4,78% y 4,88% que corresponden a 2 y 3 alumnos respectivamente, para 5°2 y 5°4. En los desempeños superiores se presenta la situación inversa, la mayoría de estudiantes objeto de la intervención con GeoGebra están ubicados en este desempeño el 90% de 5°2 (36 niños) y el 65,85% de 5°4 (27 niños).

Con el avance de la intervención en este periodo y el resultado de estos análisis cualitativos, se puede afirmar que se ha desarrollado la asignatura de geometría mediante una metodología basada en el uso de TIC y que gracias al diseño e implementación de bloques de actividades (basadas en la aplicación de geometría dinámica GeoGebra, para la enseñanza- aprendizaje del concepto de polígono), se ha fomentado en los estudiantes el desarrollo de las competencias de visualización de los conceptos geométricos en los polígonos y se ha profundizado en estas temáticas.



Observando el siguiente gráfico, se puede concluir:

5°2 obtuvo un mayor porcentaje de aprobación superando a todos los demás grupos con un 80,47 que equivale a 33 estudiantes de 41, en 5°4 aprueban 26 estudiantes (63,41% de 41 estudiantes). Ambos grupos están por encima de 5°1 y 5°3, que son los grupos de control, los cuales tienen 13 y 18 niños respectivamente, ambos de 40 estudiantes.

Figura 25. Gráfico circular con estudiantes que aprueban Geometría en el segundo período.

Estudiantes que aprueban geometría en el segundo período				
Grupo	Estudiantes	Total Estudiantes	% de aprobación	% de reprobación
5° 1	13	40	32,5	67,5
5° 2	33	41	80,49	19,51
5° 3	18	40	45	55
5° 4	26	41	63,41	36,59

Figura 26. Tabla con estudiantes que aprueban Geometría en el segundo período.

5.2.5. CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN EN EL PERÍODO DOS

El uso de los elementos tecnológicos es un valor agregado en las clases, ya que los estudiantes al contar con estos mediadores sienten interés y entusiasmo a la hora de abordar las temáticas, lo que se evidencia en que la mayoría de los alumnos prefieren las clases orientadas desde este programa dinámico que de la forma tradicional.

Para Trouche y Guin (2002) en la instrumentación los programas dinámicos imprimen su marca en los sujetos, lo que significa que pueden llegar a desarrollar ciertas actividades dentro de algunas condiciones que son las limitaciones de la herramienta, las cuales según los esquemas mentales de los estudiantes pueden ser superadas con otros comandos o simplemente obviadas, por ejemplo cuando el estudiante quiere medir los ángulos a un triángulo, y habilita la aplicación “medir ángulo”, si al señalar los dos lados le aparece la medida de los ángulos externos que no son de su interés, él o ella puede devolverse y señalar los lados en el orden contrario a como lo hizo inicialmente, o simplemente puede darle click en el interior del triángulo para que aparezcan los tres ángulos.

Tales procesos permiten concluir que se han desarrollado en los estudiantes las competencias para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de triángulos y en la verificación de algunas de sus propiedades.

Trouche y Drijvers (2014) afirman que las herramientas matemáticas pueden ser consideradas como extensiones de la mente, que a partir del desarrollo de esquemas mentales empoderan a los estudiantes para que estos puedan internalizar técnicas y conocimientos que permiten resolver tareas específicas. En este proceso se requiere de una etapa de apropiación. En relación con esto es importante resaltar el trabajo productivo que adelantan las estudiantes que tienen necesidades educativas especiales (en ambos grupos se cuenta con población con estas características).

Al revisar el resultado de sus talleres se observa que las estudiantes Deisy Durango y Luisa Fernanda mostraron una actitud perseverante y aunque sólo desarrollaron la mitad de los ejercicios se evidenció que habían conceptualizado la propiedad de los ángulos internos y que eran capaz de construir triángulos con los comandos que se les indicaban en las guías. Además tenían la posibilidad de repetir el procedimiento y obtener un resultado estético y ordenado que les permitía visualizar con mayor claridad estas propiedades. Es de resaltar que no sentían la frustración, como sucede cuando no son capaces de realizar el mismo ejercicio a lápiz y papel, ya que el software permite generar nuevos archivos o borrar lo que se ha construido sin tener la necesidad de volver a hacer el plano cartesiano. Se observa también que se muestran menos tímidas. Por lo tanto

también en los niños que tienen competencias por debajo de la mayoría se puede potenciar los conceptos de polígono profundizándolos a través de la visualización de estos elementos por medio de la aplicación del programa dinámico GeoGebra.

El análisis del desarrollo de la propuesta permite enfocar los resultados en los siguientes elementos:

Motivación:

La tecnología se presenta a los estudiantes como un reto, en el cual deben dar cuenta en cierta medida del grado de conocimiento que se tiene o facilidad del manejo para relacionarse con elementos que implican el uso de aparatos y de sus correspondientes interfaces para interactuar con ellos.

La interactividad y la “democracia” de estos elementos, en el sentido de que todos pueden construir lo mismo, obteniéndose resultados iguales sin importar la estética o las dificultades motrices, motiva a los estudiantes para explorar y trabajar con mayor disposición en las temáticas.

De igual manera esta propiedad de las tecnologías educativas (innovación) permite que los estudiantes estén atentos a las explicaciones y se motiven para acceder a un resultado.

La metodología innovadora hace que los estudiantes sientan una motivación constante que no se perdió en ninguna de las clases que se llevaron a cabo a lo largo de todo el periodo.

Aplicación:

Se realizó la implementación de la propuesta con ayuda del programa dinámico en el que se pretende mejorar la visualización de los conceptos geométricos en los polígonos en el grado quinto, para ello se combinaron las estrategias del lápiz y papel y el uso del programa dinámico

Se aprovecharon algunos videos tutoriales con los que los estudiantes entraban en contacto con las herramientas disponibles en el programa y se usaron guías de trabajo, diseñadas de tal manera que paso a paso accedieran a un resultado. Los alumnos después de estudiarlos tenían la autonomía de seleccionar las que mejor resultado les había dado, ya que en su proceso de génesis instrumental han avanzado en el grado de instrumentalización y por lo tanto han desarrollado ciertas competencias cognitivas que les permiten tener más elementos para solucionar las situaciones propuestas.

Es de recalcar que los estudiantes en cada clase se van acercando a la herramienta y se apropian de los componentes del software con mayor facilidad.

Los resultados de las pruebas escritas no siempre han sido satisfactorias, lo que puede explicarse debido a que al inicio los estudiantes no estaban familiarizados con los conceptos y en muchas ocasiones son más los talleres no entregados a lápiz y papel, ya

que estas actividades requieren mayor trabajo extraclase, lo que indica que a los niños se les dificulta consignar sus resultados con lápiz y papel en contraposición a las actividades de construcción que se hacen interactuando con los elementos geométricos, las cuales generalmente se terminan en la sala y se revisan, evitando que a los estudiantes les falten las valoraciones de estas actividades.

Exploración:

Gran cantidad de los estudiantes a los que se les aplicó la intervención usaban los comandos del programa sin que antes se les hubiera dado explicaciones. Situación que se observa cuando el mismo problema se soluciona utilizando diversas estrategias, que dan cuenta del avance en su proceso de génesis instrumental.

Por lo tanto se puede afirmar que los estudiantes presentan mayor facilidad para comprender y enfrentar los conocimientos geométricos a través de la mediación del programa GeoGebra, aunque se observan falencias a la hora de consignar sus conclusiones a lápiz y papel.

Visualización:

La visualización puede ser considerada como una competencia para modelizar una situación, ya sea por medio del lápiz y papel o por medio de elementos tecnológicos como las calculadoras o los computadores, para el caso concreto de la geometría, estos modelos ayudan a los estudiantes a representar los conceptos o una situación problema y facilitar la interpretación y proponer soluciones.

Utilizar los programas dinámicos, como en este caso GeoGebra, presenta potencialidades con los que se favorecen los procesos de enseñanza-aprendizaje. El manejo intuitivo y fácil, así como la reducción del tiempo, la precisión y estética de las construcciones, promueven la profundización de las temáticas.

Se puede concluir que en las actividades que se desarrollaron en el segundo periodo, los estudiantes han percibido los aspectos visuales de los polígonos con mayor facilidad en contraste con el uso del lápiz y papel.

Aprendizaje colaborativo:

En cada clase en el aula se observaba que los estudiantes comparaban sus resultados y en el caso que no pudieran acceder a un resultado se preguntaban cómo podían utilizar las herramientas disponibles en el software para dar solución a las situaciones propuestas.

En la sala de sistemas se organizaron grupos de trabajo teniendo en cuenta que el aprendizaje cooperativo da mejores resultados y la disponibilidad de los equipos no era suficiente para todos los niños, ya que en la sala se contaba con 20 computadores

aproximadamente. Estos aspectos considerados dan cuenta del carácter social de la génesis instrumental.

Evaluación:

Se fortalece la autonomía y la reflexión así como la exploración, convirtiéndose en un mediador que estimula la profundización de las temáticas de los estudiantes y respeta sus ritmos de aprendizaje.

Se formalizan los conocimientos intuitivos geométricos, elementos que se potencian por la construcción que hacen los estudiantes con la ayuda del programa dinámico el cual es de fácil manejo para ellos.

Los estudiantes tienen mayor facilidad en el momento de construir en forma precisa y ágil polígonos con las herramientas que brinda el programa.

Es de resaltar que el concepto de polígono y para este periodo los elementos emergentes que se estudian como son el plano cartesiano, ángulos y propiedad de los triángulos (suma de las medidas de los ángulos interiores), de la forma tradicional no logran ser interiorizados por lo tanto el programa permite fortalecer estos temas, ya que las propiedades de GeoGebra posibilita sistematizarlos, manipularlos y assimilarlos de forma más eficiente.

La visualización de los polígonos en el grado quinto permite que se puedan realizar cálculos de medidas, por ejemplo de ángulos con mayor facilidad.

Modificar construcciones para verificar propiedades.

Manipular dinámicamente elementos geométricos utilizando herramientas del programa.

Suscitar preguntas, discusiones y reflexiones acerca de las situaciones que se plantean y que también fortalecen el trabajo colaborativo.

Diferenciar los elementos que conforman los polígonos por medio de la manipulación de estos elementos.

Es importante aclarar que el estudiante cuando participa activamente en la construcción de su conocimiento, éste es significativo y tiende a formalizarse con la ayuda de la orientación de los docentes, por lo que es imprescindible la figura del profesor, ya que este software dinámico en ningún caso reemplaza la interacción de los estudiantes-docentes, o estudiantes-estudiantes ya que estos programas son mediadores de los procesos de profundización.

5.3. PERIODO TRES

5.3.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la aplicación de la propuesta que se viene adelantando en los grupos quinto dos y quinto cuatro, se enmarca en la investigación de la profundización de los conceptos de polígono a través de la implementación del software de Geometría dinámica (SGD) GeoGebra y de estrategias para resolver problemas con lápiz y papel, en ella se pretende analizar y validar la experiencia de profundización a través de la comparación de los resultados con los grupos de control.

Se selecciona este software debido a la facilidad de su uso, ya que es intuitivo, además los equipos con los que cuenta la sala de sistemas, en los cuales está incorporado este programa de geometría dinámica.

5.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.

Temática desarrollada en el tercer periodo:

- Perímetros de polígonos.
- Clasificación de triángulos (equilátero, isósceles y escaleno)
- Área de rectángulo, cuadrado y triángulo
- Simetría.

A través de 10 asesorías, las cuales se procederán a describir.

Primera sesión (45 minutos), por medio de lápiz y papel se definió el concepto de perímetro y se les calculó a algunos polígonos a través de un taller (Anexos 14).

Segunda sesión (45 minutos): Se continuó con el tema de perímetro a través de un taller en el que los estudiantes debían colorear, recortar, medir y hallar el perímetro a los polígonos. Se asignó un taller de aplicación para que los estudiantes calcularan el perímetro de tres objetos de sus casas

Tercera sesión (45 minutos): a partir de un trabajo práctico se midió el perímetro del salón, del restaurante escolar y de la cancha. Adicionalmente se asignó un taller de problemas de perímetro.

Cuarta sesión (45 minutos): socialización del taller asignado en la clase previa con lápiz y papel.

Quinta sesión (45 minutos): aplicación de una guía de trabajo para desarrollar en GeoGebra en la que paso a paso se explica la construcción de un triángulo y se miden sus lados para hallar el perímetro (Anexo 15). Con ayuda de los conocimientos previos adquiridos en el segundo periodo acerca de la ubicación de puntos en el plano cartesiano, los estudiantes deben construir triángulos y posteriormente ubicar la medida de sus lados, situación que hace que todos los lados de los triángulos tengan la misma longitud y por ende el mismo perímetro, lo que permite obtener datos precisos y construcciones bajo los mismos parámetros.

Sexta sesión (45 minutos): se aplicó un taller evaluativo utilizando lápiz y papel en la que los estudiantes combinaron los conocimientos aritméticos con el cálculo de perímetro a partir de situaciones problema. Adicionalmente se construyó con los estudiantes el concepto de área para el rectángulo, cuadrado y triángulo y se asignó un taller donde debían calcular el área a partir de dos situaciones problema (Ver anexos 16)

Séptima sesión (45 minutos): en la clase con GeoGebra se conceptualizó el término de triángulo equilátero y se aplicó una guía de trabajo en la que la que los estudiantes construían estos elementos. (Ver anexo 17).

Octava sesión: en la clase con GeoGebra se conceptualizó el término de triángulo isósceles para lo cual se aplicó una guía de trabajo en la que la que los estudiantes construían estos elementos. (Ver anexo 18).

Noveno sesión: en la clase con GeoGebra se conceptualizó el término de triángulo escaleno para lo cual se aplicó una guía de trabajo en la que la que los estudiantes construían estos elementos. (Ver anexo 19).

Decima sesión: conceptualización del movimiento rígido de reflexión y aplicación de guía (Ver Anexo 20)

5.3.3. OBSERVACIONES

Trouche (1998) expone que para hablar de interacciones entre los sujetos y las máquinas en relación con los ambientes de aprendizaje computarizados se deben tener en cuenta la viabilidad de los objetos y el carácter no neutro de estos artefactos, por lo que hay que considerar la iniciativa y la actividad de los alumnos al igual que el significado que se le da a los ambientes de aprendizaje mediados por la tecnología (ambientes con recursos: software, posibilitadores de actividades de los estudiantes). Por ejemplo: para el caso de la experiencia que se ha adelantado en los dos grupos se puede afirmar que el aprendizaje mediado a través de un entorno de aprendizaje computarizado permite: avanzar en el control sobre su uso del programa y que los estudiantes tienen experiencia en el trabajo con el software que les facilita su proceso de aprendizaje.

Adicionalmente se puede afirmar que GeoGebra se ha convertido en un instrumento pedagógico que permite al docente orientar las temáticas de manera más lúdica, favoreciendo la visualización, interacción con los objetos y profundización de las temáticas.

Los conceptos matemáticos que se han ido construyendo a lo largo del periodo a través de las prácticas realizadas en las que se aplican técnicas (con las cuales se debe acceder a un resultado), involucran un conjunto de razonamientos y tareas rutinarias que los estudiantes van interiorizando (naturalizando), por lo tanto, éstas permiten que en lo concreto como en lo cognitivo se dé un avance hacia la comprensión de los conceptos. Lo anterior facilita la construcción de otros conocimientos, situación que empodera y motiva a los estudiantes tanto a preguntar como a acercarse con agrado a la matemática ya que con estos mediadores se facilita la interacción y los estudiantes manifiestan que las actividades son muy fáciles.

En Colombia la asignatura de geometría tiene una intensidad de una hora, lo que generalmente es insuficiente para desarrollar con los estudiantes las temáticas que se deben orientar en cada grado en particular, sumándole a ello que no se puede adelantar un proceso estructurado sino que se pasa a enumerar una serie de temáticas, con lo que el pensamiento espacial no se cimienta de forma pertinente en la mente de los estudiantes. Gracias a la implementación de programas dinámicos en el aula, es posible que el estudiante se enfoque en los procesos conceptuales y que los elementos "formales" como son los planos cartesianos y en cierta medida la construcción de figuras, se agilicen debido a que en el programa estos se pueden construir de forma inmediata y por lo tanto pasar al análisis de sus propiedades, por ejemplo las diferencias existentes entre triángulos equiláteros, isósceles y escalenos, el concepto de área expresada en

unidades cuadradas, entre otros. Adicionalmente con la reducción en los procesos de ejecución, también se disminuyen las necesidades de los estudiantes de rutinizar las tareas, ya que las técnicas que se han instrumentalizado van empoderándolo y le permiten cambiar sus estructuras mentales orientadas a la construcción de un concepto, la evolución del artefacto al instrumento es fundamental en este cambio.

Los estudiantes empiezan a diferenciar al programa GeoGebra como un mediador en el que interviene el conocimiento que van adquiriendo sobre su manejo para ir avanzando en la comprensión, inicialmente se observaba que estos lo consideraban un ingrediente más que dificultaba la asimilación de las temáticas, pero a medida que se ha avanzado en su uso y en la construcción de esquemas personales para aprovecharlo en la conceptualización, se ha visto un cambio en la actitud, mayor eficiencia en los procesos y por lo tanto un mejor avance académico. Por lo tanto la instrumentalización del artefacto se ha ido afianzando con el trabajo que los estudiantes van desarrollando y les ha permitido descubrir potencialidades y aplicaciones pertinentes para desarrollar una tarea. Es importante recalcar que el conocimiento y estrategias de trabajo de los alumnos guían la forma en que utilizan el artefacto y por lo tanto aceleran la interiorización del uso de GeoGebra.

Con el diseño y experimentación en la asignatura de geometría por bloques de actividades basadas en la aplicación de geometría dinámica GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del concepto de polígono, se puede profundizar y desarrollar en los estudiantes las competencias técnicas y específicas a la asignatura como tal.

La instrumentación por su parte ha tenido avances significativos, los estudiantes se han apropiado de esquemas de acción y procedimientos que les facilitan acceder a un resultado, por lo tanto se puede afirmar que el programa dinámico ha influido en la forma como los estudiantes plantean estrategias de solución a problemas.

Trouche (1998) expone que los conceptos de instrumentalización e instrumentación interactúan en la génesis instrumental y los define como procesos, que para el caso de la instrumentalización se dirigen hacia el artefacto. Este se desarrolla en diferentes etapas, entre las que se destacan:

- Etapa de descubrimiento y selección de las funciones relevantes: los estudiantes identifican diversos iconos necesarios para acceder a un resultado.
- Etapa de personalización: en la que el estudiante se apropia del artefacto, cada estudiante selecciona el procedimiento que con mayor facilidad les da, por ejemplo, pueden medir la totalidad de los ángulos de un triángulo, señalando todo el triángulo para que se generen los tres resultados o uno por uno. Adicionalmente se les puede modificar la presentación a las construcciones, como son colores o grosor de las líneas.

- Etapa de transformación del artefacto: las cuales no siempre van en la dirección en la que se diseña la clase, pero que dan una amplia gama de aplicaciones y conocimientos, por ejemplo: modificar la barra de tareas, utilización de teclas para economizar procedimientos, la ejecución automática de algunas tareas, hasta el descubrimiento de procedimientos alternativos, como es el caso de construir el triángulo equilátero a partir de la opción polígono regular, con el que se obvian los demás pasos de la guía diseñada para adelantar tal trabajo.

El uso de GeoGebra también tiene ciertas restricciones que pueden clasificarse como:

- Limitaciones internas: que están intrínsecamente ligados al hardware, como por ejemplo se pueden bloquear a causa de la acumulación de órdenes, baterías que se descargan, computadores con virus...
Restricciones de comandos: en ocasiones se les olvida la aplicabilidad de las funciones, aunque la guía de trabajo que se diseña, les permite orientarse y seleccionar los correctos.
- Limitaciones Organizacionales: en los equipos hay versiones distintas del programa, y en ocasiones los estudiantes se confunden, a causa del lenguaje que aparece en las guías.



Figura 27. Estudiantes de 5º aplicando la guía para visualizar los triángulos equiláteros.

5.3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentará un análisis de tipo cuantitativo de los resultados de las pruebas internas que se aplicaron a lo largo del tercer periodo: prueba final (Ver Anexo 21), taller evaluativo, evaluación y taller de repaso de las temáticas estudiadas en el transcurso de este proceso.

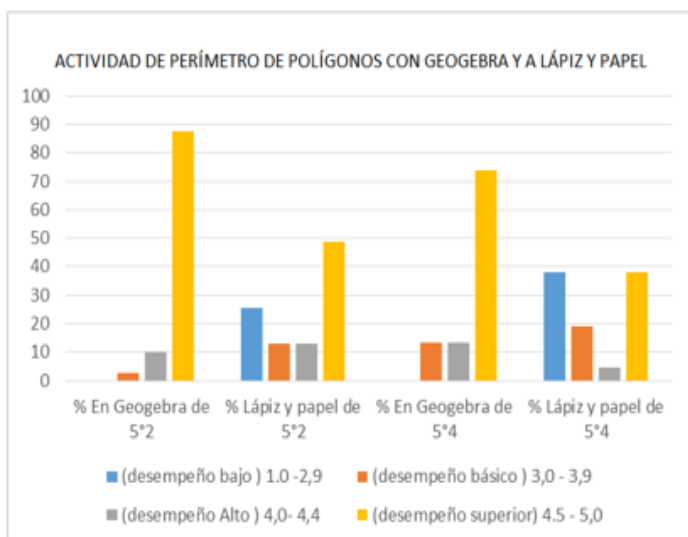
Igualmente se hace un análisis de la encuesta que se les aplicó a los estudiantes y docentes capacitados para conocer el grado de aceptación del programa como mediador en las clases de geometría.

ANALISIS CUANTITATIVO DE LA REVISIÓN DE TALLERES

En la primera semana del tercer periodo cada grupo de quinto contaba con: 5°2: 40 estudiantes, 5°4: 42 estudiantes, 5°1: 41 y 5°3: 40 estudiantes.

Al terminar el tercer periodo se tiene que 5°1: 41 estudiante y 5°3 tienen 40 estudiantes, 5°2 : 41 estudiante y 5°4: 42 respectivamente.

Al evaluar los procesos de aprendizaje del concepto de polígono en los estudiantes que participan del curso experimental y que utilizan el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control, se obtuvieron estos análisis:



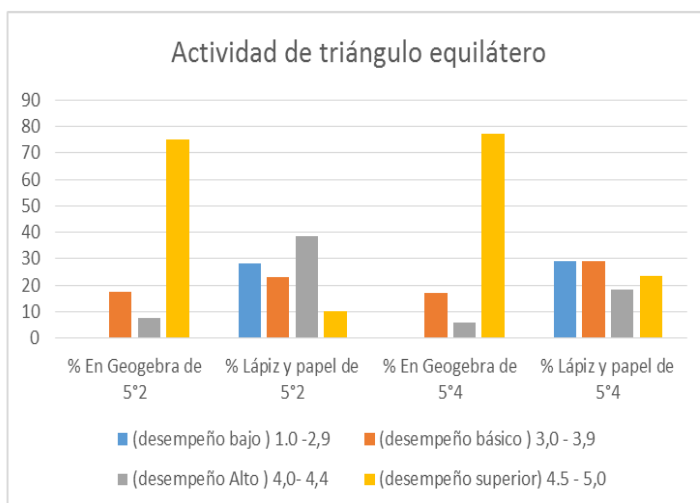
En el tercer periodo se adelantaron diferentes actividades con GeoGebra que de forma paralela se desarrollaron con lápiz y papel. Es evidente que el desempeño mediado con el programa GeoGebra es significativamente superior al que se adelanta de la forma tradicional. Por ejemplo, para el taller de perímetro de polígonos utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel se tiene que para 5°2 de los 40 estudiantes

Figura 28. Gráfico de barras con comparativo de desempeño en actividad de perímetro de polígonos utilizando programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Actividad de perímetro de polígonos				
VALORACION	Quinto 2		Quinto 4	
	En Geogebra	Lápiz y papel	En Geogebra	Lápiz y papel
(Desempeño bajo) 1.0 -2,9	0	10	0	16
(Desempeño básico) 3,0 - 3,9	1	5	5	8
(Desempeño Alto) 4,0- 4,4	4	5	5	2
(Desempeño superior) 4.5 - 5,0	35	19	28	16
Total de estudiantes	40	39	38	42

que realizaron la actividad, ninguno se ubicó en el desempeño bajo, y con lápiz y papel el 25,64% (10 de los 39 estudiantes que lo presentaron) estuvieron en este margen, algo similar ocurrió en 5°4, el 0% de los estudiantes estuvo en el desempeño bajo, frente al 38,09% (16 estudiantes de 42) que lo desarrollaron con lápiz y papel.

Figura 29. Tabla con comparativo de desempeño en actividad de perímetro de polígonos utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.



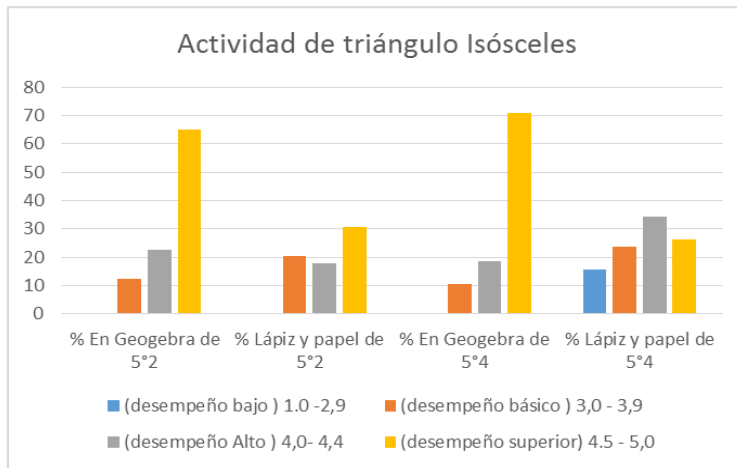
Situación similar puede observarse para la actividad de triángulo equilátero, con el programa dinámico ningún estudiante de los 40 que realizaron la actividad en el grado 5°2, se ubicó en el desempeño bajo, caso diferente a la metodología con lápiz y papel en la que el 28,20%(11 estudiante de 39) estuvieron en este margen.

Figura 30. Gráfico de barras con comparativo de desempeño en actividad de triángulo equilátero utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Actividad de triángulo equilátero				
VALORACION	Quinto 2		Quinto 4	
	Geogebra	Lápiz y papel	Geogebra	Lápiz y papel
(Desempeño bajo) 1.0 -2,9	0	11	0	11
(Desempeño básico) 3,0 - 3,9	7	9	2	11
(Desempeño Alto) 4,0- 4,4	3	15	6	7
(Desempeño superior) 4.5 - 5,0	30	4	27	9
Total	40	39	35	38

En el caso del grupo 5°4 también ningún estudiantes se ubicó en el desempeño bajo, caso diferente de los que desarrollaron la actividad con lápiz y papel ya que el 28,94%(11 estudiante de 38) estuvo en este rango.

Figura 31. Tabla con comparativo de desempeño en actividad de triángulo equilátero utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.



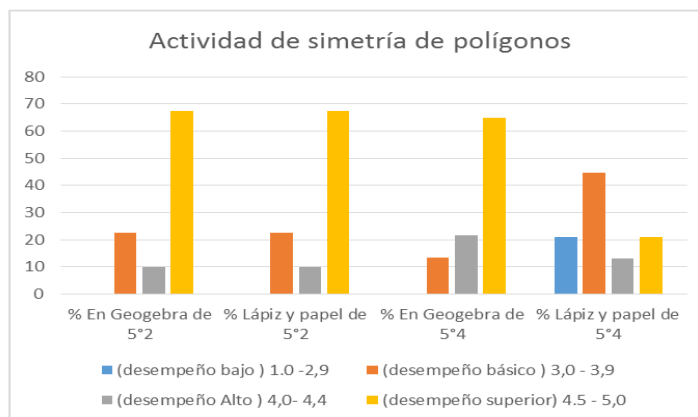
En la actividad de triángulo isósceles con GeoGebra se presenta una situación similar a las enunciadas anteriormente en ninguno de los grupos intervenidos hay niños ubicados en el desempeño bajo y la mayoría de los estudiantes están en el desempeño superior, situación que evidencia la eficacia de la metodología.

Figura 32. Gráfico de barras con comparativo de desempeño en actividad de triángulo isósceles utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Actividad de triangulo Isósceles				
VALORACION	Quinto 2		Quinto 4	
	Geogebra	Lápiz y papel	Geogebra	Lápiz y papel
(desempeño bajo) 1.0 -2,9	0	12	0	6
(desempeño básico) 3,0 - 3,9	5	8	4	9
(desempeño Alto) 4,0- 4,4	9	7	7	13
(desempeño superior) 4.5 - 5,0	26	12	27	10
total	40	39	38	38

Caso diferente al que puede observarse cuando se hace un análisis de los resultados obtenidos con lápiz y papel, por ejemplo: se hallan en 5°2 el 30,76% (12 estudiantes de 39) y en 5°4 el 15,78% (5 estudiantes de 38), ubicados en el desempeño bajo.

Figura 33. Tabla con comparativo de desempeño en actividad de triángulo isósceles utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.



En la actividad de simetría de polígono con GeoGebra se presenta una situación igual, en ninguno de los grupos intervenidos hay niños ubicados en el desempeño bajo.

Figura 34. Gráfico de barras con comparativo de desempeño en actividad de simetría utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Actividad de simetría de polígonos				
VALORACION	Quinto 2		Quinto 4	
	En Geogebra	Lápiz y papel	En Geogebra	Lápiz y papel
(Desempeño bajo) 1,0 -2,9	0	13	0	8
(Desempeño básico) 3,0 - 3,9	9	9	5	17
(Desempeño Alto) 4,0- 4,4	4	6	8	5
(Desempeño superior) 4.5 - 5,0	27	12	24	8
Total	40	40	37	38

Con lápiz y papel se obtuvo para 5°2 que el 32,50% (13 estudiantes de 40) se ubicaron en el desempeño bajo y en el grupo 5°4 el 21,05% de los niños (8 estudiantes de 38) también estuvieron en este margen.

Figura 35. Tabla con comparativo de desempeño en actividad de simetría utilizando el programa GeoGebra y con lápiz y papel.

Esto obedece a diversos factores, por ejemplo, generalmente el trabajo que se adelanta en las salas de sistemas casi siempre se concluye, por lo tanto los estudiantes no quedan con actividades pendientes para la casa, lo que evita que se les olviden los procedimientos. También es evidente que en general los estudiantes que no tienen un adecuado acompañamiento no concluyen sus compromisos y que el incumplimiento de los trabajos asignados de forma extraclase son un factor que influye en un alto porcentaje en la pérdida de la asignatura.

Adicionalmente las actividades que se adelantan en las salas se convierten en un reto para los estudiantes y estos no abandonan los procesos hasta no haber terminadas las actividades propuestas. Esto influye en que la mayoría de estudiantes, incluidos aquellos que tienen necesidades educativas especiales quieran concluir las actividades y se esfuercen para alcanzar el mismo resultado que sus otros compañeros.

Es de resaltar que los estudiantes con necesidades educativas especiales, demuestran un mejor desempeño en la asignatura cuando están trabajando en la sala de sistemas, ya que son capaces de seguir los procedimientos y observan un producto final igual al de sus compañeros que los motiva a aprender.

Al implementar la asignatura de geometría mediante una metodología basada en el uso de TIC, se percibe que los estudiantes desarrollan competencias de visualización de los conceptos geométricos en los polígonos, y que el carácter innovador de la propuesta hace que los niños sientan mayor motivación y que prefieran esta metodología. Por ejemplo “la estudiante María Camila García afirmó en la entrevista que se le realizó, que todas las clases a las que va, se desarrollan siempre en el salón y que esta clase es muy buena”. (Camila García, comunicación personal, 29 de septiembre de 2016).

Si se analizan actividades que se desarrollaron en la totalidad de los grupos de quinto se puede concluir que:

Porcentaje de aprobacion de la evaluación de perímetro

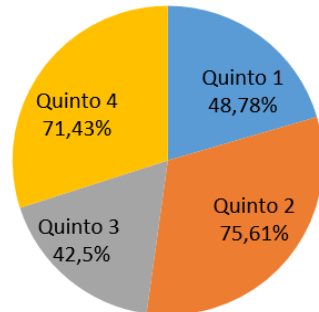


Figura 36. Gráfico circular aprobación de la evaluación de perímetros

El análisis de los resultados de la evaluación de perímetro permite concluir que los grupos intervenidos se ubican en niveles de desempeño mejores que los de control, siendo mejor 5^o2, el cual está por encima de 5^o4 en casi 4 puntos (29 estudiantes para el primero y 23 para el segundo) y el grupo 5^o1 que es el de menor desempeño es superado por 5^o4 por 29 puntos. En los grupos de control se tuvieron los siguientes datos: 5^o1 y 5^o3 ubicaron 23 y 25 estudiantes respectivamente que lo aprobaron.

Porcentaje de estudiantes que aprueban taller de medición de perímetro

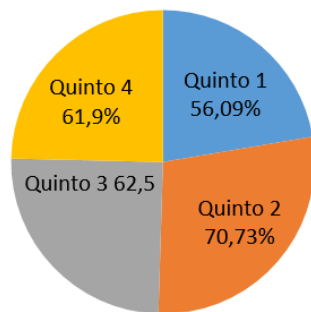
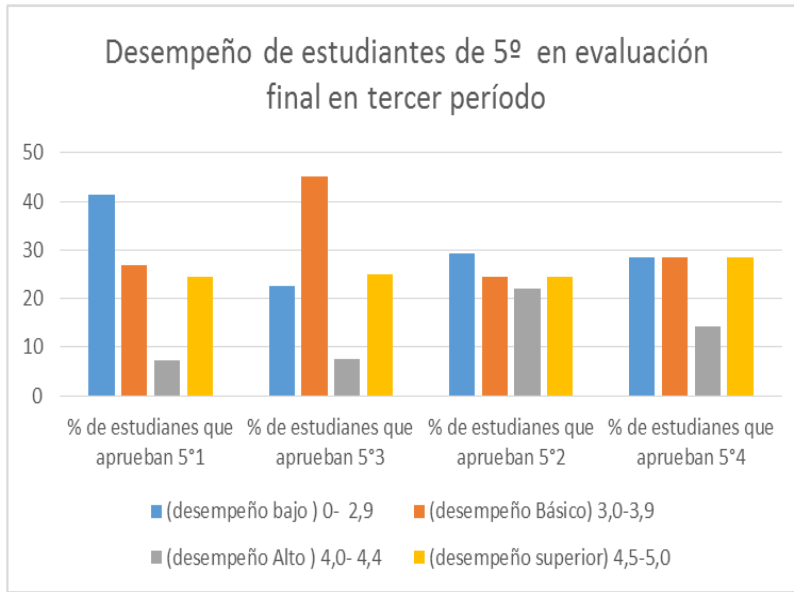


Figura 37. Gráfico circular con porcentaje de estudiantes que aprueban medición de perímetros.

Este taller se explicó con lápiz y papel en la totalidad de los cursos. Al igual que en el anterior análisis 5^o2 tuvo un mejor desempeño con un 70,73% de aprobación que equivale a 31 estudiante de 41, seguido de 5^o3 con porcentaje de 62,5% (17 estudiantes de 42), 5^o4 está por encima de 5^o1 en el cual aprobaron 23 estudiantes de 41.

Porcentaje de estudiantes que aprueban taller evaluativo de medición de perímetro de polígonos			
Grupo	Porcentaje	Cantidad	Total Estudiantes
Quinto 1	56,09	23	41
Quinto 2	70,73	29	41
Quinto 3	62,50	25	40
Quinto 4	61,90	26	42

Figura 38. Tabla con porcentajes de estudiantes que aprueban taller medición de perímetro.



En cuanto a la evaluación final que se realiza una vez concluido cada periodo y que es igual para todos los alumnos, los grupos intervenidos tuvieron un desempeño inferior al alcanzado por 5°3, en el cual el 72,5% de los estudiantes que equivalen a 31 niños lo aprobaron (de 40), en 5°2 el 77,80% (32 estudiantes de 41); 5°4 71,42% del total (30 estudiantes de 42) y para 5°1 el 58,53% lo que equivale a 24 estudiantes de 41.

Figura 39. Gráfico de barras con desempeño de estudiantes en evaluación final del tercer período

Lo anterior clasificado por nivel de desempeño de los estudiantes se puede observar en la siguiente tabla:

	5º 1	5º 3	Total	5º 2	5º 4	Total
(Desempeño bajo) 0 - 2,5	17	9	26	12	12	24
(Desempeño Básico) 3 - 3,9	11	18	29	10	12	22
(Desempeño Alto) 4,0 -4,4	3	3	6	9	6	15
(Desempeño superior) 4,5 -5,0	10	10	20	10	12	22
	41	40	81	41	42	83

Figura 40. Tabla con niveles de desempeño en evaluación de tercer periodo.

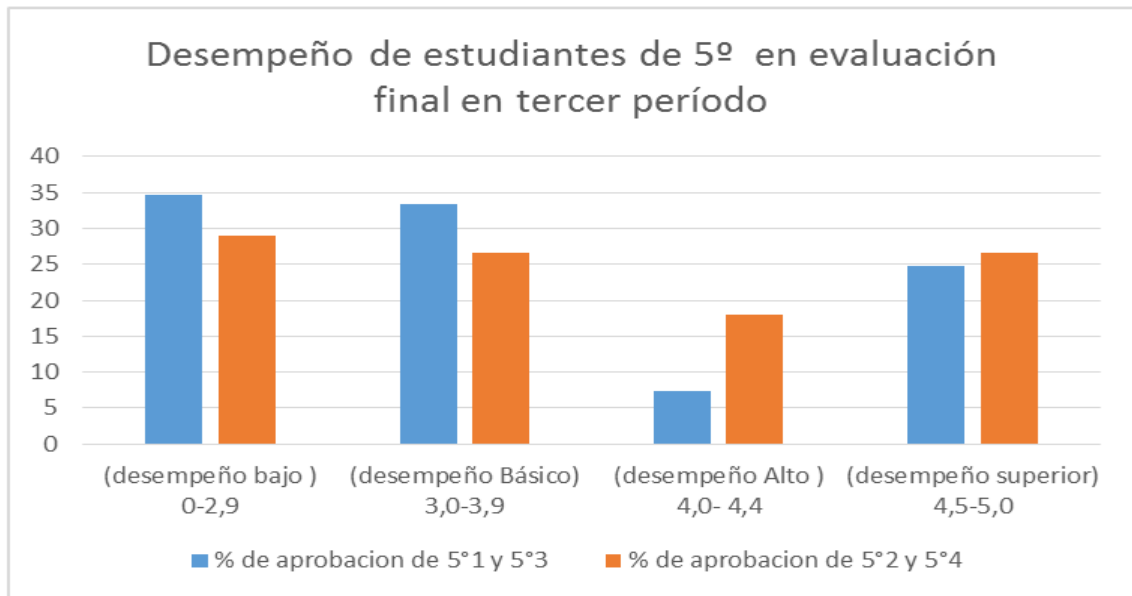


Figura 41. Gráfico de barras con los desempeños de estudiantes en la evaluación final en el tercer periodo

El Gráfico ilustra el comportamiento de los grupos de control en los que se ubican 81 estudiantes y el de los intervenidos en los que hay 83 estudiantes, se puede observar que en los desempeños bajos y básicos se ubican un alto porcentaje de los alumnos de los grupos de control e intervenidos, pero que estos últimos tienen menos que los primeros, con lo que se aumenta la cantidad de niños en los niveles de desempeño alto y superior.

El 32,09% de los grupos de control, que equivale a 26 alumnos, están ubicados en el desempeño bajo (17 estudiantes de 5º1 y 9 estudiantes de 5º3) y el 35,80% que es igual a 29 estudiantes (11 estudiante de 5º1 y 18 de 5º3) están en el desempeño básico.

En cuanto a los grupos intervenidos se puede concluir que 24 estudiantes (12 estudiantes tanto en 5º2 como en 5º4) que representan el 28,91% están ubicados en el nivel de desempeño bajo y 22 (10 de 5º2 y 12 de 5º4) que equivalen al 26,5% se registran en el desempeño básico.

Para los desempeños altos y superior la información demuestra lo contrario, ya que el razonamiento se da a la inversa. En los grupos intervenidos se ubican el 18,07% (15 estudiantes de 83) en alto y el 26,5% (22 estudiantes) en superior, mientras que para los de control se tiene que el 7,04% (6 estudiantes de 81) se halla en alto y el 24,69% está en superior (20 estudiantes).

Estos análisis permiten concluir que los estudiantes de control desarrollan con mayor eficiencia las competencias que se pretenden fortalecer en el área de geometría para el grado quinto y que involucran el desarrollo de competencias artísticas para representar elementos geométricos con competencia y creatividad; identificar, analizar, describir y construir figuras bidimensionales presentes en los medios social y natural, y utilizar las propiedades geométricas asociadas a las mismas en las situaciones requeridas; visualizar

figuras geométricas, reconociendo sus características; utilizar instrumentos, técnicas y fórmulas, individual y grupalmente, para medir longitudes, ángulos y perímetros y valorar e integrarse en el trabajo en grupo como base de aprendizaje matemático que fortalece la formación de la autoestima y valores sociales.

Para finalizar los estudiantes por grado que aprobaron la asignatura de geometría en el tercer periodo están sistematizados de la siguiente manera:

Porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura Geometría en el tercer periodo			
Grupo	Porcentaje	Cantidad de estudiantes	Total de Estudiantes
Quinto 1	46,34	19	41
Quinto 2	82,92	34	41
Quinto 3	67,5	27	40
Quinto 4	69,04	29	42

Figura 42. Tabla con porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura Geometría en el tercer periodo

Si se hace un análisis teniendo en cuenta el desempeño, se puede concluir que los grupos intervenidos tienen una mayor cantidad de estudiantes en los niveles básico, alto y superior y menos alumnos en el nivel bajo.

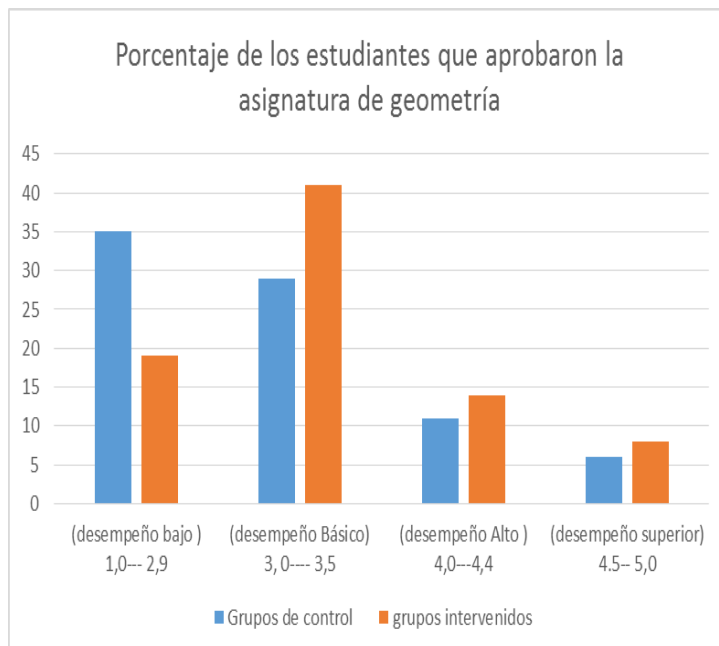


Figura 43. Diagrama de barras con porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura Geometría en el tercer periodo

Los datos presentados permiten afirmar que 5^o2 y 5^o4 están por encima de los grupos de control y los desempeños son mejores para estos grupos, ya que en los grupos de control aprobaron el 46,34% en 5^o1 que representan 19 estudiantes de 41 y en 5^o3 el 67,5% (27 alumnos de 40), frente a un 82,92 % (34 estudiantes de 41) en 5^o2 y el 69,04% (29 estudiantes de 42) en 5^o4. De igual manera, se puede observar que se ubican más estudiantes en los rangos altos y superior en estos cursos que en los de control, ya que se tienen 37 alumnos (44,57%) y 26 estudiantes (32,09) respectivamente.

Con los anteriores análisis es posible concluir que los estudiantes han desarrollado competencias técnicas para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de polígonos, identificación de sus características y aplicación de transformaciones y que se han potenciado las temáticas estudiadas profundizándolas a través de la visualización de estos elementos por medio de la aplicación del programa dinámico.



Figura 44. Imagen de estudiantes de 5^o4 profundizando en la conceptualización y construcción de triángulos equiláteros con GeoGebra

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS ENCUESTAS

Al finalizar la intervención realizada a los grupos: quinto dos (5°2) y quinto cuatro (5°4), en el tercer periodo se les realizó una encuesta de satisfacción compuesta por 10 preguntas:

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN (USO DE GEOGERA A ESTUDIANTES DE QUINTO)					
Pregunta	Respuesta	5° 2 (21)	%	5° 4 (23)	%
1	Si	16	76,19	15	65,21
	Algunas veces	4	19,04	6	26,08
	No	1	4,76	2	8,69
2	Si	13	61,90	9	39,13
	Algunas veces	8	38,09	10	43,47
	No	0	0	4	17,39
3	Si	18	85,71	20	86,95
	Algunas veces	3	14,283	3	13,04
	No	0	0	0	0
4	Si	15	71,42	17	73,91
	Algunas veces	3	14,28	4	17,39
	No	3	14,28	2	8,69
5	Si	20	95,23	16	69,56
	Algunas veces	1	4,76	7	30,43
	No	0	0	0	0
6	Si	7	33,33	7	30,43
	Algunas veces	8	38,09	11	47,82
	No	6	28,57	5	21,73
7	Si	18	85,71	16	69,56
	Algunas veces	1	4,76	5	21,73
	No	2	9,52	2	8,69
8	Si	3	14,28	8	34,78
	Algunas veces	4	19,04	9	39,13
	No	14	66,66	6	26,08

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN (USO DE GEOGERA A ESTUDIANTES DE QUINTO)					
Pregunta	Respuesta	5° 2 (21)	%	5° 4 (23)	%
9	Si	18	85,71	16	69,56
	Algunas veces	1	4,76	3	13,04
	No	2	9,52	2	8,69
10	Si	2	9,52	4	17,39
	Algunas veces	5	23,80	7	30,43
	No	12	57,14	12	52,17
11	Si	10	47,61	11	47,82
	Algunas veces	6	28,57	6	26,08
	No	5	23,80	6	26,08
12	Si	8	38,09	13	56,52
	Algunas veces	7	33,33	7	30,43
	No	6	28,57	3	13,04
13	Si	19	90,47	20	86,95
	Algunas veces	2	9,52	2	8,69
	No	0	0	1	4,34
14	Si	20	95,23	18	78,26
	Algunas veces	1	4,76	5	21,73
	No	0	0	0	0
15	Si	20	95,23	17	73,91
	Algunas veces	1	4,76	3	13,04
	No	0	0	3	13,04
16	Si	21	100	20	86,95
	Algunas veces	0	0	3	13,04
	No	0	0	0	0

Figura 45. Encuesta de satisfacción del uso del programa GeoGebra a estudiantes de 5°2 y 5°4

Nomenclatura: C.E es equivalente a cantidad de estudiantes.

En 5°2 se entrevistaron 21 estudiante de 41 un total de y en 5°4 23 de 42 alumnos y cada uno de ellos contestó la totalidad de la encuesta.

Después de observar el análisis que se ha hecho de la encuesta se puede concluir que:

Para la pregunta:

¿Has desarrollado con facilidad las guías de trabajo?

En ambos grupos dan una respuesta afirmativa con un porcentaje similar, siendo este para el grupo 5° 2 de 76,19% (16 estudiantes), 5° 4 de 65, 21%(15 estudiantes). El 19,04% (4 estudiantes), y el 26,08%(6 estudiantes), manifiesta que algunas veces les ha permitido desarrollarlo con facilidad, adicionalmente el 4,76% (1 estudiante), y el 8,69 % (2 estudiantes), expresa que con ellas no se ha facilitado el trabajo propuesto.

Para la pregunta:

¿Necesitas tener las guías de trabajo para llegar a un resultado? En el grupo 5^o 2 ningún estudiante manifiesta que no las necesita, caso contrario de 5^o 4, en el cual el 17,39% (4 estudiantes) expresa que no las requiere. Más de la mitad de los estudiantes en el primer grupo 61,9% (13 estudiantes) concuerdan en que las necesitan, y en el segundo grupo baja este porcentaje, ya que el 39,13% (9 estudiantes) afirma que sí. Para la respuesta de algunas veces se tienen un 38,09% (8 estudiantes) y un 43,47% (10 estudiantes). Lo anterior permite afirmar que el uso de estos elementos es positivo en ambos grupos.

Para la pregunta:

¿Puedes construir triángulos equiláteros e isósceles en GeoGebra?

En los grupos intervenidos ningún estudiante expresa su incapacidad para construir estos elementos. De igual manera el 85,71% (18 estudiantes) y el 86,95% (20 estudiantes) de los grupos respectivamente manifiestan que si son capaces de construirlo. Para la respuesta de algunas veces se puede concluir que los estudiantes intervenidos tanto en 5^o2 como en 5^o4 coinciden con un 14,28% (3 estudiantes) y 13,04% (3 estudiantes).

Para la pregunta:

¿Puedes construir triángulos equiláteros e isósceles a lápiz y papel?

En el grupo 5^o2 el 71,42% (15 estudiantes) manifiesta que si puede hacerlo, el 14,28% (2 estudiantes) que algunas veces y el 14,28% (3 estudiantes) que no. Para el caso de 5^o4 se tiene que el 73,91% (17 estudiantes) expresa que tienen la competencia, el 17,39% (4 estudiantes) que algunas veces y el 8,69% (2 estudiantes) que no.

Para la pregunta:

¿Puedes hacer procedimientos en GeoGebra sin necesidad de mirar la guía de trabajo?

En el grupo 5^o2 se obtuvo que un 33,33% (7 estudiantes) de los estudiantes no la requiere, el 38,09% (8 estudiantes) algunas veces y 28,57% (6 estudiantes) si la necesita. Para el caso de 5^o4 se tiene que el 30,43% (7 estudiantes) de los estudiantes no la requiere, el 47,82% (11 estudiantes) algunas veces y 21,73% (5 estudiantes) si la necesita.

Para la pregunta:

¿Comprendes mejor el tema usando el programa GeoGebra?

El tema usando el programa dinámico es comprendido por el 85,71% (18 estudiantes) de los estudiantes de 5º2, frente a un 4,76% (1 estudiante) que expresa que algunas veces y un 9,52% (2 estudiantes) que manifiesta que no se comprende mejor. Para el caso del grupo 5º4 se tiene que un 69,56%(16 estudiantes) de los estudiantes expresa que lo comprende mejor, 21,73% (5 estudiantes) que algunas veces y el 8,69% (2 estudiantes) que no se comprende mejor.

Para la pregunta:

Comprendes mejor el tema usando lápiz y papel. El tema orientado de la forma tradicional es comprendido por el 14,13% (3 estudiantes) de los estudiantes de 5º2, frente a un 19% (4 estudiantes) que expresa que algunas veces y un 66,7% (14 estudiantes) que manifiesta que no se comprende mejor. Para el caso del grupo 5º4 se tiene que 34,8% (8 estudiantes) de los estudiantes expresa que lo comprende mejor, 39,1% (9 estudiantes) que algunas veces y el 26% (6 estudiantes) que no se comprende mejor.

Para la pregunta

¿Prefieres las clases de geometría con el programa GeoGebra?

Se concluye que en ambos grupos hay un mayor porcentaje de aceptación aunque es mayor en el grado 5º2 con un 85,71% (18 estudiantes) frente a un 69,56%(16 estudiantes) del grado 5º4, en cuanto a si lo prefieren algunas veces el porcentaje de respuestas es de 4,76% (1 estudiante) y 13,04% (3 estudiantes) respectivamente. En cuanto a si no lo prefiere se tienen porcentajes muy parejos de 9,52% (2 estudiantes) y 8,69%(2 estudiantes) de los grados 5º2 y 5º4 respectivamente.

Para la pregunta:

¿Prefieres las clases de geometría en lápiz y papel?

Si se les interroga por su preferencia por las clases orientadas a través del lápiz y papel 5º2 manifiesta que el 9,52% (2 estudiantes) les gusta más, el 23,80% (5 estudiantes) algunas veces y 57,14% (12 estudiantes) no las prefiere. Para el grupo 5º4 se tiene que el 17,39% (4 estudiantes) si las prefiere, el 30,43% (7 estudiantes) algunas veces y el 52,17% (12 estudiantes) piensan que no les es tan llamativo.

Para la pregunta:

¿En el programa GeoGebra, has descubierto y explorado otras aplicaciones diferentes a las indicadas por el profesor?

En ambos grupos los porcentajes coinciden: el 47,61% (10 estudiantes) de los estudiantes afirman que si han explorado nuevas aplicaciones, el 28,57% (6 estudiantes) de alumnos de 5º2 y el 26%(6 estudiantes) de 5º4 expresan que algunas veces y para el no un 23 % (5 estudiantes) en el primer grupo y un 26% (6 estudiantes) en el segundo grupo.

Para la pregunta:

¿Visualizas las propiedades de los polígonos en lápiz y papel con facilidad?

Para el grupo 5º2 el 38,09%(8 estudiantes) afirma que tiene facilidad para visualizar las propiedades estudiadas, un 33% (7 estudiantes) algunas veces y no el 28,57% (6 estudiantes). En el grupo 5º4 se obtuvo 56,52% (13 estudiantes) para el sí, 30,43% (7 estudiantes) para algunas veces y no 13,04% (3 estudiantes) de los estudiantes.

Para la pregunta:

¿Visualizas las propiedades de los polígonos en GeoGebra con facilidad?

En el grupo 5º2 los estudiantes ningún estudiante expresa que no visualizan las propiedades, el 90,47% (19 estudiantes) manifiestan que si logran una mayor visualización de las propiedades y algunas veces el 9,52% (2 estudiantes). El grupo 5º4 expresa que tienen mayor facilidad de visualización un 86,95% (20 estudiantes), algunas veces el 8,69% (2 estudiantes) y no el 4,34% (1 estudiante).

Para la pregunta:

¿El trabajo en grupo usando el programa GeoGebra ha sido productivo?

Para el grupo 5º2 la respuesta afirmativa a este interrogante es del 95,23% (20 estudiantes), algunas veces el 4,76% (1 estudiante) mientras que en el grupo 5º4 las respuestas fueron de 78,26% (18 estudiantes) y 21,73% (5 estudiantes) respectivamente. En ambos grupos no se presentó una respuesta negativa.

Para la pregunta:

¿En el próximo año te gustaría continuar estudiando con ayuda del programa GeoGebra?

El 100% de los 21 estudiante encuestados de 5º2 manifiestan que están interesados en continuar su proceso con el programa GeoGebra, en el grupo 5º4 el 86,95% (20) de los estudiantes encuestados expresan que sí y el 13,04% (3 estudiantes) que algunas veces.

OBSERVACIONES

Al final de la encuesta los niños tienen un espacio en el cual pueden escribir aspectos positivos y a mejor del programa, obteniéndose que en términos generales que:

Aspectos positivos

- Es bueno y fácil de aprender.
- Le encanta el programa porque aprenden más.
- Cuando se hacen las construcciones estas quedan igual, y es más fácil medir los ángulos y los lados.
- Se producen más resultados.
- No hay que trabajar tanto para hacer ángulos.
- Les gusta trabajar con él.
- Es divertido y agradable.
- Se aprende a trabajar en grupo.
- Uno se divierte haciendo triángulos.
- Facilita el aprendizaje.
- No es tan confuso y hace mejor las clases.
- Si me ha gustado porque me ha ayudado a desarrollar mucho y puedo formar otras figuras.
- Sirve para muchas cosas y todo me parece bueno.
- Me encanta el programa porque puedo aprender más.

Aspectos a mejorar

- Que tiene menos opciones.
- A veces se puede borrar todo el procedimiento.
- En ocasiones se dificulta borrar algo o hacer construcciones.
- Es difícil de manejar.

Con los anteriores análisis se puede concluir que:

Los estudiantes consideran que las guías de trabajo les ayudan a desarrollar los procedimientos para acceder a un resultado, aunque ya hay varios alumnos que han internalizado muchas de las operaciones a desarrollar y manifiestan que no las necesitan, pero en su mayoría las observan y se orientan con las secuencias que allí se exponen.

En lo que tiene que ver con las construcciones de polígonos se observa una diferencia en las competencias desarrolladas con GeoGebra y las adquiridas a lápiz y papel, en los grupos intervenidos casi el 86 % (20 estudiantes) manifiesta que pueden hacerlo, frente a un 73% (17 estudiantes) que lo hacen a lápiz y papel, lo que indica que hay una mejor comprensión de las temáticas mediadas con el programa dinámico. De igual manera

ningún estudiante de los intervenidos manifiesta que no puede hacer las construcciones en GeoGebra, en cambio con lápiz y papel este porcentaje aumenta, aproximadamente en un 10%.

Los estudiantes afirman que comprender mejor las temáticas cuando usan el programa dinámico que cuando utilizan la metodología de lápiz y papel. Aunque hay casi un 10% de los alumnos que manifiestan que no lo comprenden utilizando la mediación de las tecnologías (2 alumnos). Los porcentajes coinciden cuando se les pregunta si prefieren las clases orientadas bajo esta estrategia, lo que permite inferir que los mismos estudiantes que comprenden la temática prefieren el uso de GeoGebra en comparación con la enseñanza tradicional.

La mayoría de estudiantes coinciden en que la visualización de las propiedades se logra con facilidad con ayuda de la mediación de la tecnología en comparación al trabajo tradicional.

El grado de aceptación por parte de los estudiantes es satisfactorio, lo que se refleja en su deseo que se dé continuidad a las clases orientadas bajo esta metodología.

De las observaciones que se compilaron se puede inferir que los estudiantes sienten motivación al momento de usar el programa dinámico y que en su mayoría piensan que es de fácil manejo, mientras se aprende se comparte con los demás compañeros y se aprende.

5.3.5. SOCIALIZACION DE LA EXPERIENCIA CON LOS DOCENTES DEL MUNICIPIO

PRIMERA ETAPA

Para validar la experiencia con los docentes, primero se hizo una capacitación en la cual participaron dos escuelas rurales del municipio: el centro educativo Concordia y el centro educativo Guamito, con un total de 5 docentes. La capacitación se realizó el día 26 de septiembre en la sede de la vereda Guamito.

Se dio inicio a la 1:30 y concluyó a las 2:30. En esta jornada se realizaron las siguientes actividades:

- Explicación general del uso del programa.
- Trabajo practico, desarrollo de la guía número 1.
- Socialización de la experiencia.

Observaciones del trabajo:

El grupo de docentes intervenidos se componía de 4 profesoras y un profesor, de los cuales se infirió que de ellas 3 docentes no estaban tan familiarizadas en el uso de la tecnología en la cotidianidad, estas docentes tienen en promedio 50 años.

En un primer momento de la capacitación, a partir de la ayuda del Video Beam se les socializó a los docentes la interfaz básica del programa y los elementos que se habían venido trabajando con los estudiantes de grado quinto, los cuales fueron:

Logo distintivo del programa.



Figura 46. Imagen del logo de GeoGebra.

Elementos que aparecen en la barra de herramientas usadas para desarrollar la temática adelantada en el grado quinto.

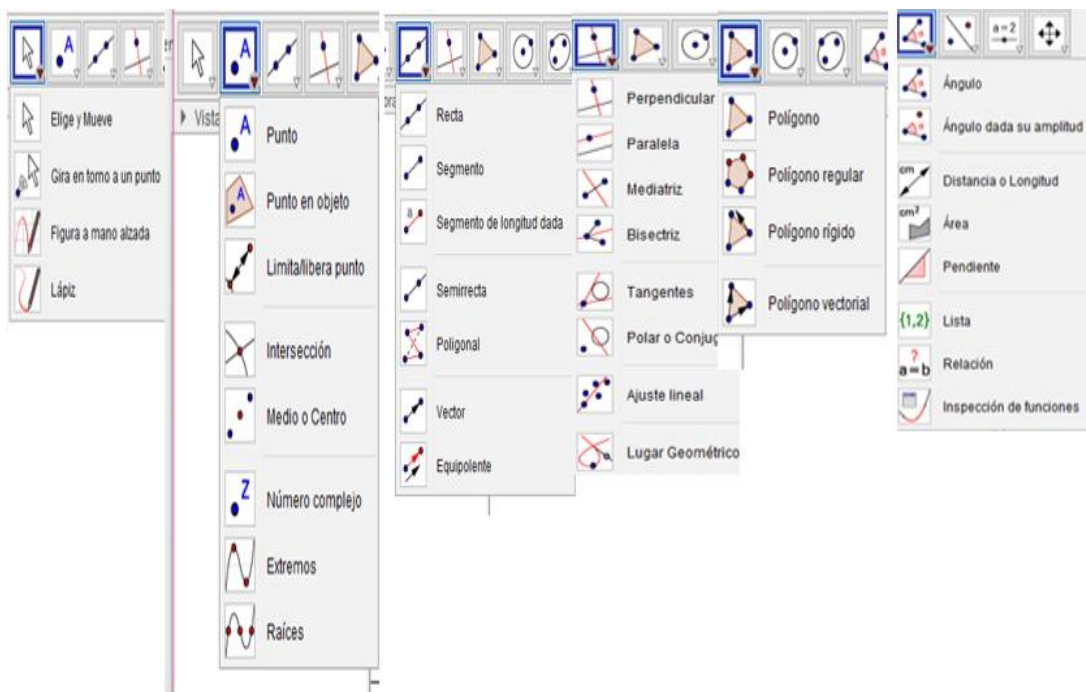


Figura 47. Imagen de aplicaciones de la barra de tareas del programa dinámico GeoGebra

Entre las que se destacan: elige y mueve, punto, intersección, medio o centro, recta, segmento, semirrecta, perpendicular, paralela, polígono, polígono regular, ángulo, medida.

De igual manera se les explicó la manera en la que se habilita la vista gráfica, espacio en el cual se desarrollan las actividades propuestas.

Al principio algunas docentes se muestran tímidas, y les cuesta desempeñarse con seguridad con el uso de los elementos de GeoGebra, situación que 20 minutos después cambia ya que su actitud es más abierta a las explicaciones, aunque inicialmente son dependientes a los dos compañeros que tienen mayor manejo de los elementos tecnológicos. Con ayuda de la guía de trabajo número 1 (Anexo 12) los docentes visualizaron la diferencia entre recta, segmento de recta y semirrecta y pudieron hallar el perímetro de triángulos escalenos, se motivaron con el uso de estas herramientas tecnológicas, concluyeron que tienen un potencial en sus escuela y que por desconocimiento no han implementado, pero que permite agilizar la enseñanza de esta asignatura y aprovechar la competencia digital de los estudiantes, quienes demuestran mayores competencias a la hora de usar los computadores, además manifestaron que se puede aprovechar la hora de tecnología para fortalecer las capacidades tecnológicas y a la vez desarrollar la clase de geometría.

Al terminar la jornada de trabajo se les aplicó la siguiente encuesta:

1. **¿Considera que el uso de GeoGebra puede motivar el trabajo con los estudiantes de su escuela?**
2. **¿Las aplicaciones que has usado del programa GeoGebra han sido de fácil comprensión y manejo?**
3. **¿Los temas que se desarrollaron con el programa dinámico GeoGebra los has entendido?**
4. **¿Las clases de geometría con el programa GeoGebra facilitan la visualización de las propiedades de los polígonos?**
5. **¿Estarías interesado en implementar en tus clases de geometría el programa GeoGebra?**
6. **¿Comprendes mejor el tema usando el programa GeoGebra?**
7. **¿Comprendes mejor el tema usando lápiz y papel?**
8. **¿El trabajo en grupo usando el programa GeoGebra ha sido productivo?**
9. **¿Recomiendas el programa GeoGebra a otro compañero para ampliar los temas de geometría?**

A los anteriores interrogantes los docentes respondieron afirmativamente a excepción de la pregunta 7, en la cual se les cuestiona acerca de si los temas de geometría los comprende mejor usando lápiz y papel. Esta encuesta también demuestra que los docentes acogen con motivación e interés la propuesta de orientar las clases de la asignatura de geometría mediada por el programa dinámico GeoGebra.

ANALISIS DE VIDEO DE DOCENTE

https://youtu.be/kpeCj_WWVjw

En el video se puede deducir que la docente Sandra Echavarría está en capacidad de usar la vista gráfica para que en el output del programa se genere un plano cartesiano con su correspondiente cuadrícula, además tiene la capacidad de ayudarle a su compañera Carmelina y simultáneamente ir desarrollando el trabajo propuesto. Con ayuda de la opción punto los ubica en el plano cartesiano y con la opción segmento construye un triángulo escaleno y habilitando el comando de ángulo mide los ángulos internos de un triángulo e identifica el orden correcto en la que se deben señalar los lados del vértice correspondiente para que el programe genere la medida del ángulo interno y no del ángulo externo, además identifica los elementos que indican cuando una opción está habilitada (color azul que se resalta en la barra de herramientas).

De igual manera al sumar las medidas de los tres ángulos internos verifica que es igual a 180° .

Siguiendo el razonamiento de la guía puede replicar el mismo procedimiento.

SEGUNDA ETAPA

El día martes 11 de octubre desde las 11:00 am hasta la 1:00 pm se dictó capacitación a los docentes rurales del municipio que pertenecen a la Institución Educativa Rural Guamito, la cual está compuesto por 13 sedes, de las 24 con las que cuenta el municipio de El peñol.

La capacitación se dictó en la vereda Guamito, y se contó con la presencia de 24 docentes, 6 hombres y 18 mujeres. A este grupo, al igual que al primero que se le orientó la capacitación, presenta profesores más competentes que otros en el manejo de los ordenadores, es de resaltar que el docente Guillermo Tascon ya había estado familiarizado con el programa dinámico Cabri, por lo que su respuesta fue satisfactoria y desarrollo con facilidad las actividades propuestas.

De igual manera a como se orientó la actividad en la primera etapa se hizo en el segundo encuentro, a través de un acercamiento a los principales elementos del programa dinámico, a partir de la identificación de las fortalezas de los docentes en el manejo de competencias básicas digitales, para lo cual se les pidió el favor a los profesores que se sentían con mayor fortaleza les ayudaran a sus pares en el desarrollo de los ejercicios propuestos.

Esta distribución se efectuó de manera espontánea según la afinidad y a lo largo de la capacitación se observó que dio muy buen resultado ya que se aprovechó el aprendizaje colaborativo.

Es de resaltar que las docentes más adultas demostraron al inicio apatía en el manejo de los computadores y no estaban interesadas en tener un computador para desarrollar las actividades, pero a medida que se explicaba, se motivaron sobre el uso del programa, y empezaron a desarrollarlas de una forma un poco más lenta que el resto del grupo y con acompañamiento, aunque gradualmente con mayor independencia y agrado.

Lo que permite concluir que la actividad capta la atención de los docentes y que ellos pueden acceder a un resultado de forma autónoma o semiautónoma, siempre y cuando tengan las guías de aprendizaje, o como en el caso del Docente Adrián, ya hayan tenido acceso a programas similares.

En general los profesores al final de la capacitación manifestaron que el programa es llamativo y que motiva a los aprendices para que puedan desarrollar, conceptualizar y proponer estrategias de solución.

En esta capacitación se aplicaron dos guías (anexo 12 y 14) en las que se debía verificar la propiedad de suma de las medidas de los ángulos interiores de un triángulo y el cálculo del perímetro. Para ello se requiere que los docentes puedan manejar los siguientes comandos: elige y mueve, punto, segmento, perpendicular, paralela, polígono, ángulo, distancia o longitud, conceptos que en más o menos 30 minutos los docentes capacitados tienen la capacidad de identificar.

Al final de la intervención también se aplicó la encuesta con las mismas preguntas que en la primera etapa obteniéndose los siguientes resultados:

Para la pregunta:

¿Considera que el uso de GeoGebra puede motivar el trabajo con los estudiantes de su escuela?

Se obtuvo que el 100% (20 docentes) está de acuerdo en que este software permite motivar el trabajo con los estudiantes.

Para la pregunta:

¿Las aplicaciones que has usado del programa GeoGebra han sido de fácil comprensión y manejo?

El 95% (19 docentes) manifiesta que las aplicaciones son de fácil comprensión y un 5% (1 docente) expresa que no.

Para la pregunta:

¿Los temas que se desarrollaron con el programa dinámico GeoGebra los has entendido?

El 100% (20 docentes) afirman que los temas lo has entendido.

Para la pregunta:

¿Las clases de geometría con el programa GeoGebra facilitan la visualización de las propiedades de los polígonos?

El 100% (20 docentes) responden que el uso del programa GeoGebra permite una mayor visualización de los elementos que se estudian.

Para la pregunta:

¿Estarías interesado en implementar en tus clases de geometría el programa GeoGebra?

De igual manera el 100% (20 docentes) manifiestan que están interesados en implementar en sus clases el programa dinámico.

Para la pregunta:

¿Comprendes mejor el tema usando el programa GeoGebra?

El 90% (18 docentes) responden que el tema se comprende más fácilmente usando el programa y el 10% (2 docentes) afirma que algunas veces.

Para la pregunta:

¿Comprendes mejor el tema usando lápiz y papel?

El 70% (14 docentes) afirma que no es de tan fácil comprensión y el 30%(6 docentes) restante que algunas veces.

Para la pregunta:

¿El trabajo en grupo usando el programa GeoGebra ha sido productivo?

La totalidad de los docentes manifiesta que si ha sido productivo el trabajo desarrollado con el programa dinámico.

Para la pregunta:

¿Recomiendas el programa GeoGebra a otro compañero para ampliar los temas de geometría? de igual manera los docentes en su totalidad recomendarían el uso del programa a otros compañeros.

Para la pregunta:

¿Consideras que el programa dinámico GeoGebra contribuye al modelo pedagógico desarrollado en la institución?

Todos los docentes manifiestan que el uso de programas dinámicos contribuye al modelo que se desarrolla en la institución.

5.3.6. OBSERVACIONES

Los docentes concluyen que el trabajo realizado con el programa dinámico es:

Motivante, de fácil manejo, practico, diferente, innovador, útil en las clases que se puedan adelantar en la asignatura de geometría, didáctico, permite la construcción de los conceptos geométricos a partir de la propia experiencia tanto para el estudiante como para el docente. Adicionalmente resaltan su interactividad, propicia la interdisciplinariedad, genera interés en los estudiantes, se puede instalar en los computadores, por lo tanto no se restringe al uso del internet, y se pueden aprovechar los computadores que hay en las escuelas para orientar las clases.

Requiere que los docentes se capaciten y adquieran competencias para implementarlo con los estudiantes.

5.3.7. CONCLUSIONES DE LA INTERVENCIÓN EN EL PERÍODO TRES

Las actividades desarrolladas permitieron para el periodo tres potenciar los conceptos de polígono profundizándolos a través de la visualización de perímetros; áreas; clasificación de triángulos (equilátero, isósceles y escaleno) y simetría; por medio de la aplicación del programa dinámico GeoGebra en los estudiantes de grado quinto.

Se desarrolló la asignatura de geometría mediante una metodología basada en el uso de TIC, en la que se diseñó y experimentó bloques de actividades basadas en la aplicación de programa de geometría dinámica GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del concepto de polígono con las que se permita profundizar este elemento, a través de 5 guías de trabajo (ver anexos 12, 14, 17, 18, 19 y 20).

El procesos de génesis instrumental que se desarrolló permitió que los estudiantes desarrollaran competencia para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de polígonos, identificación de sus características y aplicación de transformaciones (simetría)

Los análisis cuantitativos en los que se consolidan los resultados de las intervenciones se llevaron a cabo gracias a la comparación de los resultados del seguimiento de los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participan en el curso experimental de la asignatura de geometría, y que utilizan el programa GeoGebra y los grupos de control.

La integración de tecnologías informáticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Geometría implica que se dé una transformación de los artefactos utilizados hacia instrumentos que medien la actividad matemática y la fortalezcan en busca de la construcción del conocimiento. El proceso para que se de esta transición se denomina génesis instrumental e implica la ejecución de tareas con las que los estudiantes estén en capacidad de generalizar rutinas e interiorizarlas para apropiarse de los elementos y usarlos de manera eficiente.

Para ello el docente debe estar en capacidad de reconocer que estos instrumentos son complejos e influyen en la manera cómo los estudiantes aprenden, por lo tanto debe anticipar en cierta medida las acciones de los estudiantes para que se pueda hacer una orientación pertinente (orquestración instrumental)

En esta génesis instrumental simultáneamente se va desarrollando un doble proceso:

Instrumentalización: va dirigida al artefacto, para este periodo se puede hablar de las funciones que se han aplicado como son punto, segmento, punto medio, entre otros y cómo se habilitan en el programa a través de los iconos pertinentes para obtener un resultado.

Instrumentación: va dirigida al sujeto y tiene que ver con los esquemas mentales que se van estructurando y definen la manera como los estudiantes interiorizan el programa, para este periodo se puede hablar que el estudiante tiene varias opciones para borrar, por ejemplo: puede utilizar deshacer, control z o click derecho y la opción borrar, cada estudiante según su afinidad escogen el procedimiento que ha asimilado o indistintamente alguno de ellos, de igual manera pueden construir triángulos equiláteros a partir de construcciones auxiliares como son círculos con radio igual a la medida del lado pedido, o con la opción polígono regular, por solo citar dos ejemplos.

Aunque la naturalización de las funciones es una construcción individual, el aprendizaje en zonas próximas potencia la asimilación de los procedimientos, el afianzamiento de los conceptos, el trabajo en grupo y la interiorización de procesos para acceder a un resultado. De igual manera permiten que los estudiantes que tienen dificultades de aprendizaje ganen en autoestima y puedan gradualmente acceder al mismo resultado.

El análisis del desarrollo de la propuesta permite enfocar los resultados en los siguientes elementos:

Motivación:

A medida que se avanza en el desarrollo de la propuesta los estudiantes mejoran en el desarrollo de competencias y a su vez afianzan los conceptos y procedimientos. Por lo tanto confían más en sus competencias para desarrollar las actividades propuestas, mejoran su autoestima, trabajan eficientemente en grupo y reconocen que el trabajo mediado por el programa dinámico GeoGebra es innovador y prefieren trabajar en la sala de sistema que hacerlo a la manera tradicional. Lo que se refleja en el nivel de aceptación que tiene el trabajo que se adelanta con GeoGebra.

La niña Manuela Fernández en entrevista manifiesta que el programa le permite “despejar la mente de tanto copiar”, lo que puede entenderse como que el trabajo con el programa es práctico y se pueden desarrollar otras actividades que en la forma tradicional no se exploran.

Es también de resaltar que los estudiantes que tienen mayor competencia en el trabajo con el programa les ayudan a los demás con agrado y que se siente útiles en las clases, lo que posibilita que en cierta medida se disminuya la indisciplina que en el momento que finalicen su trabajo puedan llegar a generar.

Adicionalmente en dialogo con las estudiantes que tienen dificultades de aprendizaje (Entrevista a estudiantes de quinto -ver anexo 22) se percibe que han adquirido el mismo vocabulario que los demás estudiantes, y que están en capacidad de desarrollar los mismos procedimientos, con un poco más de tiempo, pero generalmente en el programado para que adelanten la actividad, situación que influye considerablemente en su autoestima y en la autoafirmación de sus capacidades, ya que estos perciben que pueden desenvolverse con soltura en la ejecución de las rutinas y que las construcciones son iguales a las de sus otros compañeros.

Aplicación:

Para este periodo se aplicaron cuatro guías de trabajo en las que se desarrollaron los conceptos de perímetro, clasificación de triángulos, y reflexión, las cuales se realizaban con ayuda del programa GeoGebra. Los temas fueron explicados primero de la forma tradicional de manera general y luego en la sala se realizó el trabajo práctico, el cual puede ser visualizado en los siguientes videos:

- ENTREVISTA GRUPO 5º2 <https://youtu.be/VMWjR5Upa4o>
- CONSTRUCCIÓN DE TRIÁNGULOS ESCALENOS:<https://youtu.be/7shhuqb-da4>
- CONSTRUCCIÓN DE POLÍGONOS Y MEDIDA DE ÁNGULOS:
<https://youtu.be/NTt4ispQAcg>
- CONSTRUCCIÓN DE TRIÁNGULO EQUILÁTERO EN EL PROGRAMA GeoGebra
https://youtu.be/2okZ4eG_qiQ
- MEDICIÓN DE ÁNGULOS A POLÍGONO (triángulo) <https://youtu.be/-UJcrkDmQYs>
- REFLEXIÓN DE POLÍGONO EN EL PROGRAMA GeoGebra
<https://youtu.be/iA6mEkCCgM>

Los estudiantes usan las funciones que necesitan y acceden a un resultado a medida que construyen los conceptos que se pretenden desarrollar en las clases y adquieren un vocabulario propio de la utilización del programa GeoGebra. Por ejemplo después de observar el video llamado Construcción de triángulos escalenos el cual fue explicado por la estudiante Mariana Zuluaga se percibe que ella tienen la competencia de distinguir los términos: vista gráfica, plano cartesiano, puntos y segmentos y con ellos construir los polígonos solicitados, además que está en capacidad de corregir los procedimientos erróneos sin necesidad de volver a empezar y que para ello puede usar diferentes alternativas.

Exploración:

En este nivel los estudiantes ingresan al programa y habilitan funciones de manera espontánea sin que para ello se requiera la orientación de las docentes, por lo que se puede concluir que han ganado en autonomía y que ha interiorizar procedimientos para poder acceder a un resultado.

También como se han conceptualizado elementos de los polígonos, como por ejemplo la diferencia entre un triángulo escaleno y uno equilátero, los estudiantes tienen la capacidad de identificar propiedades y relaciones entre estos objetos geométricos a partir primero del saber construirlos y segundo de poder visualizarlos, lo que potencia que ellos mismos deduzcan cuáles son sus elementos distintivos.

El proceso de exploración cuando se media la enseñanza con este programa dinámico puede conceptualizarse de dos maneras:

- El que se dirige al programa como tal, por ejemplo algunos estudiantes aplican funciones que en las guías no aparecen y que las han identificado en su proceso de exploración, caso concreto los comandos necesarios para modificar el grosor de las líneas de las construcciones o de los que se pueden utilizar para cambiar el color; de igual manera identifican procedimientos en los que se pueden borrar las acciones realizadas de diferentes formas.
- El que se relaciona con los conceptos de la asignatura como tal, por ejemplo el dominio que los estudiantes tienen de las temáticas desarrolladas, la forma correcta de construirlos, diferenciar sus propiedades y manejar un vocabulario pertinente que da cuenta del conocimiento adquirido. Situaciones que reflejan un avance significativo en las génesis instrumentales de los estudiantes.

Visualización:

Este concepto tiene que ver con la capacidad de los estudiantes para hacer deducciones o aplicar razonamientos en los que se utilizan elementos visuales o espaciales, tanto mentales como físicos, por ejemplos para resolver problemas o comprobar propiedades. La asignatura de geometría es una disciplina eminentemente visual, los estudiantes reconocen y comprenden los conceptos de una manera más fácil a través de la visualización. Para el caso de este periodo, los estudiantes diferencian las características que tienen los triángulos escalenos, equiláteros e isósceles. Con este programa el estudiante puede explorar los triángulos aplicando el concepto de polígono que tiene tres lados, los cuales pueden presentar diferentes características si se comparan lados y ángulos.

Adicionalmente es importante que identifiquen sus relaciones y esto se potencia cuando se enfrentan al reto de realizar las construcciones. Cuando se va desarrollando la competencia de visualización los estudiantes pueden identificar con mayor facilidad características que en la teoría el estudiante no alcanza a dimensionar y que gracias al programa se pueden aprovechar.

Aprendizaje colaborativo:

El trabajo que se adelanta por medio del programa dinámico requiere que los estudiantes estén en un equipo de máximo 3 personas, esto fortalece la competencia de comunicación, ya que aquellos que tienen mayor destreza pueden interpretar, entender y comunicar la información geométrica a sus demás compañeros y orientarlos para que desarrollen las actividades propuestas. Con esto también se potencia el liderazgo, la tolerancia y por supuesto las capacidades cognitivas, específicamente la demostración y el lenguaje.

Cuando se trabaja en equipo también es posible que se analicen y compartan diferentes estrategias de solución y que se pueda justificar o validar un procedimiento.

Este trabajo es más fructífero si se observa el desempeño de los estudiantes con necesidades educativas. En una clase tradicional, por lo regular, su comportamiento es disperso y se dan muy fácilmente por vencidos, en cambio cuando están frente al programa GeoGebra, analizan el procedimiento en sus equipos colaborativos de trabajo, deciden y se apoyan mutuamente, y a medida que se va generando un producto que coincide con las imágenes propuestas en las guías de trabajo se sienten estimulados para culminar su rutina, situación que difícilmente ocurre en una aula bajo la metodología de lápiz y papel.

Para ello se puede observar el video titulado Medición de ángulos a un polígono, en el que la estudiante Luisa con necesidades educativas especiales, en equipo con el compañero Alejandro Giraldo es capaz de desarrollar la guía número 1 (ver anexo 12)

Evaluación:

Se han desarrollado competencias en lo referente a:

Los estudiantes han adquirido un vocabulario pertinente relacionado tanto con el programa como de los conceptos estudiados, perímetro, triángulos: escalenos, isósceles y equiláteros, segmentos, ángulo...

Se fortalece la autonomía y la reflexión así como la exploración, convirtiéndose en un mediador que estimula el aprendizaje de los estudiantes y respeta sus ritmos de aprendizaje.

Se formalizan los conocimientos intuitivos geométricos, por ejemplo los diferentes tipos de triángulos que existen, conceptos que se diferencian gracias a las construcciones que se hacen y en las que es posible visualizar propiedades, ya que con la mediación de GeoGebra los estudiantes tienen mayor facilidad para construir en forma precisa y ágil polígonos con las herramientas que brinda el programa.

Modificar construcciones para verificar propiedades.

Manipulación dinámica de elementos geométricos utilizando herramientas del programa dinámico.

Preguntas, discusiones y reflexiones acerca de las situaciones que se plantean y que también fortalecen el trabajo colaborativo.

Diferenciación de los elementos que conforman los polígonos por medio de la manipulación de estos elementos.

El estudiante cuando participa activamente de la construcción de su conocimiento, reconoce el significado de los conceptos y tiende a formalizarlos con la ayuda de la orientación de los docentes, por lo que es imprescindible la figura del docente, ya que este software dinámico en ningún caso reemplaza la interacción de los estudiantes-docentes, o estudiantes-estudiantes ya que estos programas son mediadores.

CONSOLIDADO DE LOS RESULTADOS

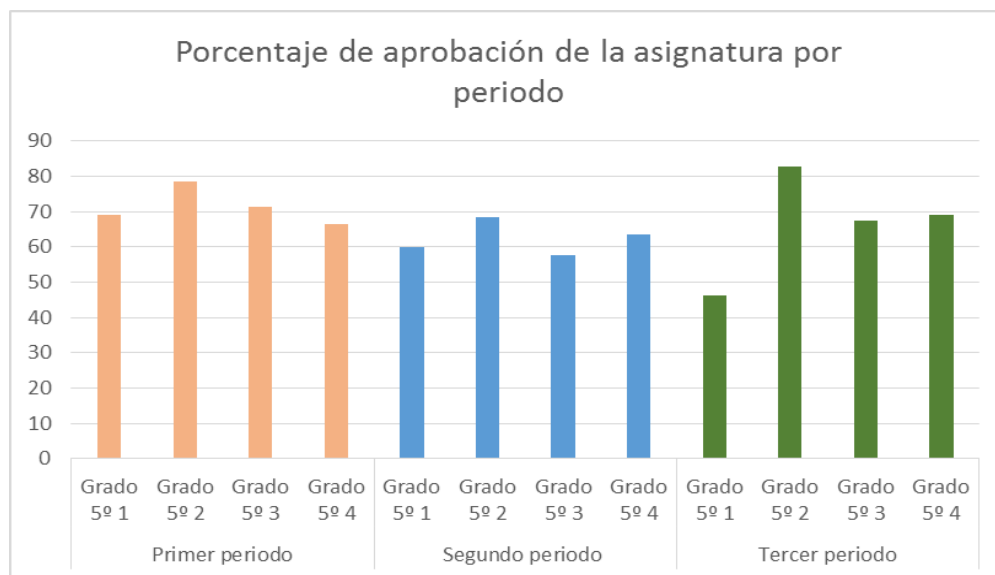


Figura 48. Gráfico de barras con comparativo de porcentajes de aprobación de la asignatura de Geometría en los tres periodos.

Como se puede visualizar en la información sistematizada de la tabla en todos los periodos el desempeño del grupo 5º2 fue superior si se compara con los demás grados en los tres periodos en los que se aplicó la intervención. El grupo 5º4 en el periodo dos y tres estuvo por encima de los grupos de control, en el primer periodo fue superado por 5º3.

Estudiantes de 5º que aprueban la asignatura de geometría				
Periodo	Grado 5º 1	Grado 5º 2	Grado 5º 3	Grado 5º 4
Primer	69	78,5	71,4	66,6
Segundo	60	68,3	57,5	63,41
Tercer	46,3	82,9	67,5	69

Figura 49. Tabla con estudiantes que aprueban Geometría en los tres periodos.

6. CONCLUSIONES FINALES DE LA INTERVENCIÓN

La aplicación de la intervención, permitió potenciar los conceptos de polígono profundizándolos a través de la visualización de estos elementos con la mediación del programa dinámico GeoGebra. Esta situación que se hizo evidente en los resultados de los procesos de evaluación de los conceptos estudiados por los grupos intervenidos en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizan el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control.

Para cada periodo se compilaran las conclusiones relevantes:

Periodo 1: Conceptos fundamentales de la geometría euclidiana: punto, recta, semirrecta, segmento, y relaciones entre ellas (paralelismo-perpendicularidad). Definición y características de los polígono.

Los estudiantes identificaron el concepto de infinito con mayor facilidad que cuando se realiza a lápiz y papel, ya que en el programa dinámico se visualiza que las líneas se pueden dirigir al infinito, situación que de la forma tradicional debe o memorizarse o asumirse como cierta desde la abstracción.

Las relaciones de paralelismo y perpendicularidad se clarifican también cuando se representan en GeoGebra, ya que con la ayuda de las construcciones exactas, el estudiante se familiariza con los conceptos y es capaz de diferenciarlos e identificarlos en la cotidianidad.

De igual manera la representación de los polígonos y en general la construcción de estos elementos con ayuda del software, implican que los estudiantes estén en constante interacción con los conceptos de punto, segmento de recta, polígono regular e irregular lo que les permite repasar estos elementos.

Periodo 2: Polígonos en el plano cartesiano, ángulos en el plano cartesiano y triángulos: la medida de sus ángulos, exploración del programa para medida de ángulos y modificación de su presentación.

En este momento de la intervención, en la que los estudiantes han estado interactuando en ambientes de aprendizaje mediados por el programa dinámico, se han desarrollado competencias técnicas, al mismo tiempo que el afianzamiento conceptual, se facilita seguir una secuencia de pasos para acceder a un resultado de forma rápida. La potencialización de los conceptos de polígono profundizándolos a través de la visualización del plano cartesiano y las construcciones orientadas que se pueden desarrollar en él, que para el caso del segundo periodo son los ángulos y los polígonos,

permiten que se pueda identificar coordenadas, puntos, segmentos e intersecciones. La manipulación de estos elementos, refuerzan los conceptos y en el caso de la construcción de polígonos específicos, facilita la memorización de sus nombres, la comparación de sus ángulos y lados y posteriormente su clasificación en regulares e irregulares.

Con lápiz y papel la construcción tanto del plano cartesiano como de los polígonos y ángulos que se pueden ubicar en él, requiere de mayor tiempo y precisión en el uso de instrumentos geométricos que en muchas ocasiones desalienta a los estudiantes, ya que usualmente no los traen a las clases, no los manejan tan fácilmente, o se requiere de una continuidad en el desarrollo de estas competencias. Igualmente cuando se requiere comprobar la suma de las medidas de los ángulos interiores de un triángulo de la forma tradicional se debe incluir en las explicaciones el margen de error, ya que no en todas las construcciones el resultado da exactamente 180° , en el programa dinámico no se requiere ya que la medida es exacta y los estudiantes pueden asimilar esta propiedad.

Con el programa GeoGebra el estudiante a medida que construye explora, lo que le permite reflexionar, extrae propiedades geométricas y asimilar los conceptos a través de la experiencia directa, por lo que las construcciones que se adelantan se transforman en objetos sobre los cuales se puede experimentar.

Periodo 3: Perímetros de polígonos, áreas del triángulo, rectángulo y cuadrado y clasificación de triángulos (equilátero, isósceles y escaleno)

En este nivel, los estudiantes construyen fácilmente polígonos. Por lo que se orientó los conceptos de área y perímetro del triángulo, rectángulo y cuadrado. Para ello los estudiantes debían mejorar en sus competencias técnicas hacia un eficiente proceso de génesis instrumental a través del uso de nuevos comandos; igualmente debieron conceptualizar adecuadamente los procesos involucrados.

Para el caso concreto del área, con ayuda de la opción rejilla, los estudiantes visualizaban las unidades cuadradas que delimitaba cada figura y con lápiz y papel se reforzaron estos conceptos.

Es de resaltar que cuando se orientaba una construcción se contaba con la precisión que aportaba el programa dinámico y que permitía orientar una secuencia para que los estudiantes accedieran al mismo resultado, lo que de la forma tradicional no es homogéneo ni preciso para todos los estudiantes.

En cuanto a la construcción de triángulos y su posterior clasificación se facilita notablemente la comparación de estos elementos. La observación y manipulación de los

mismos en el programa GeoGebra permite que los estudiantes interioricen, profundicen y visualicen los conceptos.

En términos generales el desarrollo de la intervención permitió implementar en la asignatura de geometría una metodología de trabajo basada en el uso de TIC (ambientes virtuales de enseñanza a través del trabajo orientado con el programa dinámico GeoGebra), en el que se hizo evidente a partir de los análisis cuantitativos de los resultados de los talleres, evaluación y estudiantes que aprobaron la asignatura, que la inserción en el aula permite a los alumnos comprender más fácilmente los conceptos estudiados, por lo tanto es posible afirmar que se fomentó en ellos el desarrollo de las competencias de visualización de los conceptos geométricos en los polígonos.

En el desarrollo de la propuesta se percibe que el aprendizaje colaborativo se aprovecha de una forma más eficiente, ya que en el contexto de ambientes de aprendizaje mediados por las tecnologías educativas y para este caso el programa dinámico GeoGebra, la aplicación de la propuesta exigió que se desarrollará en grupos de trabajo de máximo tres estudiantes, haciéndose evidente el carácter social de la génesis instrumental, sin desconocer que también tiene el componente individual. Se observa en la experiencia que los estudiantes que tienen mayor fortaleza apoyan a sus compañeros y se interesan por comprender rápidamente las técnicas y los conceptos propios de la materia, lo que incide significativamente en la disciplina de los grupos.

Es importante resaltar como lo afirma Trouche (2006), que la orientación de las clases por parte del docente es crucial a la hora de proponer a los estudiantes artefactos a su vez que los posteriores diseños para que puedan ser transformados en instrumentos. Donde se hace evidente la orquestación instrumental, la cual está compuesta por cuatro elementos: individuos; objetivos (relacionados con la consecución de una tarea o la disposición de un ambiente de trabajo); configuración didáctica (estructura del plan de acción) y aprovechamiento de la configuración.

En este sentido se puede afirmar que los grupos tienen una gran riqueza, que se refleja en la diversidad de individuos por las que es conformado, por lo tanto se puede afirmar que la experiencia impacta tanto en los estudiantes promedio, como en los que tienen desempeños superiores y los que los tienen por debajo de lo esperado, ya sea por dificultades cognitivas o situaciones motivacionales. Cada estudiante reflejó interés en el aula e identificó como un reto la consecución de un resultado.

En el primer periodo uno de los principales objetivos con la implementación de la propuesta fue que los estudiantes a medida que desarrollaban competencias técnicas en el uso del programa dinámico a partir de la exploración, fueran aprovechando estos elementos para construir, visualizar y profundizar en los conceptos que se debían orientar de acuerdo con el plan de estudios de la asignatura de geometría. A medida que se

avanzaba en el desarrollo de la propuesta los estudiantes habían mejorado en sus competencias técnicas a causa de esto se pensó en diseñar y experimentar en la asignatura de geometría bloques de actividades basadas en la aplicación del programa de geometría dinámica GeoGebra para la enseñanza- aprendizaje del concepto de polígono con las que se permita profundizar este elemento.

Con el diseño de guías de trabajo (ver anexos 12, 14, 17, 18, 19 y 20) se buscó agilizar la apropiación de los procedimientos y por lo tanto aprovechar el tiempo, situación en la que se pretendía que los estudiantes pudieran interactuar con los conceptos y profundizarlos. Cuyo logro se evidenció en la manera como los alumnos incluían en su vocabulario los conceptos y los utilizaban con soltura.

GeoGebra permite que se puedan visualizar los productos de una actividad en un formato estéticamente agradable, no en todos los productos que se obtienen con lápiz y papel es homogéneo ya que cada estudiante imprime su huella según sus gustos y competencias. En términos generales con la implementación del programa dinámico los estudiantes pueden llegar a un resultado visualmente claro y estéticamente agradable, lo cual redundo en la profundización de los conceptos, por ejemplo en el caso de construcción de triángulos equiláteros en los cuales los ángulos internos deben medir 60° , se hace notorio que cuando se les ponen a clasificar triángulos ellos identifican con gran facilidad los que cumplen con estas propiedades, gracias a que la visualización es clara y no hay lugar a dudas en lo que se asocia al concepto.

Los análisis cuantitativos y las encuestas aplicadas al final de la intervención en los periodos dos y tres permiten afirmar que los estudiantes manifiestan que desarrollaron competencias para utilizar eficazmente el programa GeoGebra en la construcción de polígonos, identificar sus características y desarrollar algunas transformaciones (simetría). Estas conclusiones se basan en las evaluaciones realizadas de los procesos de aprendizaje del concepto de polígono de los estudiantes que participaron en el curso experimental de esta asignatura, y que utilizaron el programa GeoGebra, comparándolo con el de los estudiantes de los grupos de control.

Para Trouche (2010) en la instrumentación los programas dinámicos imprimen su marca en los sujetos, lo que significa que los estudiantes pueden llegar a desarrollar ciertas actividades dentro de algunas condiciones que son las limitaciones de la herramienta. Las cuales según los esquemas mentales de los estudiantes pueden ser superadas con otros comandos o simplemente obviarlas, por ejemplo cuando el estudiante quiere medir los ángulos a un triángulo, y habilita la opción "medir ángulo" y señala los lados le puede aparecer la medida de los ángulos externos y no de los internos, entonces él o ella puede devolverse y señalar los lados en el orden contrario a como lo hizo inicialmente, o simplemente darle click en el interior del triángulo para que aparezcan los tres ángulos.

Es necesario también considerar que en estas experiencias existen restricciones, las cuales pueden ser conceptualizadas como:

Acceso: no todos los alumnos tienen acceso a un computador por lo que la disponibilidad de herramientas no es tan permanente como puede ser el repaso que se adelantaría de la forma tradicional con lápiz y papel.

Tiempo: al inicio de las experiencias con estas herramientas se debe invertir suficiente tiempo para que los estudiantes se apropien de los elementos técnicos que implican la utilización del software, por lo que se puede disminuir al que se le dedica a los conceptos geométricos como tal.

Para finalizar se puede concluir que con el uso del programa dinámico GeoGebra este se transformó en un instrumento durante la génesis instrumental. En este proceso los estudiantes construyeron esquemas mentales que les permitieron alcanzar ciertas competencias tanto técnicas como cognitivas.

Con la implementación de la propuesta los estudiantes han desarrollado competencias para:

- Expresarse utilizando vocabulario y símbolos matemáticos relacionados con las temáticas estudiadas.
- Utilizar formas adecuadas de representación.
- Expresar correctamente los resultados obtenidos al resolver situaciones geométricas.
- Justificar resultados a través de argumentos geométricos.
- Aprender a aprender, explora herramientas con lo que se fortalece la autonomía e iniciativa personal.
- Explora nuevas tecnologías que permiten aprovechar y fortalecer la competencia digital.
- Seguir secuencia y ordenar la información utilizando procedimientos matemáticos.
- Visualizar, interpretar y comprender información presentada en un formato gráfico.
- Traducir situaciones reales a esquemas a estructuras matemáticas.
- Explorar y valorar diferentes vías para resolver problemas.
- Seleccionar estrategias adecuadas.
- Seleccionar los datos apropiados para resolver un problema.
- Utilizar con precisión procedimientos de cálculo, fórmulas y algoritmos para la resolución de problemas.
- Representar elementos geométricos de manera creativa.

Esta herramienta se transformó en un instrumento significativo en el ambiente virtual de aprendizaje.

Para ello los docentes deben intencionar y orientar la génesis instrumental de los estudiantes que según Drijvers, Doorman, Boon, Van Gisbergen y Reed están enmarcados en la orquestación instrumental y que en la aplicación del proyecto pueden evidenciarse en:

Configuración didáctica: que puede ser entendido como el profesor organiza sus clases para aprovechar los artefactos en un entorno de enseñanza, a través de la orientación que se hace de ella por medio del diseño que se adelanta. En esta investigación las guías elaboradas en las que se definen los problemas, delimitan los conceptos y establecen procedimientos para acceder a un resultado, hacen parte de ésta, al igual que las decisiones sobre la manera en que se introduce y trabaja una tarea, las posibles funciones de los artefactos que deben ser implementados y los esquemas y técnicas que deben desarrollar los estudiantes.

Como resumen de la investigación se compilaron los resultados del proyecto de profundización en una cartilla que sirva de referente para procesos similares. (Ver anexo 28)

7. RECOMENDACIONES

El trabajo desarrollado en la asignatura de geometría por medio del programa dinámico GeoGebra implica que los docentes se capaciten y realicen previamente su propia génesis instrumental que los empodere para orientar a los estudiantes. De igual manera en la orientación de las temáticas se debe prever que no todos los estudiantes adelantan con la misma intensidad de tiempo su proceso, ya que a los grupos ingresan o se retiran niños en cualquier época del año, y a ellos hay que realizarles un proceso de nivelación que es favorecido por el trabajo que se adelanta en la sala de sistemas.

A la hora de realizar la evaluación se debe buscar que haya coherencia entre los instrumentos utilizados y las herramientas implementadas, ya que se puede percibir que los estudiantes intervenidos presentan falencias en el uso de instrumentos geométricos, esto puede darse a que con el uso del programa se facilitan los procedimientos y no se requiere de mediciones en el sentido tradicional, a muchos estudiantes se les dificulta utilizar los juegos geométricos para consignar sus procedimientos con lápiz y papel después que se acostumbran a visualizar. Situación que se refleja en algunos de los resultados que se obtuvieron de la revisión de talleres escritos en contraste con los obtenidos de la construcción de los mismos ejercicios con el software dinámico.

BIBLIOGRAFÍA

- Antioquia digital. (2015). *¿Quiénes somos?*. Recuperado 3 de marzo de 2015 de: <http://www.antioquiadigital.edu.co/Antioquia-Digital/quienes-somos.html>.
- Artigue, M. (2002). *Aprendiendo matemáticas en un ambiente CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentación y la dialéctica entre el trabajo técnico y el conceptual*. Université Paris. Francia
- Artigue, M. (2011). Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportes de la aproximación instrumental. Laboratoire de Didactique André Revuz Université Paris, Francia. Número 8. pp 13-33. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/viewFile/6948/6634>
- Ballesteros, H. y Márquez, A. (2010). *Perfeccionamiento de un nuevo simulador interactivo, bajo software libre gnu/linux, como desarrollo de una nueva herramienta en la enseñanza y aprendizaje de la física*. Latin-American Journal Of Physics Education 4(1):200-203. Recuperado el 17 de abril de 2015 de: Education Research Complete, Ipswich, MA.
- Barón, L, y Gómez R. (2012). *"De la infraestructura a la apropiación social: panorama sobre las políticas de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en Colombia."* Signo y Pensamiento 31, no. 61: 38-55. Recuperado el 12 de abril de 2015 de: Academic Search Complete, EBSCOhost .
- Cadavid, G., Velásquez, A., y Álvarez, G. (2011). *Apropiación de las TIC en comunidades vulnerables: el caso de Medellín Digital*. Apertura: Revista De Innovación Educativa, 3 (1):1-13. Recuperado el 30 de abril de 2015 de: Education Research Complete, Ipswich, MA.
- Carreño, E. y Climent, N. (2010). *Conocimiento del contenido sobre polígonos de estudiantes para profesor de matemáticas*. PNA, 5(1), 183-195. Recuperado el 26 de marzo de 2016 de <http://web.b.ebscohost.com/consultaremota.upb.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=6b3c9020-85d2-4aa3-a703-dc6ca67e1e5b%40sessionmgr113&vid=24&hid=123>
- Chevallard, Y. (1999) *El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico*. IUFM d'Aix-Marseille. Vol 19, nº 2, pp. 221-266. Recuperado de <http://www.aloj.us.es/rbarroso/Pruebas/CHEVALLARD.PDF>
- De Guzmán, M.(2007). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. Revista Iberoamericana de Educación. Número 43. Recuperado 3 de marzo de 2015 de <http://www.rieoei.org/rie43a02.pdf>
- Gil, J.y Gorospe, J. (2010). *Cambio y continuidad en sistemas educativos en transformación*. Revista de la educación. Vol 1, 17-21. Recuperado el 30 de marzo de <https://books.google.com.co/books?id=dZ47AezyxawC&pg=PA17&lpg=PA17&dq=>
- Ibáñez, J. (2014). *Niveles De Madurez De La Tecnología, Economía industrial*. Recuperado el 7 noviembre de <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>
- Iranzo, N. y Fortuny, J. (2009). *La influencia conjunta del uso de GeoGebra y lápiz y papel en la adquisición de competencias en el alumnado*. Enseñanza De Las Ciencias. Departament de Didàctica de les Matemàtiques. Universitat Autònoma de Barcelona. España 27(3), 433–446. Recuperado el 25 de octubre de www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/142075/332857
- Jaramillo, P., Castañeda, P. y Pimiento, M. (2009). *Qué hacer con la tecnología en el aula: inventario de usos de las TIC para aprender y enseñar*. (Spanish). Educación Y Educadores [serial online], 12(2):159-179. Recuperado el 30 de abril de 2015 de: Education Research Complete, Ipswich, MA
- Martínez F.y Piedra, A. (2010). *Software educativos*. Revista Cubana De Educación Medica Superior , Spanish. ;24(1):97-110 recuperado el 18 de abril de 2015 de: Education Research Complete, Ipswich, MA.
- MEN. (2006a). *Estándares Básicos De Competencias En Matemáticas: Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!*. Recuperado el 23 de marzo de 2015 de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- MEN. (2006b). *Plan Nacional Decenal De Educación 2006 -2016: Lineamientos En TIC*. Recuperado 3 de marzo de 2015 de: www.plandecenal.edu.co
- MINITIC.(2008). *Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Recuperado el 1 de abril de 2015, de: <http://www.eduteka.org/pdfdir/ColombiaPlanNacionalTIC.pdf>
- Morera, L. (2011). *Uso del GeoGebra en el Aprendizaje de las Transformaciones. Didáctica de las Matemáticas*. Universidad Autónoma de Barcelona. Revista Uno. Nº 56, págs.95-104 Recuperado el 25 de octubre de <http://acGeoGebra.cat/2jornades/comunicacions/laura/laura.pdf>

- Pérez, C. (2014). *Enfoques Teóricos En Investigación Para La Integración De La Tecnología Digital En La Educación Matemática*. (Tesis inédita de maestría) Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Vol. 53(2), Pp. 129-150
Recuperado de <http://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peducacional/article/viewFile/200/117>
- Prieto, J., Luque, R. y Rubio, L. (2013). *Cuadriláteros con GeoGebra: Una secuencia de formación docente en la enseñanza de la geometría con tecnologías libres*. Revista De La Universidad Del Zulia N° 9 pp 76-654. Recuperado de <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Prieto2013Cuadrilateros.pdf>
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Une approche cognitive des instruments*, p.239. Recuperado de https://hal-univ-paris8.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/1017462/filename/Hommes_et_technologie_Rabardel1995.pdf
- Rabardel, P. y Samurçay, R. (2001). *From Artifact to instrument mediated learning*. Helsinki. Recuperado de http://www.fisme.science.uu.nl/staff/christianb/downloads/work_by_claudia/Documents/Chap23Changes.doc
- Rodríguez, C. (2011). *Construcción de polígonos regulares y cálculo de áreas de superficies planas utilizando el programa GeoGebra: una estrategia metodológica para la construcción de aprendizajes significativos en estudiantes de grado séptimo*. (Tesis inédita de maestría) Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia. Recuperado el 25 de octubre de www.bdigital.unal.edu.co/5849/1/8410010.2012.pdf
- Rodríguez, M. (2010). *La matemática: ciencia clave en el desarrollo integral de los estudiantes de educación inicial*. Zona Próxima, 13, , pp. 130-141. Recuperado el 12 de abril de 2015 de: <http://www.redalyc.org/pdf/853/85317326009.pdf>
- Soto, J., Franco, M. y Giraldo, J. (2014). *Desarrollo de una metodología para integrar las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en las IE (Instituciones Educativas)*. Montería. Zona Próxima , 21, 34-51. Recuperado el 12 de abril de 2015 de : Education Research Complete, Ipswich, MA.
- Trigueros, F, Sánchez, R. y Vera, M. (2012). *El profesorado de Educación Primaria ante las TIC: realidad y retos*. Revista Electrónica Interuniversitaria De Formación del Profesorado. 101-112. Recuperado el 17 de abril de 2015 de: Fuente Académica Premier, Ipswich, MA.
- Trouche, L. (1998). *The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments: The Case of Calculators*. International Journal of Computers for Mathematical Learning 3: 195–227. Printed in the Netherlands Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1009892720043#page-2>
- Trouchè, L. (2009). *Un Enfoque Instrumental Hacia El Aprendizaje De Las Matemáticas En Entornos De Calculadoras [diapositivas de PowerPoint]*. Simbólicas Université Montpellier II, Francia Recuperado de http://www.powershow.com/view1/27aaa5-ZDc1Z/UN_ENFOQUE_INSTRUMENTAL_HACIA_EL_APRENDIZAJE_DE_LAS_MATEM_powerpoint_ppt_presentation
- Trouche, L. y Guin, D. (2002). *Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: necessity of instrumental orchestrations*. Montpellier (France) ZDM Vol. 34 (5) Recuperado el 29 de octubre de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190085/document>
- Trouche, L. y Drijvers, P. (2014). *Webbing and orchestration. Two interrelated views on digital tools in mathemATIC education*. Teamat N° 33, 193-209 Recuperado el 25 de <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1408/1408.2092.pdf>
- University of Helsinki. UPB. (Febrero de 2014) *Centro De Investigación Para El Desarrollo Y La Innovación*. Medellín. Recuperado el 7 noviembre de http://www.upb.edu.co/pls/portal/docs/PAGE/GP_REPOSITORIO_IMAGENES/PG_RIMG_MEDELLIN/CONVOCATORIA%20UPB%20INNOVA%202014.PDF

ANEXOS

ANEXO 1

LISTA DE ESTUDIANTES DE 5º 1 (GRUPO DE CONTROL)

NOMBRE	APELLIDO
Steven (Falta Cert)	Arcila Henao
John Steven	Arias Ciro
Pablo Alejandro	Aristizabal García
María Alejandra	Butírica Ramírez
Alejandro	Chaparro Botero
Katherine Dahiana	Colorado Morales
Sandra Vanessa	Durango Mayo
Andrés	Galeano Carmona
Josue	García Echavarría
Henry Alberto	García Gómez
David	García Marín
Juan José	García Oquendo
María Camila	García Zuluaga
Juan Alexander	Gil
Lisbeth	Giraldo González
Yesón Stiven	Giraldo Hernández
Yadinson Estiben	Giraldo Isaza
Darly Sofía	Gómez Marín
Ever Alexis	Gómez Morales
Juan Pablo	Granda Gómez
Carlos Andrés	Guarín Henao
Carlos Alberto	Henao Martínez
Héctor Alonso	Henao Martínez
Diego Alejandro	Hernández Marín
Sara Manuela	Hincapié Mayo
Laura Isabel	Hincapié Ramírez
Santiago	Jiménez Quinchía
Galia Andrea	Luna Díaz
Daniela	Morales García
Carlos Albeiro	Morales Martínez
Michell Carolina	Morales Medina
Alejandro	Penagos Álzate
Sara Luna	Pérez Ceballos
Brahian Stiven	Pulgarrin Quintana
Dila Sebastián	Quintana Castaño
Cristian Camilo	Ramírez Caro
Wendy Vanessa	Restrepo García
Rodolfo	Ruiz Giraldo
Edison Andrés	Salazar Vélez
Andrés Felipe	Toro Ceballos
María Alejandra	Vergara Morales
Julián	Yapes Alarcón

ANEXO 2

LISTA DE ESTUDIANTES DE 5º 2 (GRUPO OBJETO DE INTERVENCIÓN)

NOMBRE	APELLIDO
Melissa	Cano Mayo
Julián Camilo	Cano Montoya
Manuela	Cardona Marín
Juan Mateo	Cardona Torres
Cristian Andrés	Castaño Giraldo
Luisa Fernanda	Castaño Mayo
María Alexandra	Castro Hincapié
José Miguel	Chaverra Parra
Daniela	Duque Salazar
Manuela	Fernández Correa
Cristian Daniel	Franco Ríos
María Camila	García Ciro
Jhaider Camilo	Giraldo Ríos
Estefany	Giraldo Suarez
Esneider Antonio	Gómez Usme
Melisa	Guarín Marín
Karen Melisa	Higuita Mayo
Juan Sebastián	Hoyos Giraldo
Mabel Nallely	Hoyos López
María José	Lara Guevara
Tatiana María	Martínez Arias
Simón	Marulanda Hincapié
Yefri Alejandro	Mayo Usme
Valeria	Mesa Álvarez
José David	Montes Higuita
Karen Tatiana	Montoya Castaño
Juan David	Montoya Marín
Brayan	Nisperuza Sarabia
Anyi Carolina	Osorno Castro
Sofía	Puerta Marín
Dreison	Quinchía Gallo
Paula Yanexy	Salazar González
Yojan Esneider	Sanchez Hernández
Brenda	Sanchez Salazar
Santiago	Taborda García
Halbert Conrado	Vallejo García
Veronica María	Vásquez Morales
Samuel	Villegas Estrada
José David	Villegas Hincapié
Samuel	Zuluaga Usme
Juan Felipe	Zuluaga Villegas

ANEXO 3

LISTA DE ESTUDIANTES DE 5º 3 (GRUPO DE CONTROL)

APELLIDO	NOMBRE
Cano Aguilar	Tomas
Castaño Silva	Paulina
Corcho Torres	Sherlys Andrea
Duque Castro	Jessica Johana
Duque Moreno	Valeria
Estrada Hincapié	Yesón
García Arismendy	Yasmin Alexa
García García	Juan David
García Rivera	Evelin Cristina
Giraldo Monsalve	Juan Manuel
Gómez Henao	Brayan David
Gómez Marín	María Lorena
Gómez Vergara	Juan Camilo
Henao Henao	Leidy Karina
Jaramillo Gómez	Juan José
López Cano	Alison David
López García	Juan Daniel
López Pérez	Alejandro
Martínez Salazar	Yesid
Mendoza Castaño	Kevin Andrey
Mira Toro	Miguel Alejandro
Monsalve Hernández	Valentina
Monsalve Morales	Sara Angelly
Monsalve Rincón	Juan Pablo
Montoya Marín	caterin
Montoya Marín	Santiago
Morales Guarín	Estefanía
Navarro Cardona	Jerónimo
Ochoa Salazar	Mariana
Orozco Marín	Johan Albeiro
Ospina Ramírez	Santiago
Ospina Serna	Lesli Yuleisa
Quintana Marín	Laura Vanessa
Ramírez Alzate	Simón
Ramírez Ramírez	Angie Vanessa
Ramírez Usme	Simón Alejandro
Tuberquia Arcila	Juan Andrés
Uribe Giraldo	Feliciana
Usme Ocampo	Yensy Manuela
Valdés Cañaverall	Juana Valentina
Valencia Bedoya	David
Villegas Cano	Mariana

ANEXO 4

LISTA DE ESTUDIANTES DE 5º 4 (GRUPO OBJETO DE INTERVENCIÓN)


APELLIDO	NOMBRE
Juan Pablo	Acevedo Hincapié
Juan David	Arias Hincapié
Esneider Andrés	Bedoya Castro
Darwin Alejandro	Botero Ciro
Jackeline	Botero Marín
Nikoll Sofía	Castaño Duque
Elizabeth	Castro Guarín
Johan Stiven	Díaz Naranjo
María Carolina	Duque Ciro
Juanita	Duque Gallego
Deisy Yurani	Durango Mayo
Yuliana Andrea	Franco Martínez
Lizay	Galeano Salazar
Luisa Fernanda	Gallego Giraldo
Jaider Esteban	García Giraldo
Lina Marcela	García Naranjo
Cristian Danilo	García Quintero
Jonathan Alejandro	Giraldo Hincapié
Alejandro	Giraldo Marín
John Jairo	Hernández Giraldo
Jennifer Vanesa	Hernández Montoya
Silvio Daniel	Hincapié Botero
Jhonny Alexander	Jiménez Rivera
Maritza	Jiménez Velásquez
Lizeth Veronica	López Cárdenas
Larry	Mahecha López
Duvan Estiven	Marín Gallo
Angie Paola	Marín Osorio
Julián David	Medrano Londoño
Ferney Santiago	Monsalve Giraldo
Brian	Ocampo Mayo
Daniel Mateo	Pamplona Díaz
Neidy Nayely	Parra Bohórquez
Santiago	Pérez Osorio
Mateo	Quinchia Domínguez
Juan José	Salazar Aristizabal
Anderson	Salazar Mazo
Emerson	Salazar Mazo
Daniel	Santamaría Ruiz
Juan Sebastián	Usuga Londoño
Esteban	Valderrama Barítica
Mariana	Zuluaga Alzate

ANEXO 5


CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE GEOMETRÍA EUCLIDIANA

concepto


punto Señal que deja el lápiz en el papel, intersección entre 2 o más segmentos de recta.




recta no tiene puntos extremos y se extiende indefinidamente a ambos lados



Semi-recta tiene un punto llamado origen y se extiende en el otro sentido indefinidamente



Segmento de recta tiene 2 puntos extremos, un punto inicial y otro final

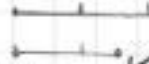


6 Dibuja en tu cuaderno

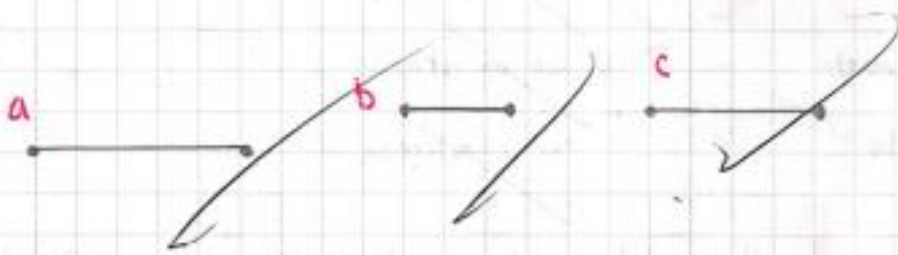
a) un segmento que mida 3 cm



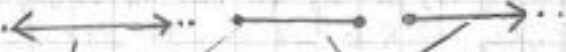
b) un segmento que mida 1,5 cm



c) un segmento que mida 2 cm 5 mm



7 Relaciona...



Recta

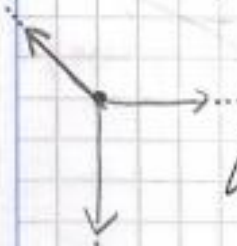
Semirecta

Segmento

8 Dibuja un pentágono en tu cuaderno



9 Haz un punto y a partir de él dibuja 3 semirectas



ANEXO 6

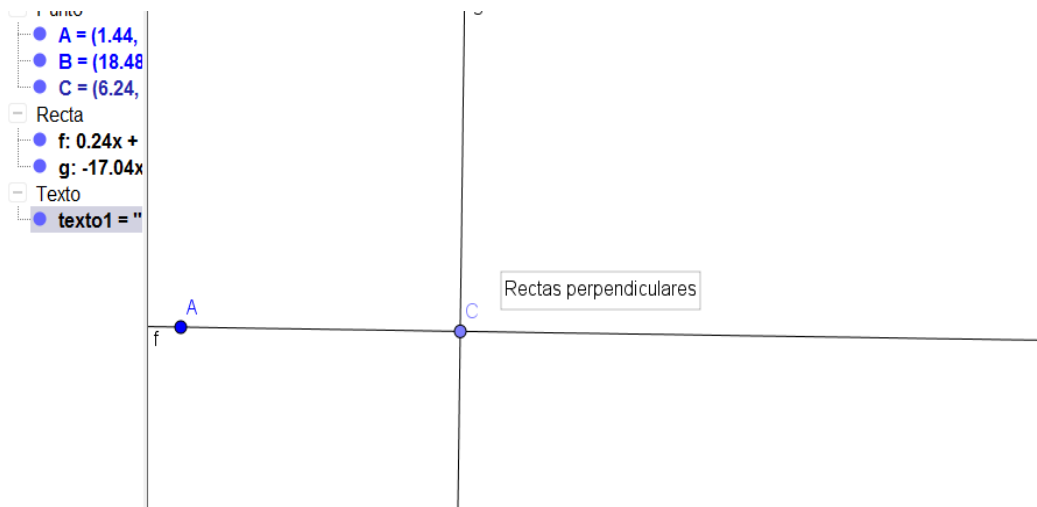
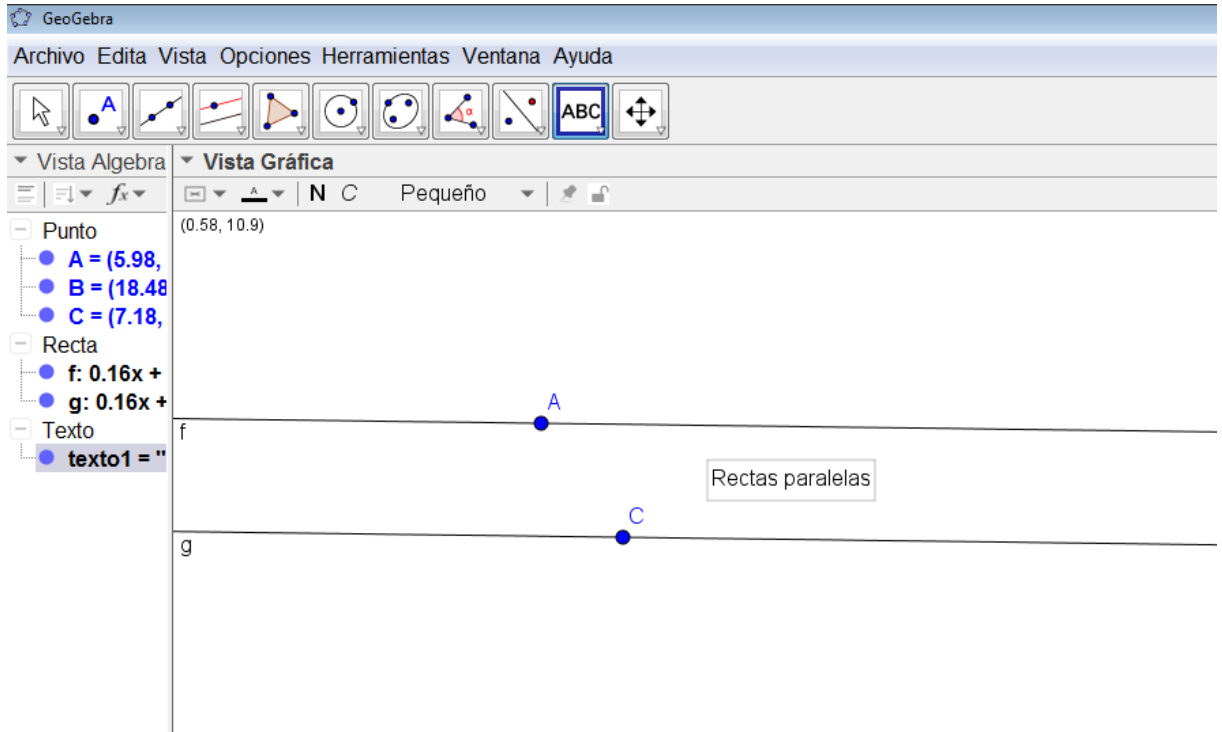
REPRESENTACIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS DE LA GEOMETRÍA CON GEOGEBRA

The screenshot displays the GeoGebra interface with the following elements:

- Menu Bar:** Archivo, Edita, Vista, Opciones, Herramientas, Ventana, Ayuda.
- Toolbar:** Includes icons for selection, point, line, ray, segment, circle, arc, angle, and text.
- Algebra View (Vista Algebra):**
 - Punto:** A = (2.2, 8), B = (1.78, ...), C = (5.32, ...), D = (2.06, ...), E = (11.4, ...), F = (2.52, ...), G = (10.3, ...).
 - Recta:** g: $0.12x +$
 - Segmento:** f = 3.54
 - Semirrecta:** h: $0.02x +$
 - Texto:** texto1 = "", texto2 = "", texto3 = "", texto4 = ""
- Graph View (Vista Gráfica):**
 - Point A is located at (2.2, 8).
 - A horizontal line g is drawn through points D and E.
 - A horizontal ray is drawn from point F through point G.
 - A horizontal segment is drawn between points B and C, labeled with length f.
 - The origin (0, 10.9) is marked.
- Input Field:** Entrada: []

ANEXO 7

REPRESENTACIÓN DE CONCEPTOS DE RECTAS PARALELAS Y PERPENDICULARES UTILIZANDO GEOGEBRA Y CON LÁPIZ Y PAPEL



1 Retiñe con azul las rectas que son paralelas
y con rojo las rectas perpendiculares



2 traza con una línea perpendiculares a cada uno de las rectas por los puntos indicados



3 utilizando la cuadrícula, dibuja tres figuras que se formen con rectas paralelas y perpendiculares

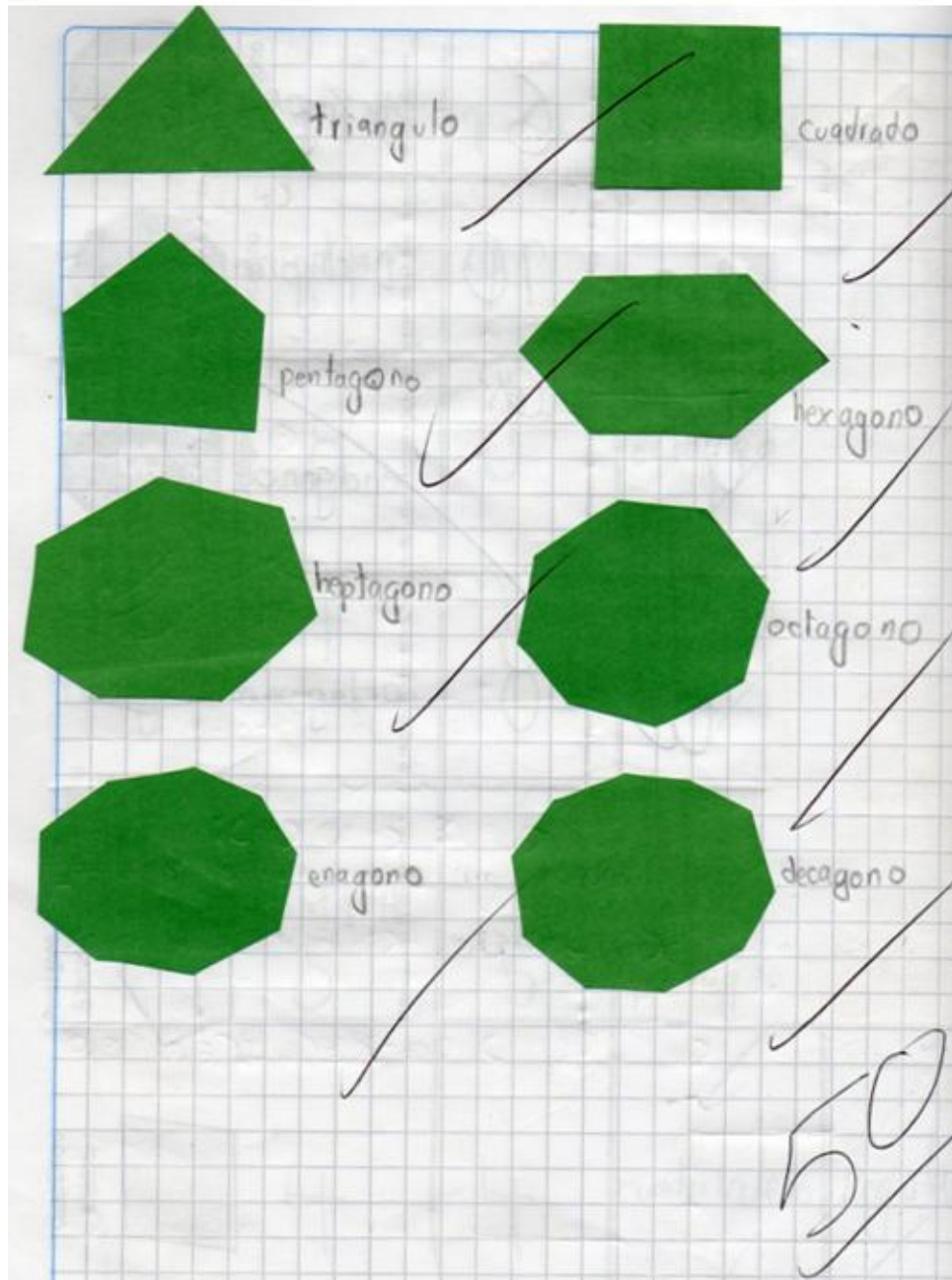


4 retiñe en el cuaderno los lados según se indican

- De rojo los lados perpendiculares al lado a
- De verde los lados perpendiculares al lado b
- como son cada caso los lados que has pintado R/R paralelas

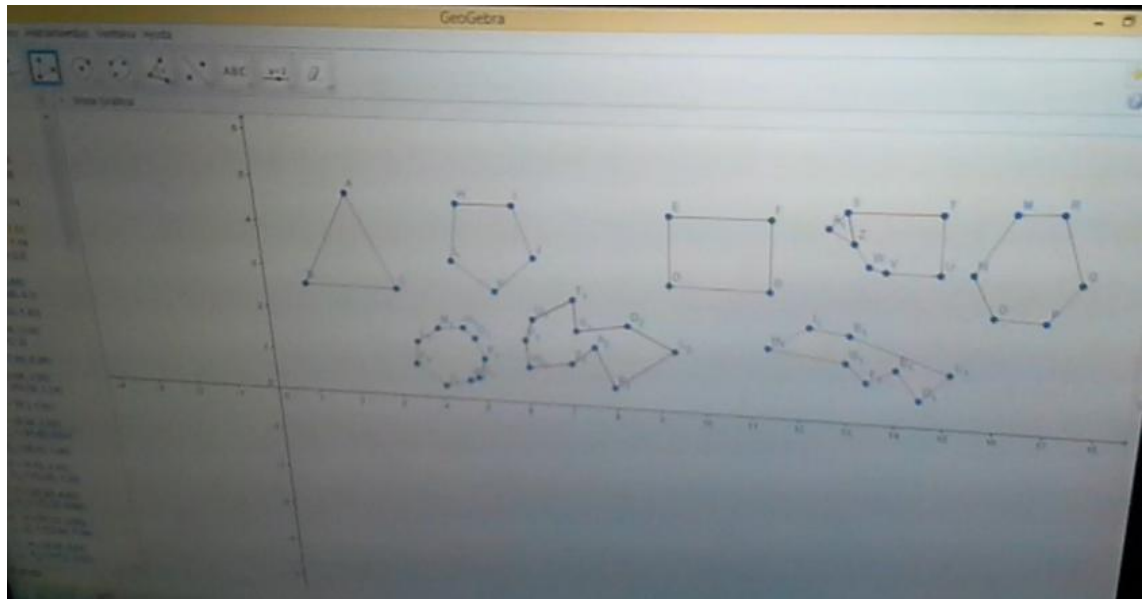
ANEXO 8

ACTIVIDAD DE POLÍGONOS CON LÁPIZ Y PAPEL



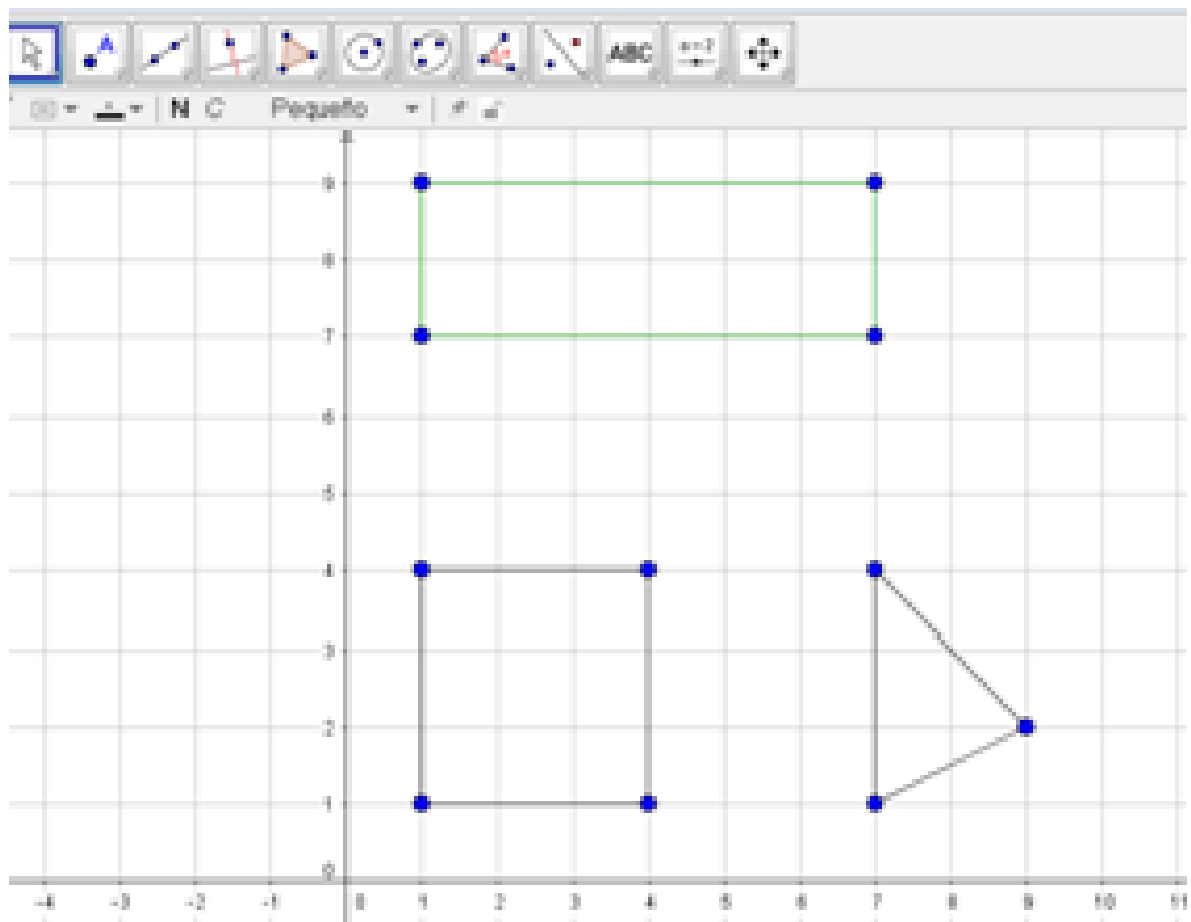
ANEXO 9

ACTIVIDAD DE POLÍGONOS UTILIZANDO EL PROGRAMA GEOGEBRA



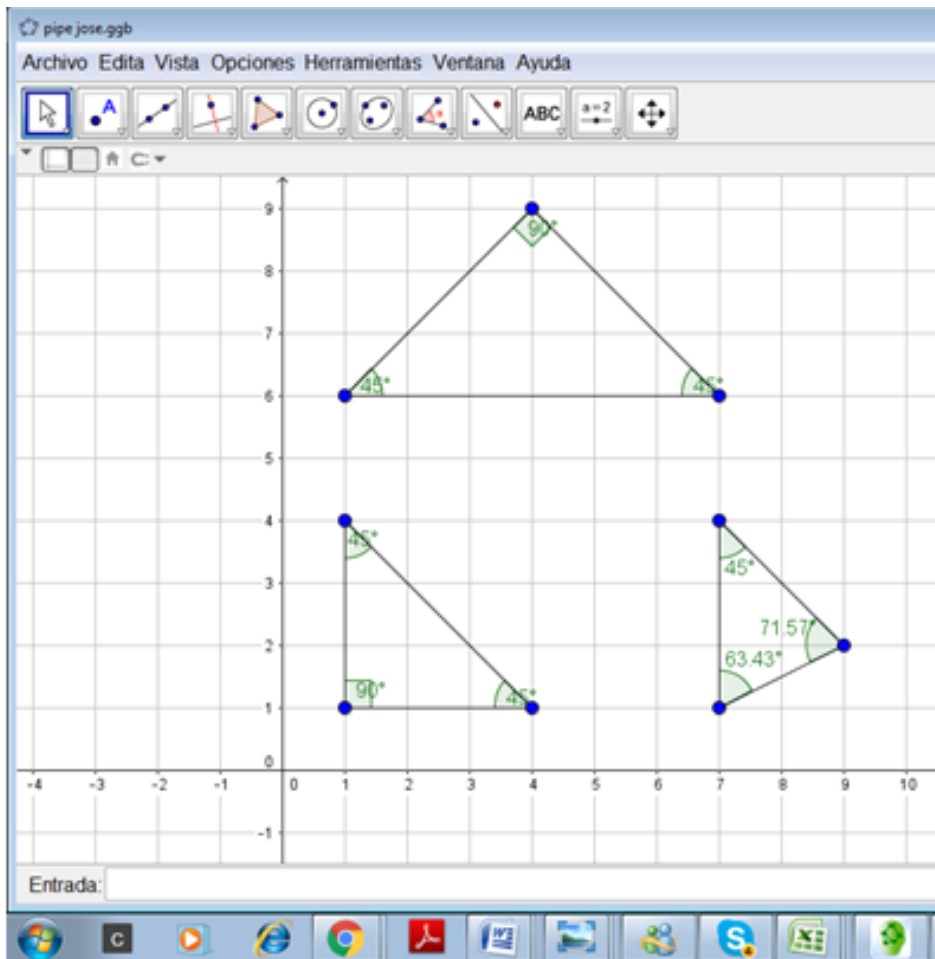
ANEXO 10

ACTIVIDAD DE PLANO CARTESIANO CONSTRUYENDO FIGURAS GEOMETRICAS UTILIZANDO EL PROGRAMA GEOGEBRA



ANEXO 11

ACTIVIDAD DE COMPROBACIÓN DE LA PROPIEDAD DE LOS ÁNGULOS INTERIORES DE UN TRIÁNGULO UTILIZANDO EL PROGRAMA GEOGEBRA



ANEXO 12

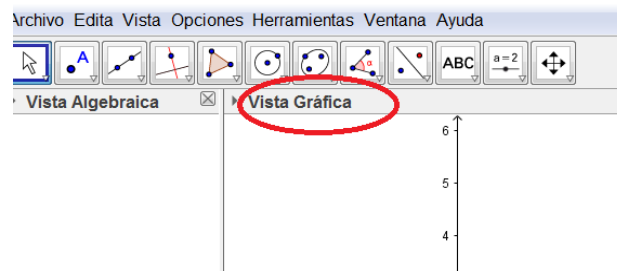
GUÍA DE TRABAJO PARA PROFUNDIZAR EL CONCEPTO DE POLÍGONO Y ÁNGULO EN EL PLANO CARTESIANO UTILIZANDO EL PROGRAMA GEOGEBRA.

Temas:

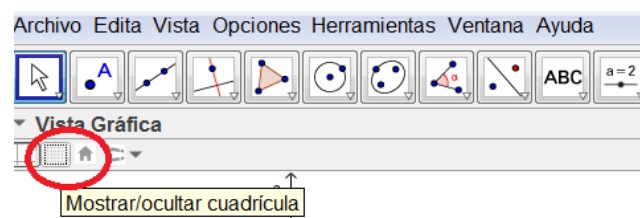
- ✓ Plano cartesiano.
- ✓ Representación de ángulos y polígonos en el plano.
- ✓ Medición de ángulos.

Explicación

- a. Ingresar al programa GeoGebra.
- b. Señalar el icono vista gráfica.



- c. Seleccionar la opción rejilla.

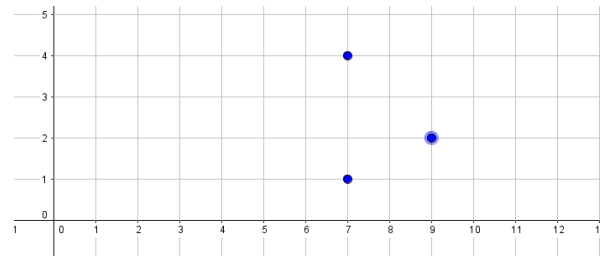


- d. Ubicar en el plano cartesiano los siguientes puntos
1. A(7,1) B(7,4) C(9,2)
- Siguiendo este procedimiento

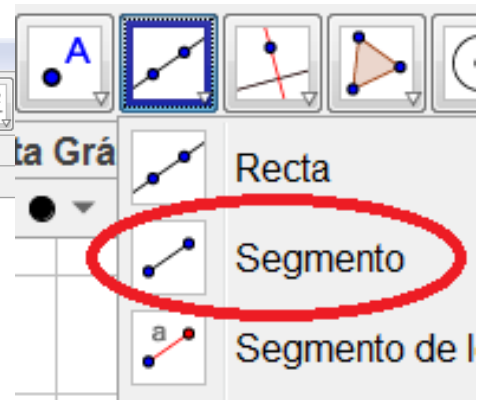
- Seleccionar la opción punto



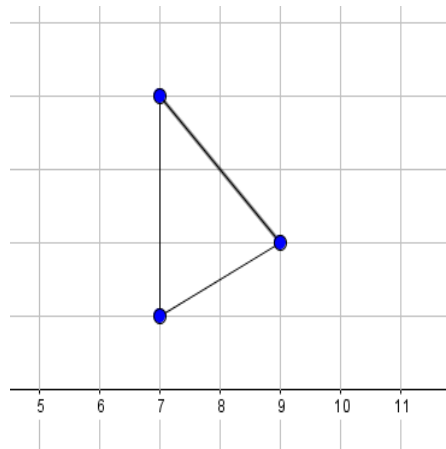
- Ubicar el cursor en la coordenada A(7,1)
- Ubicar el cursor en la coordenada B(7,4)
- Ubicar el cursor en la coordenada C(9,2)



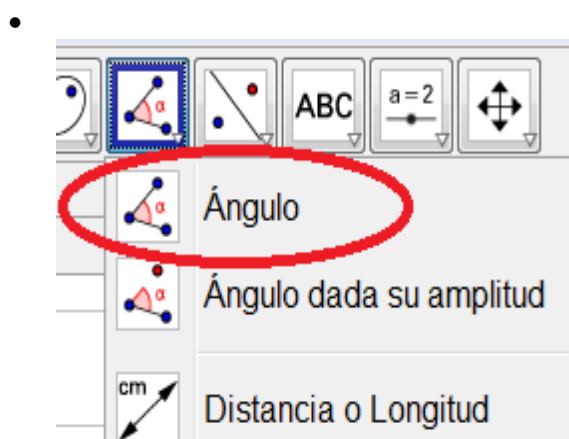
- Seleccionar la opción segmento.



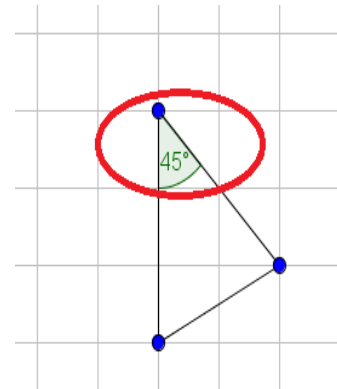
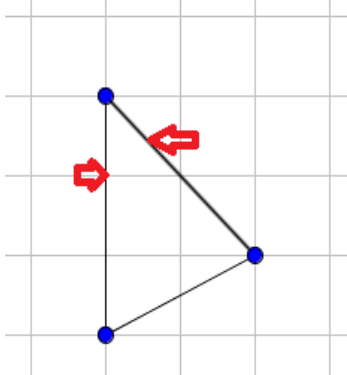
- Unir con segmento de recta los puntos para formar un triángulo



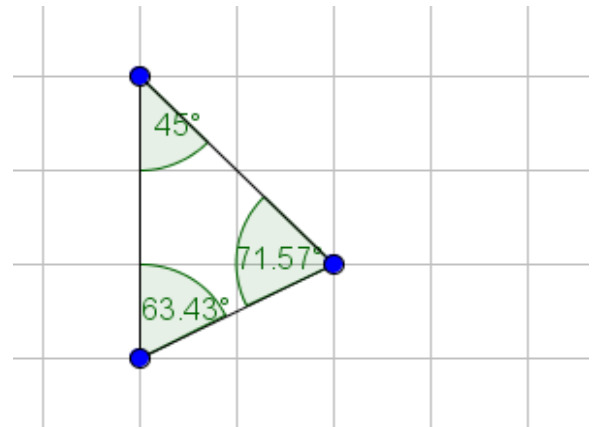
- Seleccionar la opción ángulo



Señalar los dos lados del ángulo hasta que aparezca su medida.



- Hacerlo para los tres ángulos, como se muestra a continuación



- Sumar los tres ángulos para verificar que ésta de 180 grados.

Taller de aplicación

Dibuja los siguientes polígonos además hallar y comprobar la medida de los ángulos como se observó en la explicación anterior.

1. A(1,6) B(7,6) C(4,9)
2. A(1,1) B(4,1) C(1,4)

ANEXO 13

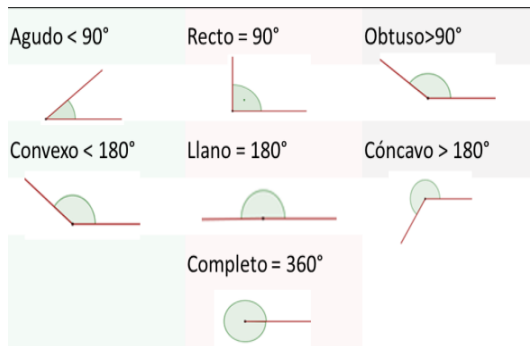
PRUEBA INTERNA DE SEGUNDO PERÍODO

EVALUACIÓN FINAL DE GEOMETRIA

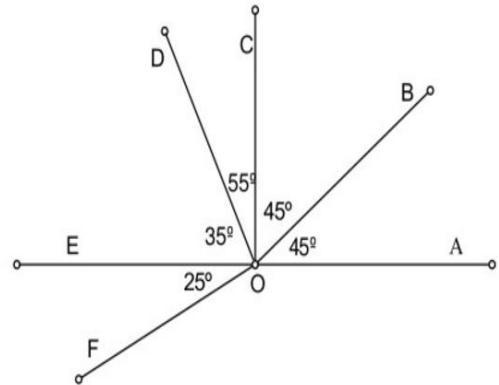
GRADO: 5º
2

PERÍODO:

DOCENTE: SANDRA M. VILLEGAS

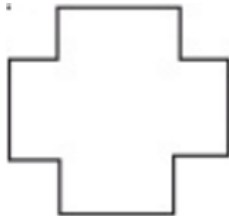


Responde los numerales 3, 4, 5 y 6 a partir de la siguiente representación.



1. La cantidad de ángulos rectos que se observan en la figura es

:



- A. 24 ángulos rectos
- B. 7 ángulos rectos
- C. 10 ángulos rectos
- D. 12 ángulos rectos

2. Un ángulo que mide menos de 90 grados recibe el nombre de:

- A. Recto.
- B. Llano
- C. Obtuso
- D. Agudo.

3. El ángulo COA mide:

- A. 45 grados.
- B. 180 grados.
- C. 90 grados.
- D. 80 grados.

4. Un ángulo llano es:

- A. ángulo DOC
- B. ángulo FOA
- C. ángulo COA
- D. ángulo EOA

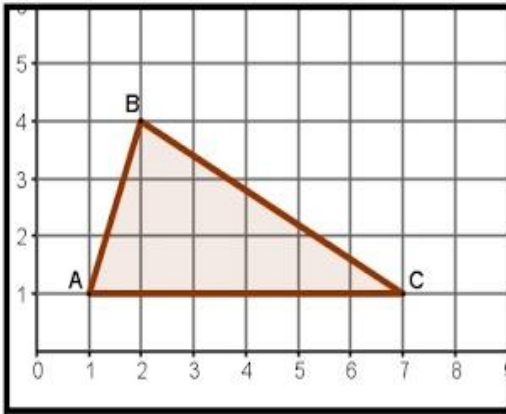
5. El ángulo FOA mide:

- A. 205 grados.
- B. 115 grados.
- C. 135 grados.
- D. 95 grados.

6. Un ángulo agudo es:

- A. El ángulo DOA.
- B. El ángulo COA.
- C. El ángulo EOA.
- D. El ángulo BOA.

Responde los numerales 7 y 8 de acuerdo con la siguiente figura.



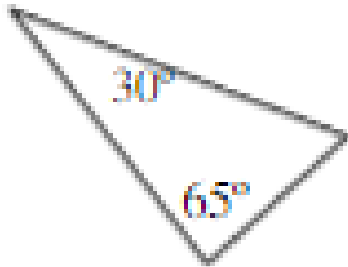
7. Las coordenadas de los puntos que forman el triángulo son:

- A. (1, 1) (4, 2) (1, 7)
- B. (0, 0) (2, 4) (7, 1)
- C. (1, 1) (2, 4) (1, 7)
- D. (1, 1) (2, 4) (7, 1)

8. La suma de los ángulos internos del polígono A B C es igual a

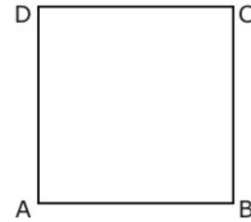
- A. 190 grados.
- B. 100 grados.
- C. 205 grados.
- D. 180 grados

9. La medida del ángulo interno que falta en la figura es:



- A. 30 grados.
- B. 50 grados.
- C. 65 grados.
- D. 85 grados.

10. De la figura que se representa a continuación, es correcto afirmar que:



- A. Todos sus ángulos son agudos.
- B. Todos sus ángulos son llanos.
- C. Todos sus ángulos son obtusos.
- D. Todos sus ángulos son rectos.

ANEXO 14

ACTIVIDAD DE PERIMETRO CON LAPIZ Y PAPEL

El perímetro es la medida del contorno de una figura. Éste se mide en unidades lineales, tales como el centímetro (cm), el metro (m), el kilómetro (km), etcétera.

El área es la medida de la superficie que abarca una figura. Para calcular el área de una figura hay que determinar la cantidad de unidades de superficie que caben en su interior. Ejemplos de unidades de superficie son el cm², el m² y el km².

Perímetro = $8 + 8 + 2 + 2 = 20 \text{ cm}$
Área = $8 \times 2 = 16 \text{ cm}^2$

$$\begin{array}{r}
 p = 3,64 \text{ cm} \\
 2,47 \text{ cm} \\
 + 4,75 \text{ cm} \\
 3,97 \text{ cm} \\
 \hline
 14,73 \text{ cm}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 P = 1,7 \\
 4,23 \text{ m} \\
 + 3,68 \text{ m} \\
 \hline
 3,66 \text{ m} \\
 11,57 \text{ m}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 p = 3,93 \text{ m} \\
 3,68 \text{ m} \\
 + 1,70 \text{ m} \\
 \hline
 9,31
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 P = 6 \text{ cm} \\
 3 \text{ cm} \\
 2 \text{ cm} \\
 2 \text{ cm} \\
 + 4 \text{ cm} \\
 5 \text{ cm} \\
 9 \text{ cm} \\
 \hline
 34 \text{ cm}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 p = 2,0 \text{ cm} \\
 3,0 \text{ cm} \\
 0,5 \text{ cm} \\
 + 4,0 \text{ cm} \\
 1,5 \text{ cm} \\
 \hline
 11,0 \text{ cm}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 P = 6 \text{ cm} \\
 6 \text{ cm} \\
 9 \text{ cm} \\
 + 8 \text{ cm} \\
 15 \text{ cm} \\
 \hline
 47 \text{ cm}
 \end{array}$$

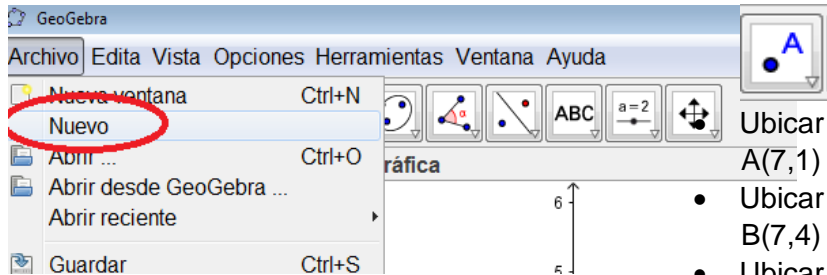
ANEXO 15

GUÍA DE TRABAJO PARA PROFUNDIZAR EL CONCEPTO DE PERÍMETRO EN DE POLÍGONOS CON EL PROGRAMA DINAMICO GEOGEBRA

PERÍMETRO

Explicación

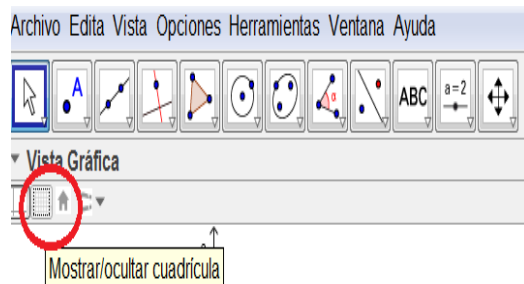
- a. Abrir un nuevo documento



- b. Señalar el icono vista gráfica.

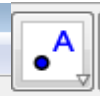


- c. Seleccionar la opción rejilla.



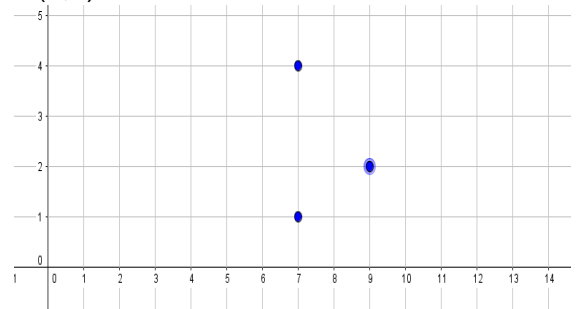
- d. Ubicar en el plano cartesiano los siguientes puntos
A(7,1) B(7,4) C(9,2) Siguiendo este procedimiento:

- Seleccionar la opción punto

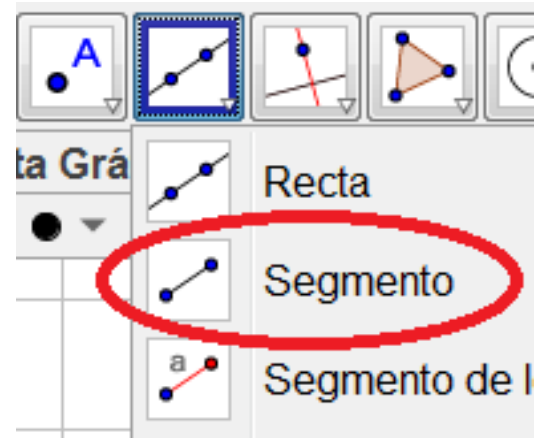


Ubicar el cursor en la coordenada A(7,1)

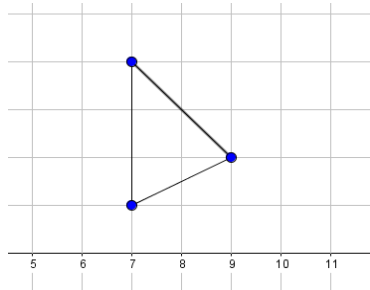
- Ubicar el cursor en la coordenada B(7,4)
- Ubicar el cursor en la coordenada C(9,2)



- a. Seleccionar la opción segmento.

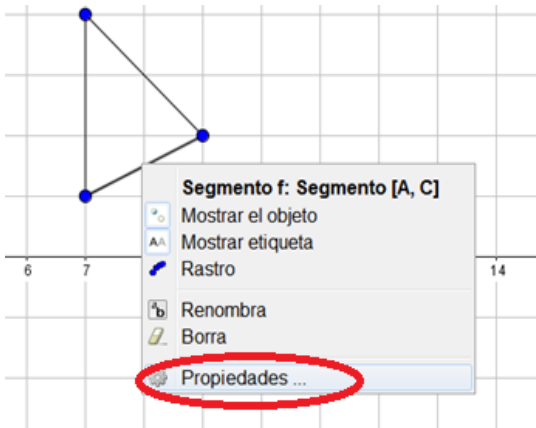


- b. Unir con segmento de recta los puntos para formar un triángulo

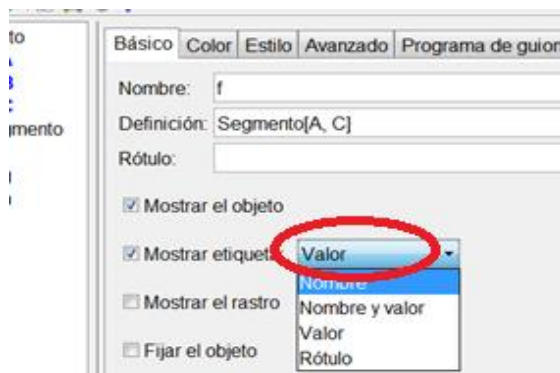


Hallar la longitud de cada segmento de recta, siguiendo este procedimiento:

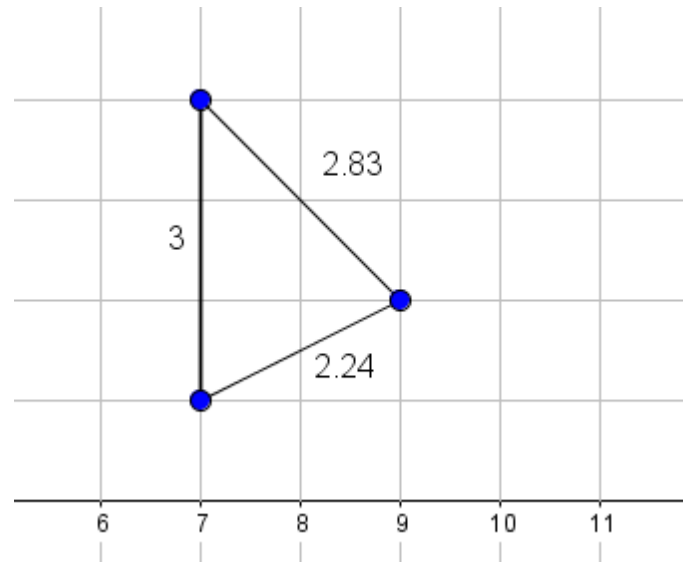
Ubicar el cursor en cada segmento y dar clic izquierdo, luego seleccionar la opción propiedades.



Seleccionar la opción **Mostrar etiqueta** o etiqueta y luego escoger la opción **valor**



Realizar lo mismo para cada segmento de recta hasta hallar todos los valores, como se muestra a continuación.



Hallar perímetro sumando la medida de los lados del polígono.

TALLER DE APLICACIÓN

Dibuja los siguientes polígonos además hallar el perímetro como en el caso anterior.

1. A(1,6) B(7,6) C(4,9)
2. A(1,1) B(4,1) C(1,4)

ANEXO 16

TALLER EVALUATIVO APLICANDO EL CONCEPTO DE PERÍMETRO UTILIZANDO LÁPIZ Y PAPEL

Taller de Geometría.

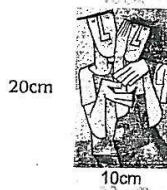
Pensamiento Métrico

Resuelvo problemas de perímetro

acciones afines. Estudiante: Juan Felipe Zuluaga Villegas

Actividad: Realizar el procedimiento para hallar la solución.

1. La mamá de Juan desea enmarcar con tablillas de madera, todas las pinturas que ha hecho durante sus clases de dibujo ¿Cuánto madera necesita para cada cuadro?

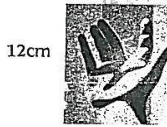


$P=60cm$

45cm

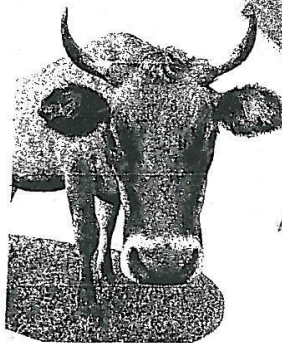


$P=180$



$P=48cm$

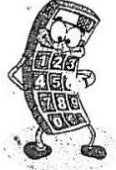
2. Luis Alberto desea cercar su finca para evitar que su ganado se pierda, ¿cuántos metros de cerca necesita en total para cumplir con esta tarea?



$$\begin{array}{r} 31 \\ 2400 \\ 1800 \\ 1200 \\ 810 \\ 420 \\ \hline 560 \\ \hline 6250 \end{array}$$

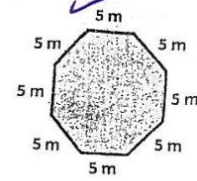
Luis necesita 6.250 m de cerca

- Convenciones
- Competencia Interpretativa
 - Competencia Argumentativa
 - Competencia Propositiva



Muy Bien

7. $P = 40$ m



$$\begin{array}{r} 3360 \overline{) 6} \\ 36 \overline{) 560} \\ \underline{00} \end{array}$$

3. Miguel, Juan y Pedro construyeron cada uno un polígono regular de 6, 7 y 8 lados respectivamente. Si el perímetro de los tres polígonos es igual a 3360 cm. ¿Cuánto mide el lado de cada uno de los polígonos? *R= Miguel 560, Juan 480, Pedro 420*

$$\begin{array}{r} 3360 \overline{) 7} \\ 56 \overline{) 480} \\ \underline{00} \end{array}$$

4. ¿Cuántos lados tiene un polígono regular que tiene un perímetro de 620.32 cm y un lado de longitud 38.77 cm?

$$\begin{array}{r} 3360 \overline{) 8} \\ 16 \overline{) 420} \\ \underline{00} \end{array}$$

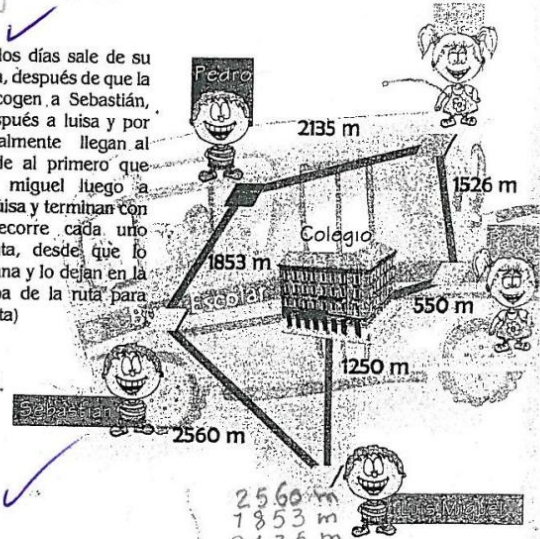
R = el polígono tiene 16 lados

8. Un polígono regular de 25 lados, tiene una longitud de lado de 23,54 cm. ¿Cuál es su perímetro?

$$\begin{array}{r} 23,54 \\ \times 25 \\ \hline 11770 \\ 4708 \\ \hline 588,50 \end{array}$$

R= el perímetro es 588,50 cm

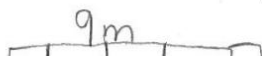
5. Luis Miguel todos los días sale de su casa a tomar su ruta, después de que la ruta lo recoge, recogen a Sebastián, luego a Pedro, después a Luisa y por último a Paola, finalmente llegan al colegio. En la tarde al primero que dejan es a Luis Miguel luego a Sebastián, Pedro, Luisa y terminan con Paola. ¿Cuánto recorre cada uno montado en la ruta, desde que lo recogen en la mañana y lo dejan en la tarde? (usa el mapa de la ruta para responder la pregunta)



- a. Luis Miguel 9874 m
- b. Sebastián 9874 m
- c. Pedro 9874 m
- d. Luisa 9874 m
- e. Paola 9874 m

$$\begin{array}{r} 2560 \text{ m} \\ 1853 \text{ m} \\ 2135 \text{ m} \\ 1526 \text{ m} \\ 550 \text{ m} \\ 1250 \text{ m} \\ \hline 9874 \text{ m} \end{array}$$

6. Soluciona la situación problema, y construye un plano de tu casa o apartamento.



ANEXO 17

GUÍA DE TRABAJO PARA PROFUNDIZAR LA CONCEPTUALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TRÍNGULOS EQUILÁTEROS CON EL PROGRAMA GEOGEBRA.

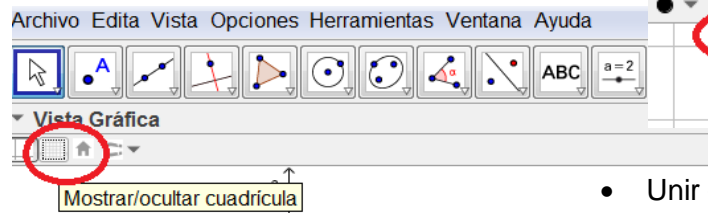
TRIÁNGULO EQUILÁTERO

Explicación

- Ingresar al programa GeoGebra.
- Señalar el icono vista gráfica.

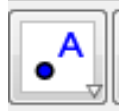


- Seleccionar la opción rejilla.

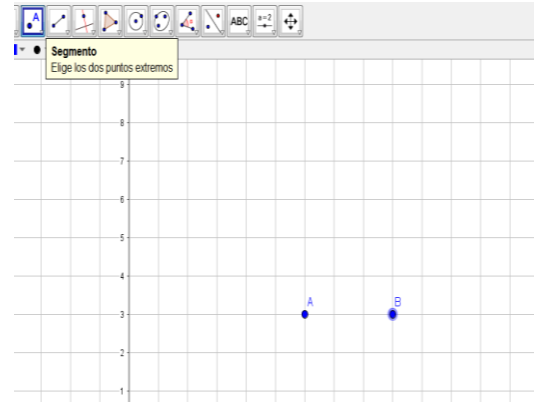


- Ubicar en el plano cartesiano los siguientes puntos
2. A(6,3) B(9,3) Siguiendo este procedimiento

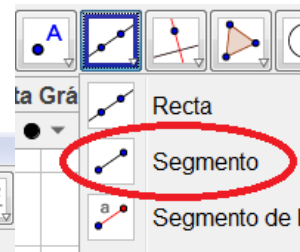
- Seleccionar la opción punto



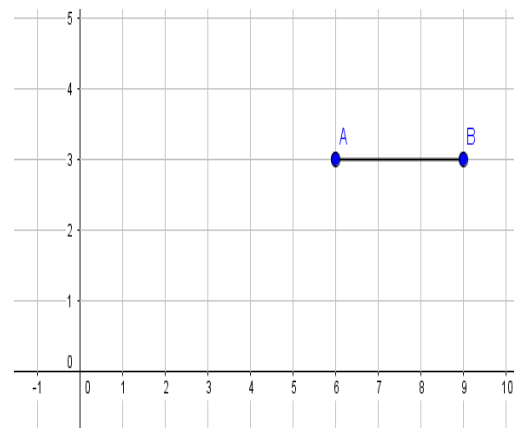
- Ubicar el cursor en la coordenada A(6,3)
- Ubicar el cursor en la coordenada B(9,3)



- Seleccionar la opción segmento.

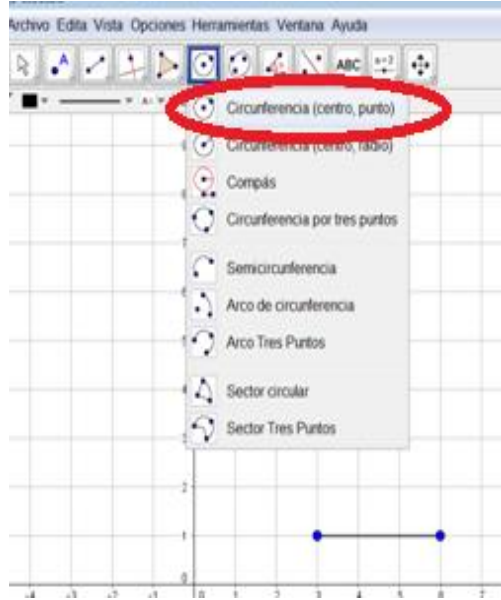


- Unir con segmento de recta los puntos A Y B

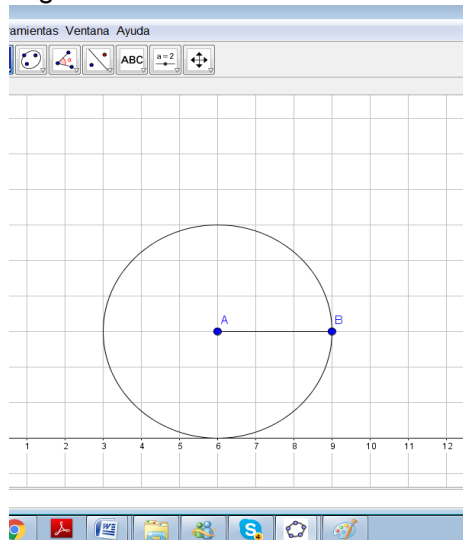


Construir circunferencias

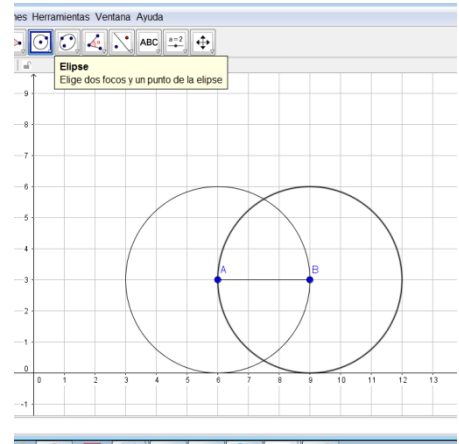
- Seleccionar la opción circunferencia (centro, punto)



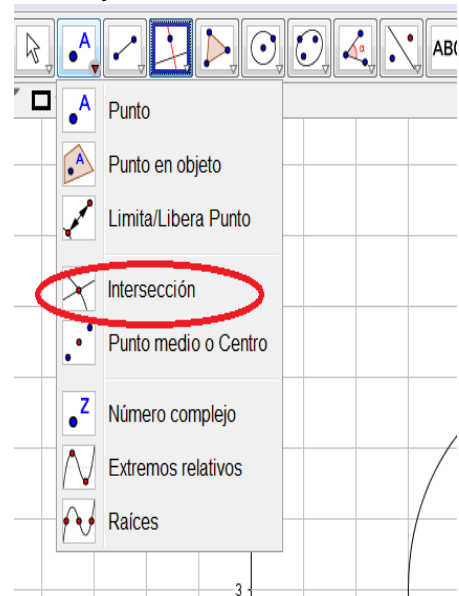
- El punto centro será A, y se amplía la circunferencia hasta llegar a B



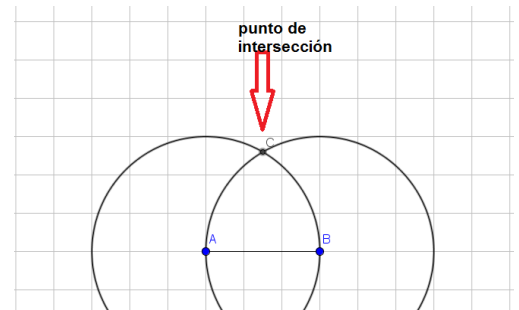
- El punto centro será B, y se amplía la circunferencia hasta llegar a A



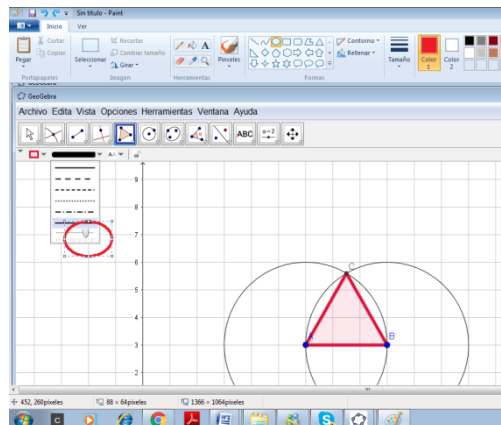
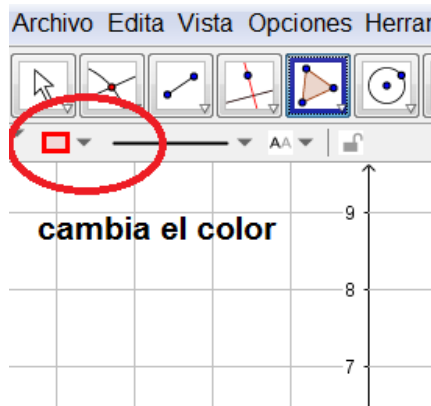
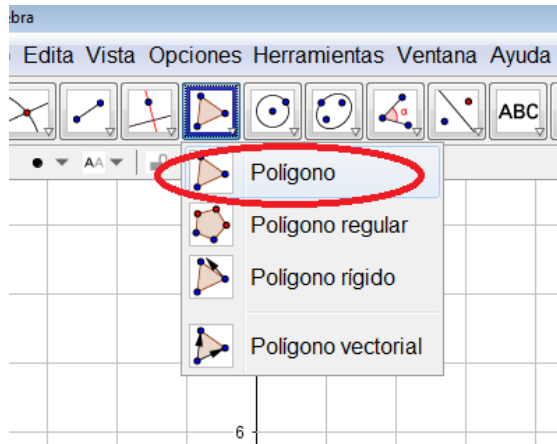
- Ubico el punto de intersección de dos objetos



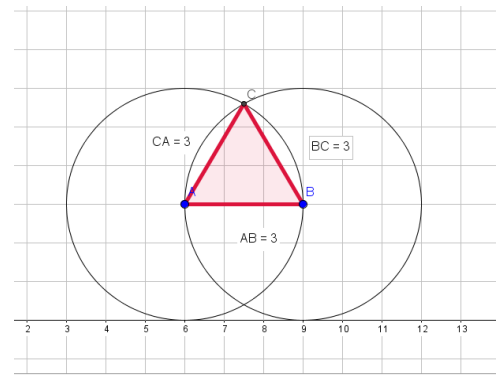
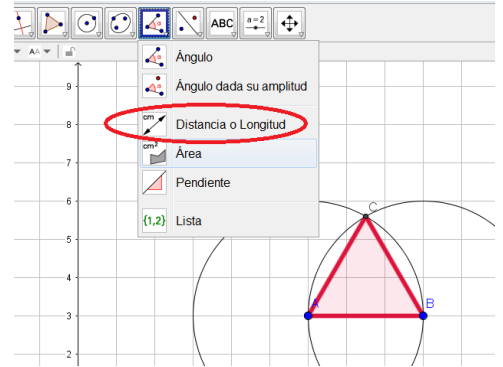
- Ubicar donde se intersectan las dos circunferencias



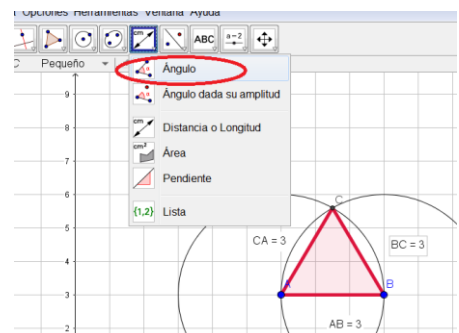
Con la opción polígono formar el triángulo y cambiarle el color si desea y el grosor de la línea en los siguientes iconos.

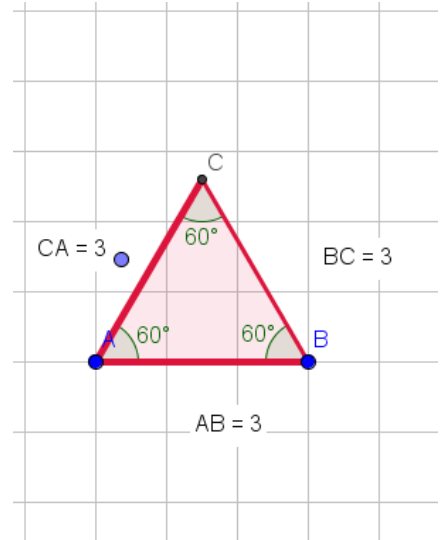
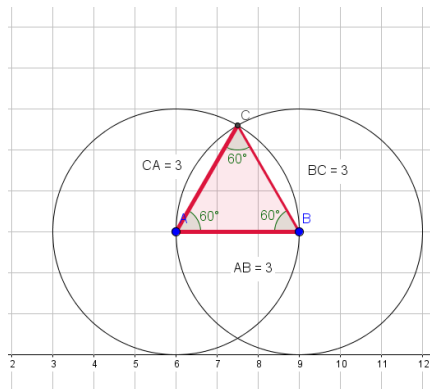


- Medir lados con la opción distancia o longitud señalando cada lado y verificar que los lados miden 3 unidades

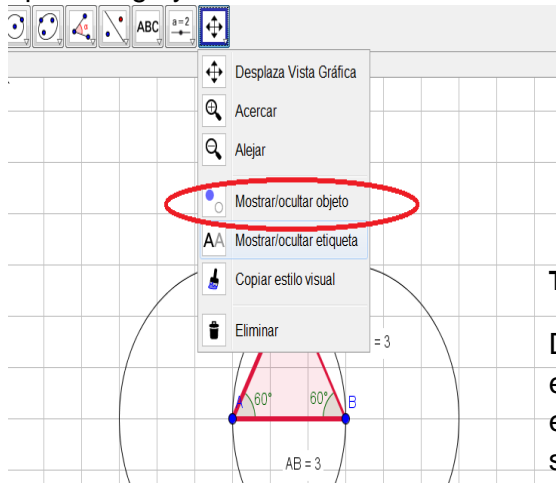


- Medir sus ángulos con la opción ángulo dándole Click al centro del triángulo





- Se procede a ocultar las construcciones auxiliares dando Click a cada circunferencia y a la opción elige y mueve

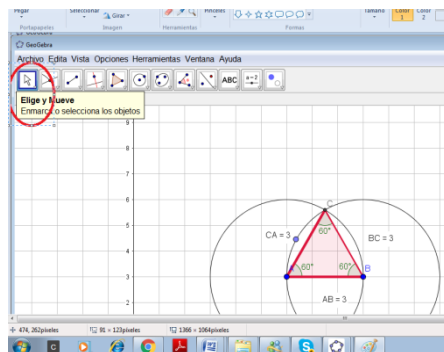


- Verificar que al mover el triángulo equilátero conserva sus propiedades

Taller de aplicación

Dibuja los siguientes triángulos equiláteros como se observó en la explicación anterior, partiendo de las siguientes coordenadas

3. A(12,1) B(14,1)
4. A(1,3) B(5,3)
5. A(8,6) B(13,6)
6. A(6,5) B(13,5)



ANEXO 18

GUÍA DE TRABAJO PARA PROFUNDIZAR LA CONCEPTUALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TRIÁNGULO ISÓSCELES.

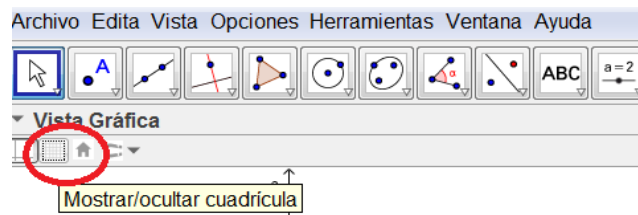
TRIÁNGULO ISÓSCELES

Explicación

- Ingresar al programa GeoGebra.
- Señalar el icono vista gráfica.

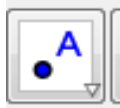


- Seleccionar la opción rejilla.

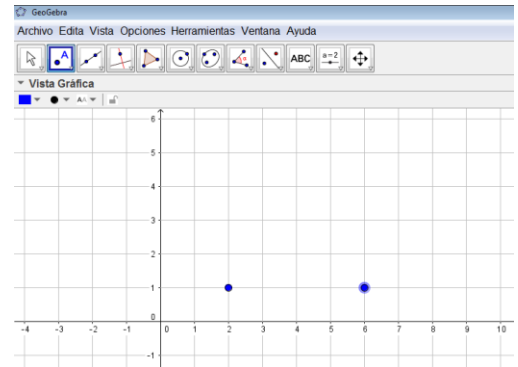


- Ubicar en el plano cartesiano los siguientes puntos
- A(2,1) B(6,1) Siguiendo este procedimiento

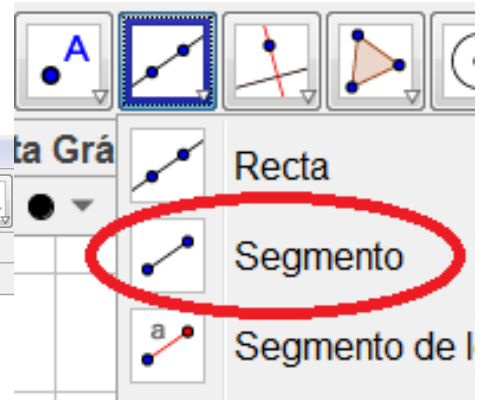
- Seleccionar la opción punto



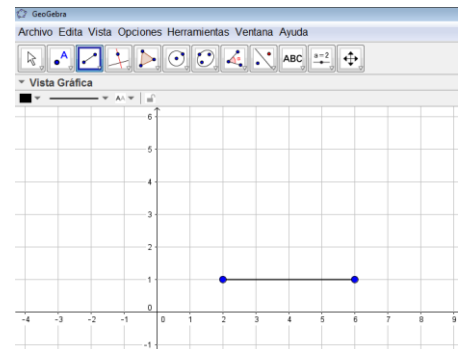
- Ubicar el cursor en la coordenada A(2,1)
- Ubicar el cursor en la coordenada B(6,1)



- Seleccionar la opción segmento.

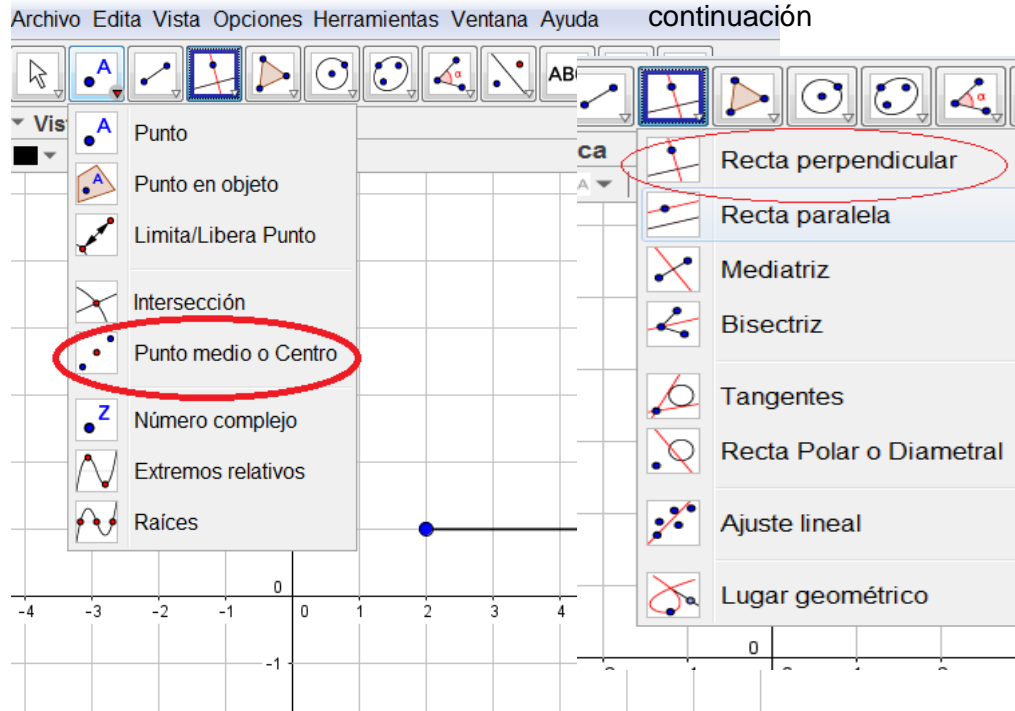


- Unir con segmento de recta los puntos para formar un triángulo

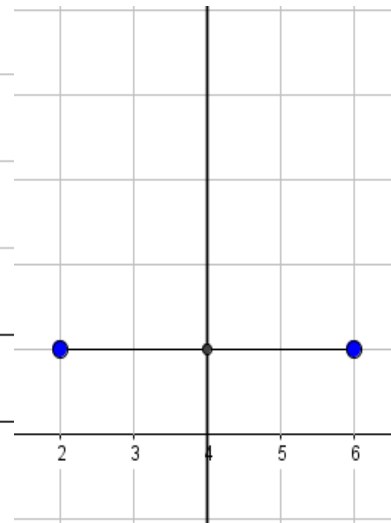
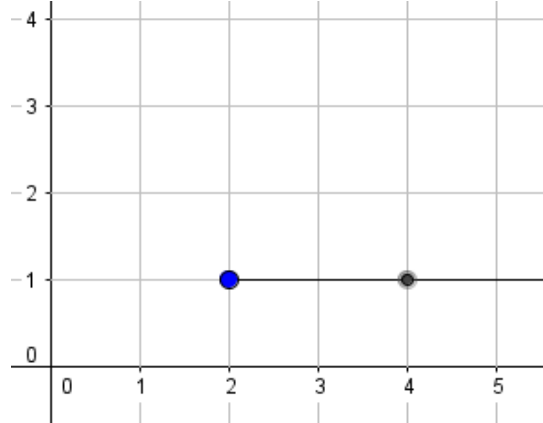


- Luego Seleccionar la opción punto medio

punto medio, como se muestra a continuación

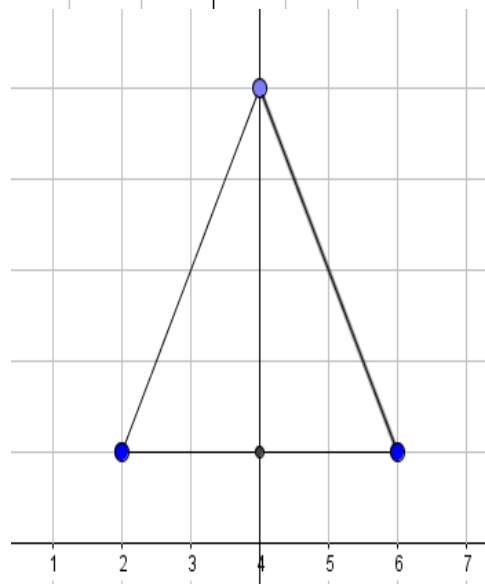
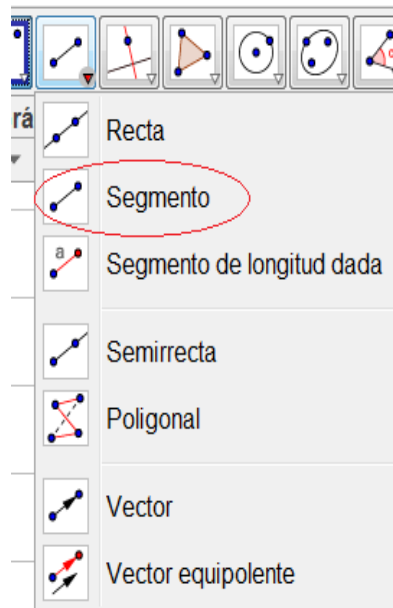


- Señalar el segmento y marcar el punto.

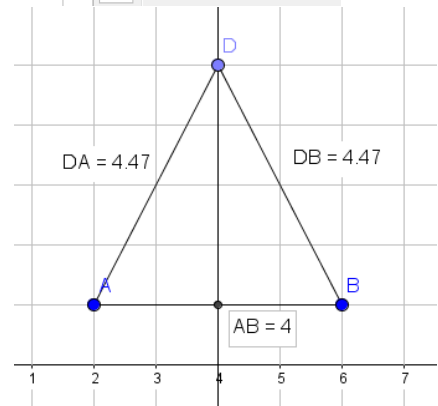
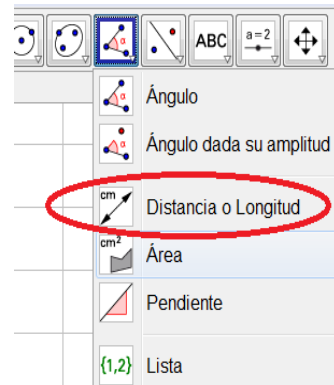


- Luego seleccionar la opción recta perpendicular y marcar en el
- A partir de la línea intermedia se trazan dos segmentos de recta

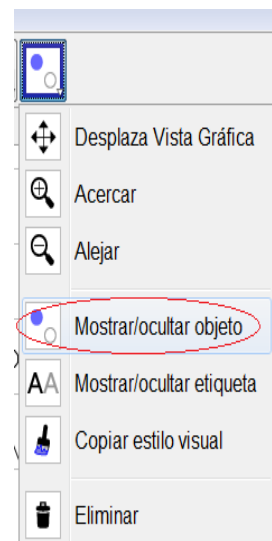
que partan del mismo punto (el que usted desee)

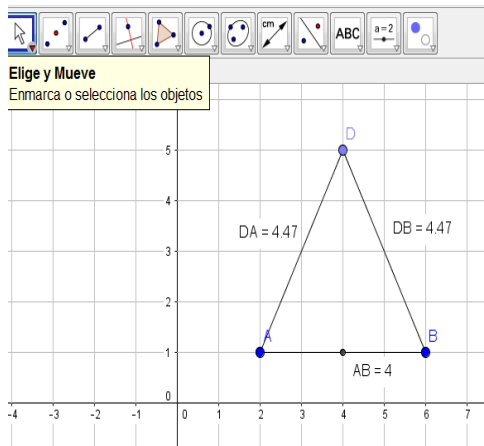


- Medir los lados con la opción distancia o longitud señalando cada lado y verificar que dos de sus lados son iguales

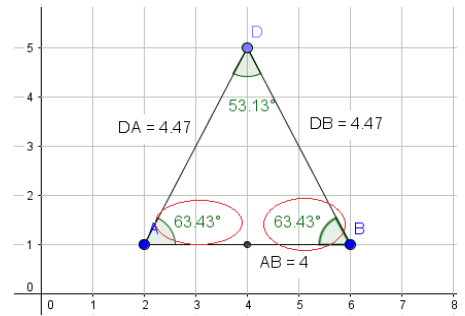


- Se procede a ocultar la construcciones auxiliar, dando Click a la opción ocultar objeto, se selecciona la recta intermedia y se da clic en la opción elige y mueve.





- Medir los ángulos y comprobar que el triángulo isósceles tiene además dos ángulos iguales.



Taller de aplicación

Dibuja los siguientes triángulos isósceles como se observó en la explicación anterior, partiendo de las siguientes coordenadas:

1. A(11,1) B(17,1)
2. A(6,4) B(11,4)
3. A(0,6) B(6,6)
4. A(10,7) B(18,7)

ANEXO 19

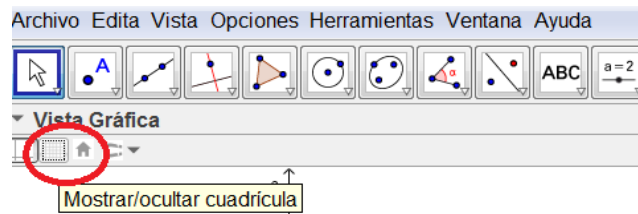
GUÍA DE TRABAJO PARA PROFUNDIZAR LA CONCEPTUALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL TRIÁNGULO ESCALENO UTILIZANDO EL PROGRAMA GEOGEBRA.

TRIÁNGULO ESCALENO.
Explicación

- Ingresar al programa GeoGebra.
- Señalar el icono vista gráfica.

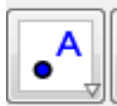


- Seleccionar la opción rejilla.



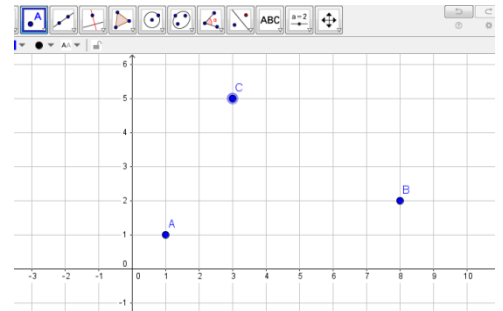
- Ubicar en el plano cartesiano los siguientes puntos
 - A(1,1) B(8,2) C(3,5)
- Siguiendo este procedimiento

- Seleccionar la opción punto

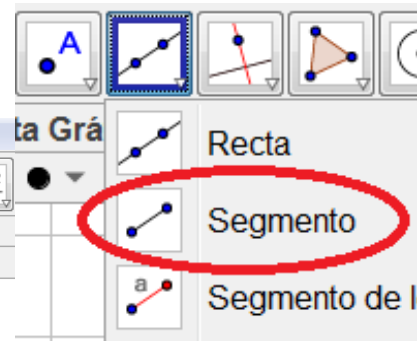


- Ubicar el cursor en la coordenada A(1,1)
- Ubicar el cursor en la coordenada B(8,2)

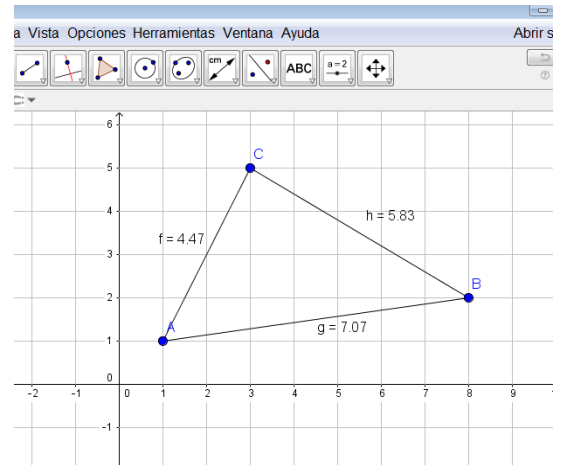
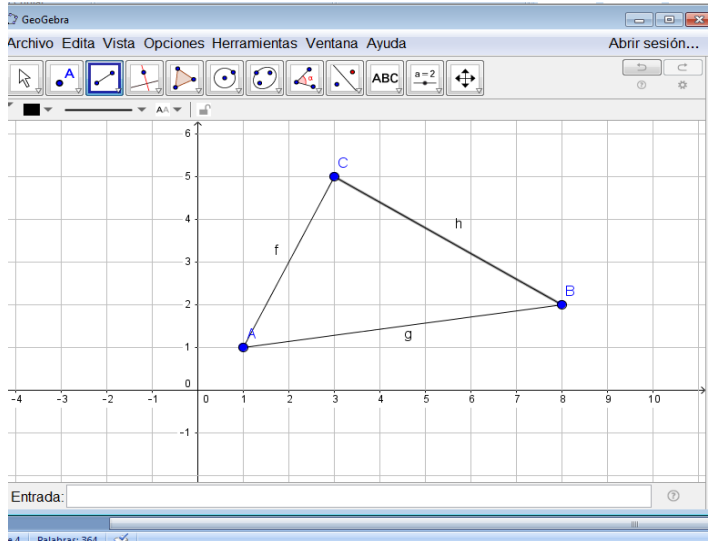
- Ubicar el cursor en la coordenada C(3,5)



- Seleccionar la opción segmento.

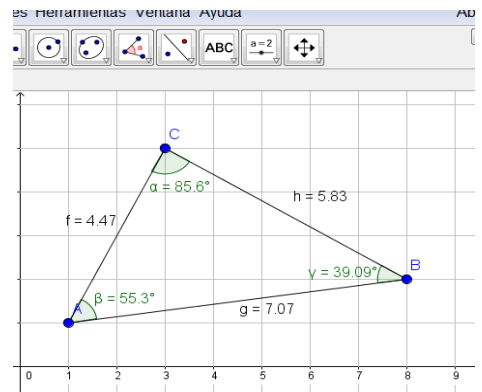
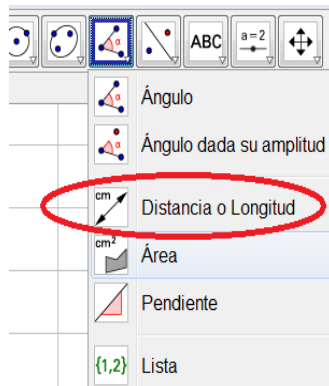


- Unir con segmento de recta los puntos para formar un triángulo



Luego medir los ángulos y comprobar que el triángulo escaleno tiene diferentes medidas en sus ángulos y lados.

- Medir los lados con la opción distancia o longitud señalando cada lado y verificar que sus lados tienen distintas medidas.



Taller de aplicación

Dibuja los siguientes triángulos escalenos como se observó en la explicación anterior, partiendo de las siguientes coordenadas:

- e. A (1,6) B (6,5), C (3,8)
- f. A (9,4) B (13,5), C (7,6)
- g. A (11,6) B (15,6), C (12,10)

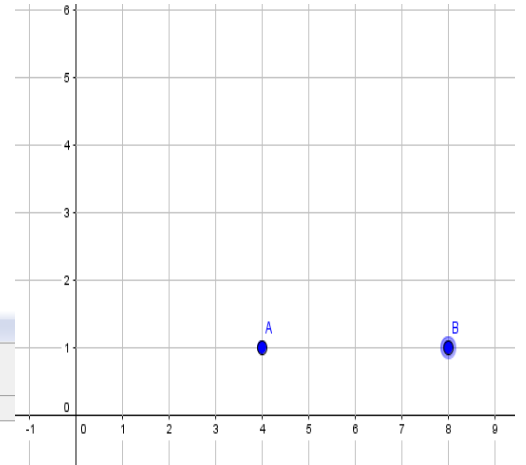
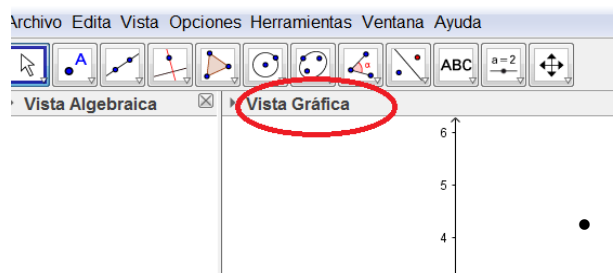
ANEXO 20

GUÍA DE TRABAJO PARA PROFUNDIZAR SIMETRÍA DE UN POLÍGONO UTILIZANDO EL PROGRAMA GEOGEBRA.

SIMETRÍA

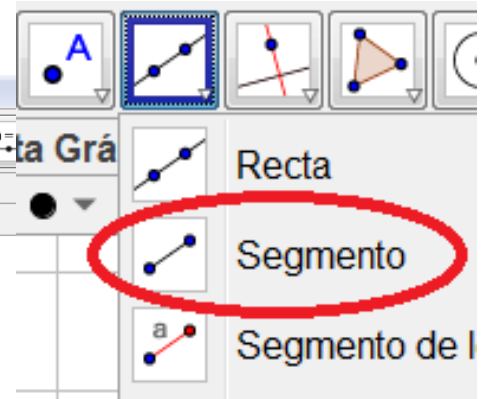
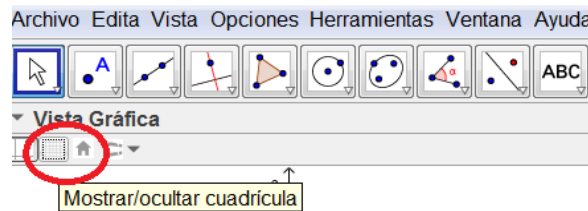
Explicación

- Ingresar al programa GeoGebra.
- Señalar el icono vista gráfica.



- Seleccionar la opción segmento.

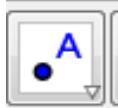
- Seleccionar la opción rejilla.



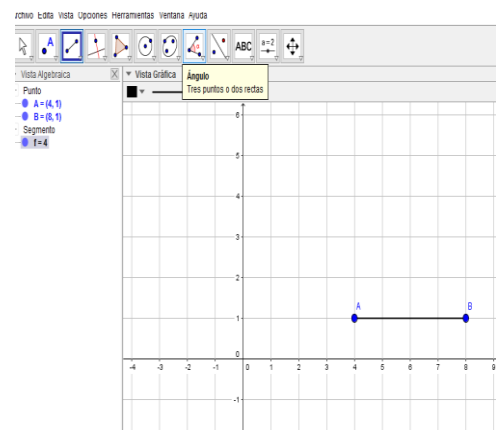
- Ubicar en el plano cartesiano los siguientes puntos
- A(4,1) B(8,1) Siguiendo este procedimiento

- Unir con segmento de recta los puntos para formar un triángulo

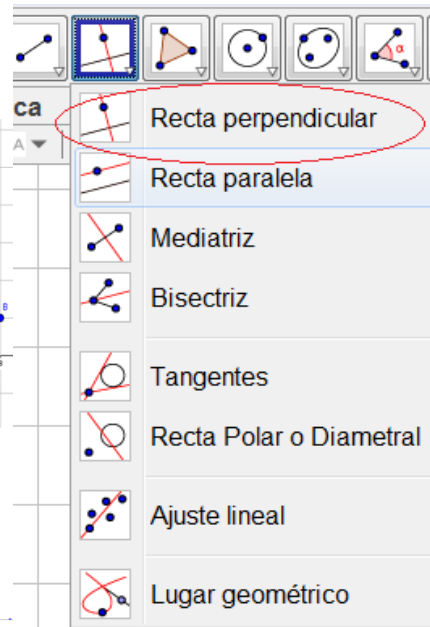
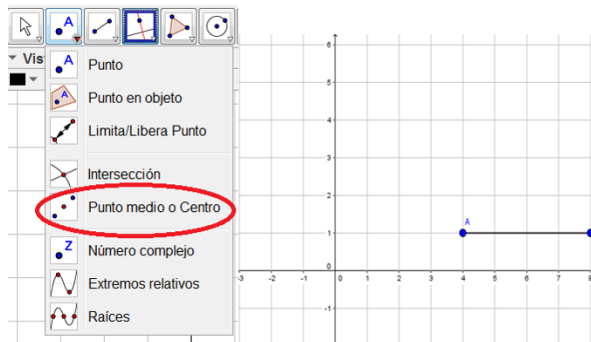
- Seleccionar la opción punto



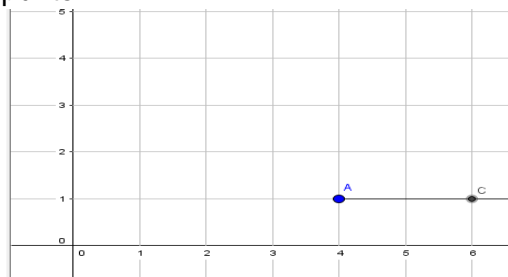
- Ubicar el cursor en la coordenada A(4,1)
- Ubicar el cursor en la coordenada B(8,1)



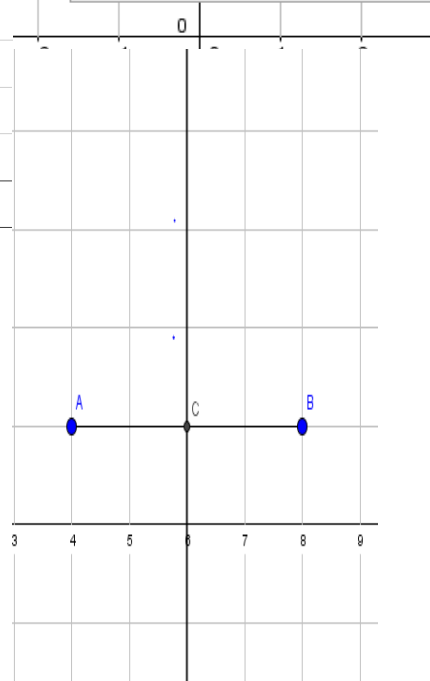
- Luego Seleccionar la opción punto medio



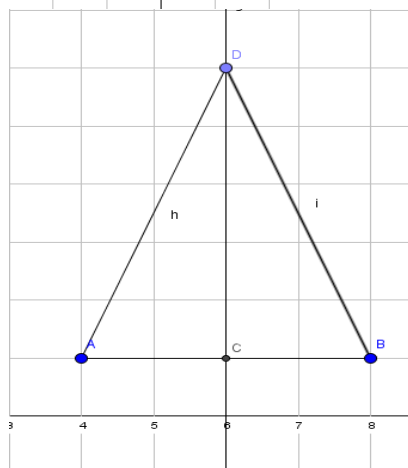
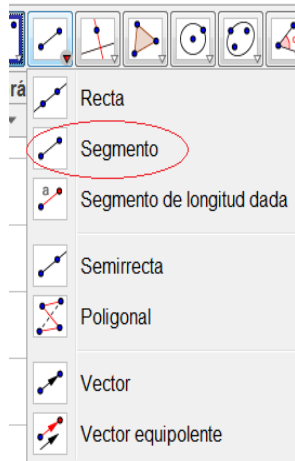
- Señalar el segmento y marcar el punto.



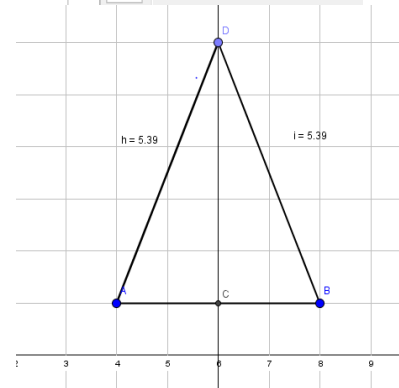
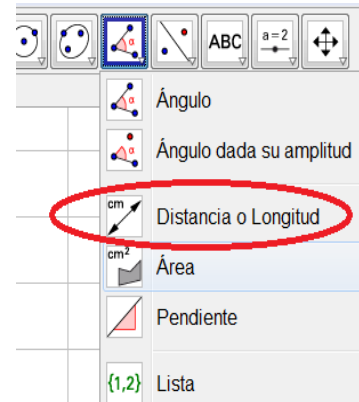
- Luego seleccionar la opción recta perpendicular y marcar en el punto medio, como se muestra a continuación



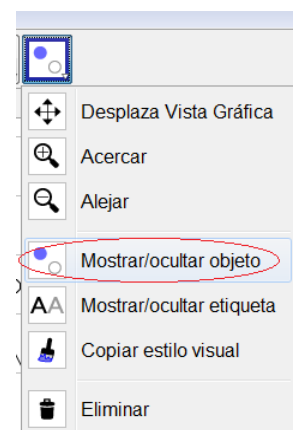
- A partir de la línea intermedia se trazan dos segmentos de recta que partan del mismo punto (el que usted desee)
-

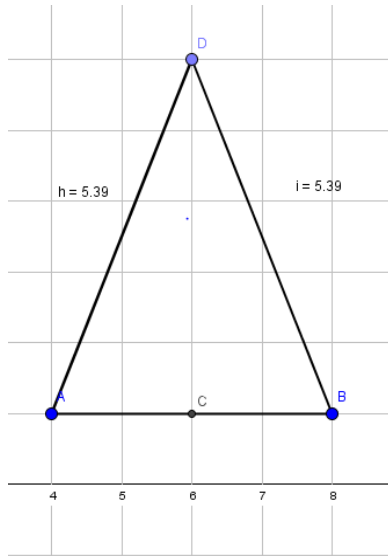


- Medir los lados con la opción distancia o longitud señalando cada lado y verificar que dos de sus lados son iguales

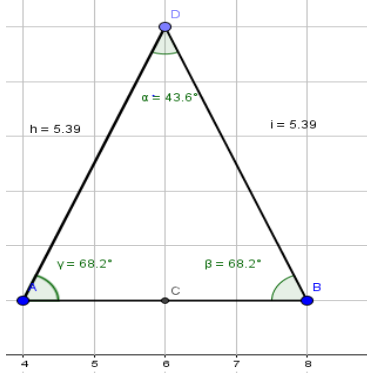


- Se procede a ocultar la construcciones auxiliar, dando click a la opción ocultar objeto, se selecciona la recta intermedia y se da clic en la opción elige y mueve.



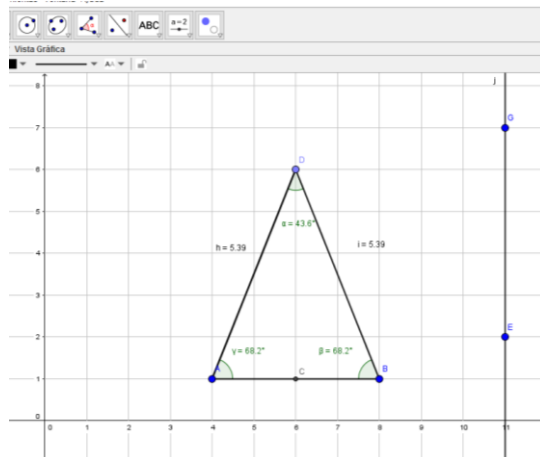


- Medir los ángulos y comprobar que el triángulo isósceles tiene además dos ángulos iguales.

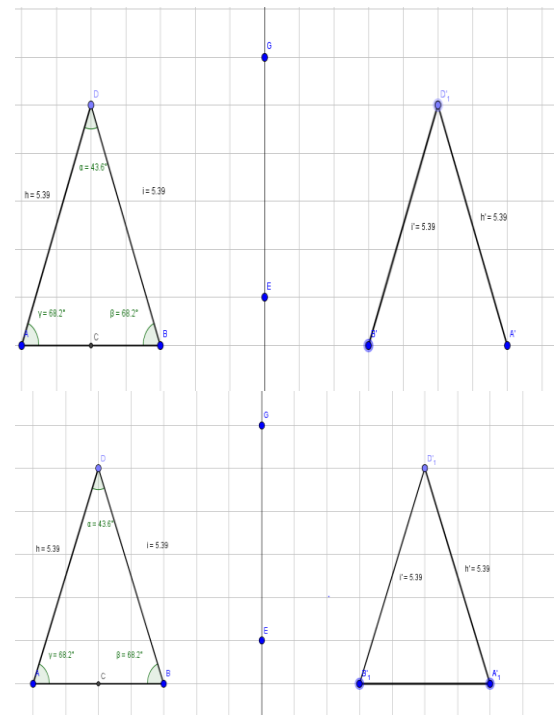
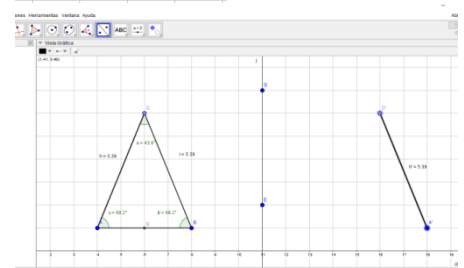
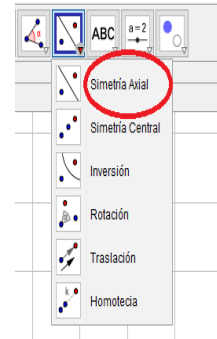


- Trazar una recta que pase por los puntos (11,2) (11,7), la cual es denominada eje de simetría axial.

Recuerde habilitar el icono recta



- Seleccionar el icono simetría axial y en el triángulo señalar cada segmento y tocar sucesivamente el eje de simetría, hasta formar la figura reflejada.



Si observa las dos figuras resultantes podrá darse cuenta

que la distancia de cada punto al eje de simetría es igual.

Taller de aplicación

Dibuja los siguientes triángulos isósceles como se observó en la explicación anterior, partiendo de las siguientes coordenadas:

- e. A (2,1) B (6,1), traza el eje de simetría axial por los puntos (8,2) (8,6) y reflejar la figura.
- f. A (5,4) B (10,4) traza el eje de simetría axial por los puntos (11,2) (11, 8) y reflejar la figura.
- g. A (1,6) B (5,6), traza el eje de simetría axial por los puntos (8,1) (8,7) y reflejar la figura.

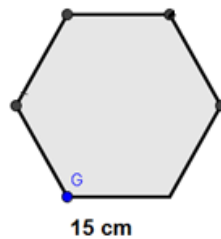
ANEXO 21

PRUEBA INTERNA DE TERCER PERÍODO

EVALUACIÓN FINAL DE GEOMETRÍA

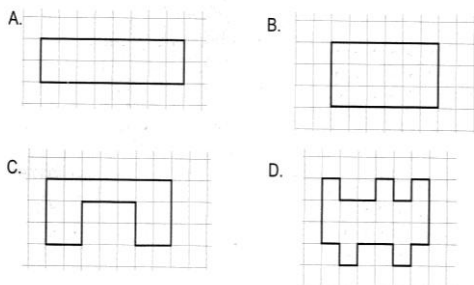
GRADO: 5º PERÍODO: 3
DOCENTE: SANDRA M. VILLEGAS

1. Daniel esta construyendo una cometa con forma de hexágono de lados iguales, como la que se muestra en la figura.



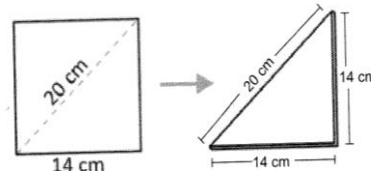
La cantidad de hilo que necesita para hacer el perímetro de la cometa es:

- a. 90 cm.
 - b. 60 cm.
 - c. 100 cm.
 - d. 80 cm.
2. Federico quiere comprar un terreno de 18 m^2 de área en el cual construirá un palpon para sus gallinas. En las siguientes cuadrículas, cada cuadrado tiene 1 m de lado. De las figuras, la que cumple con la condición es.



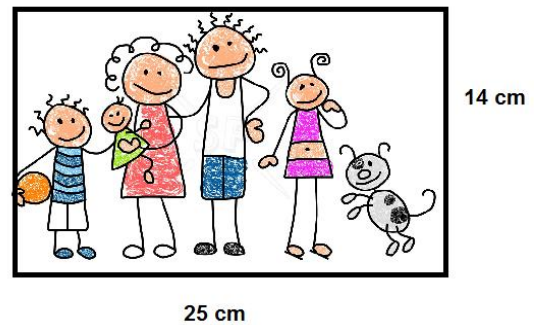
3. Mientras desayunaba, Samuel dobló una servilleta cuadrada por la diagonal

y obtuvo una servilleta con forma de triángulo y luego midió el perímetro y luego midió el perímetro de esa forma triangular. El valor que obtuvo en centímetros, fue:



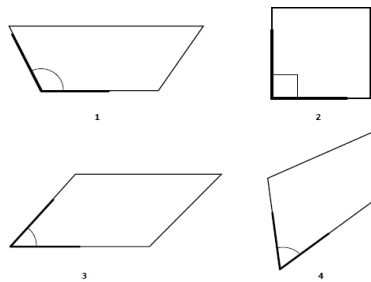
- A. 34 cm.
- B. 38 cm.
- C. 48 cm.
- D. 28 cm.

4. La mamá de Juan desea enmarcar con tablillas de madera, la siguiente pintura. ¿Cuánto necesita de madera para enmarcarla?



- A. 78 cm
- B. 50 cm
- C. 80 cm
- D. 24 cm

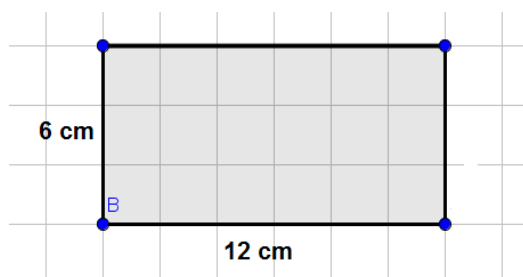
5. A continuación se presentan cuatro figuras geométricas, y en cada una de ellas se señala un ángulo



¿En cual o cuales se señala un ángulo obtuso? Recuerda: un ángulo obtuso mide más de 90°

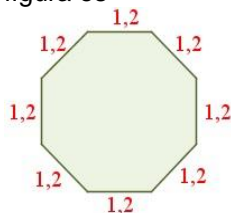
- A. En la 1.
- B. En la 2.
- C. En la 3.
- D. En la 4

6. Cual es el área de la siguiente figura, considerando que cada cuadrado equivale a 2 cm^2



- A. 24 cm^2
- B. 58 cm^2
- C. 72 cm^2
- D. 14 cm^2

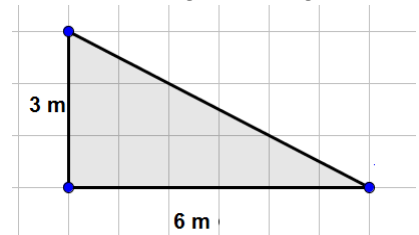
7. El perímetro de la siguiente figura es



- A. 1,4

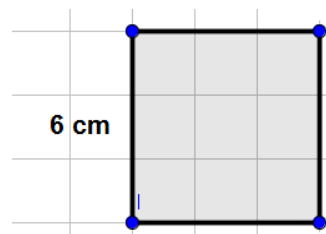
- B. 9,6
- C. 12,6
- D. 18,8

8. El área de la siguiente figura es



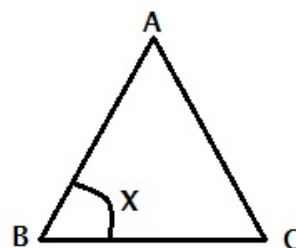
- A. 5 m^2
- B. 7 m^2
- C. 9 m^2
- D. 19 m^2

9. cual es el área de la figura si cada cuadrado equivale a 2 cm^2



- A. 4 cm^2
- B. 9 cm^2
- C. 24 cm^2
- D. 36 cm^2

10. Si el triángulo que se observa es equilátero la medida del ángulo x es:



- a) 60°
- b) 80°
- c) 30°
- d) 180°

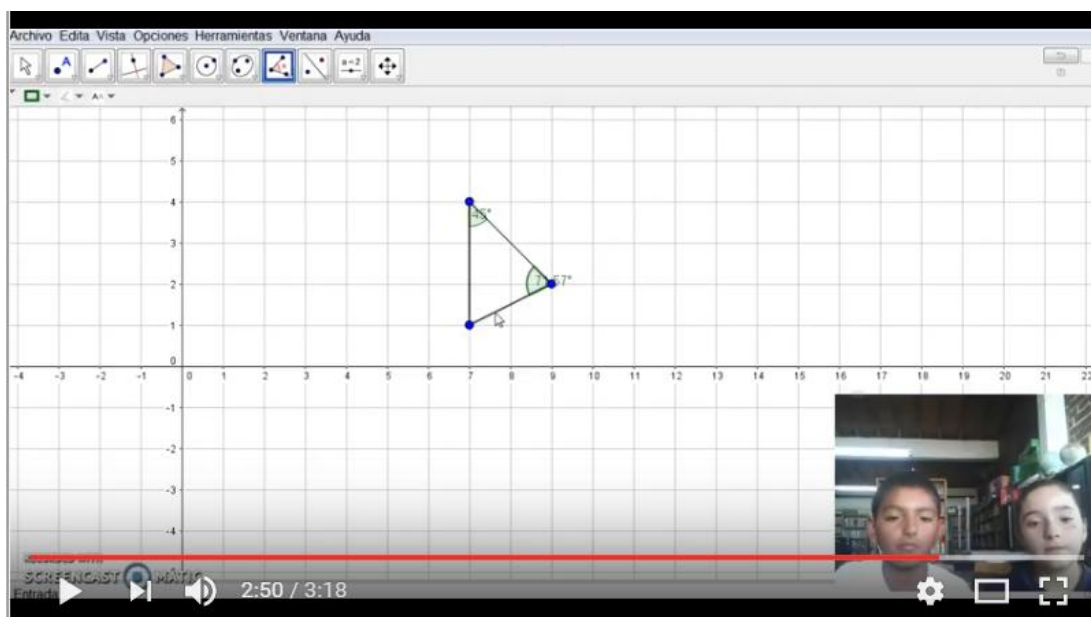
ANEXO 22

VIDEOS DE ESTUDIANTES USANDO EL PROGRAMA DINÁMICO GEOGEBRA

- Construcción de polígonos y medida de ángulos (Estudiantes de 5º2: Julián, Simón y Brayan) <https://youtu.be/NTt4ispQAqg>



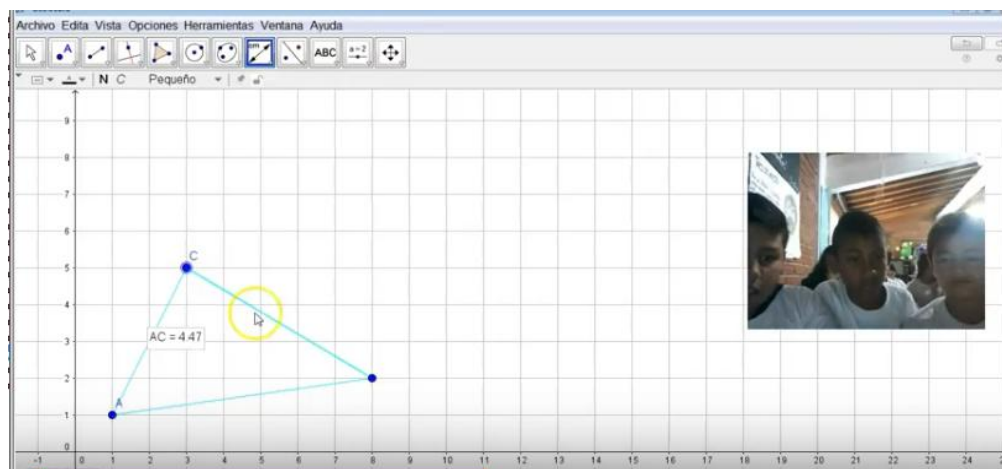
- Medición de ángulos a polígono (Estudiantes de 5º4 con necesidades educativas: Alejandro y Luisa Fernanda) <https://youtu.be/-UJcrkDmQYs>



Construcción de triángulo equilátero en el programa GeoGebra (Estudiantes de 5^o4: Jenny y Yaqueline) https://youtu.be/2okZ4eG_giQ



- Construcción de triángulos escalenos (Estudiantes de 5^o2: Simón, Brayan y Samuel) <https://youtu.be/7shhuqb-da4>



Entrevista al grupo 5º2 Estudiantes: Estefanny, Camila, Simón y Manuela
<https://youtu.be/VMWjR5Upa4o>



Entrevista a estudiantes de 5º2 y 5º4 con necesidades educativas: Tatiana, Jenny, Verónica, Jacqueline y Valeria
<https://youtu.be/Y-iCIIAr6Bc>



ANEXO 23

CARTILLA CON GUÍAS PARA PROFUNDIZAR LOS CONCEPTOS DE POLÍGONOS
CON EL PROGRAMA GEOGEBRA.

