

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA GEOGEBRA PARA LA COMPETENCIA DE RAZONAMIENTO GEOMÉTRICO EN ESTUDIANTES DEL GRADO NOVENO.
IMPLEMENTATION OF THE GEOGEBRA TOOL FOR GEOMETRIC REASONING COMPETITION IN NINTH GRADE STUDENTS

Autora: Luz Nelly Medina Escamilla
Código ORCID: 0000-0003-2682-975X
Correo: nellymed82@gmail.com

Institución donde labora: Institución Educativa San José- Cúcuta

Resumen

El estudio desarrollado, y que se presenta sucinto en este informe, se planteó como objetivo implementar un plan de intervención con la herramienta GeoGebra para la competencia del Razonamiento Geométrico en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa San José de la ciudad de Cúcuta. Desde el punto de vista teórico, se sustenta en la teoría de las situaciones didácticas. Metodológicamente, se trata de un estudio cuasiexperimental de pretest y postest con grupo control. El pretest demostró falencias en Razonamiento Geométrico en los estudiantes, tanto en el grupo de control como experimental. Estos resultados llevaron al diseño e implementación de un Plan de Intervención al grupo experimental utilizando la herramienta GeoGebra. Luego de aplicado el postest se demostró, a través de sus resultados, que el Plan fue Significativo, toda vez que un porcentaje de los estudiantes del grupo experimental respondieron correctamente las interrogantes del instrumento sobre Razonamiento Geométrico y un porcentaje alto pasó del nivel 1 de Van Hiele al nivel 2.

Palabras Clave: Razonamiento Geométrico, Geogebra, enseñanza, TIC, recurso didáctico.

Introducción

La Matemática de la enseñanza secundaria suele ser formal y desde el primer momento están presentes todos los elementos típicos de los métodos matemáticos de trabajo: definiciones formales, demostraciones lógicas, redes de teoremas, etc. Esto, unido, a los factores psicológico y social presentes en la falta de gusto por la matemática, es lógico el desconcierto y la falta de recursos de los estudiantes ante un cambio de las reglas del juego. Las consecuencias más evidentes son la mecanización del aprendizaje, el fracaso escolar, el abandono de los estudiantes y la disminución del nivel de exigencia del profesorado. Las ideas precedentes son las que han despertado el interés por desarrollar el trabajo de investigación que se presenta. En el mismo, se pretendió estudiar la competencia de Razonamiento Geométrico a partir de la implementación de la herramienta GeoGebra en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Colegio San José de la Ciudad de Cúcuta. Desde el punto de vista teórico, se sustenta en las aportaciones de Vygotsky (1979) y la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau (1986). Metodológicamente, se trata de un estudio cuasiexperimental de pretest y postest con grupo control.

El razonamiento geométrico

Los docentes, como profesionales dedicados a la enseñanza de niños y jóvenes, tienen conocimiento, aprendido desde los estudios de pregrado, que el razonamiento lógico se inicia desde edades tempranas, para lo cual, el Ministerio de Educación Nacional (2006) plantea que, en los primeros grados se debe contar con materiales físicos y manipulativos que ayudan a comprender que las matemáticas no son simplemente una memorización de reglas y algoritmos. De tal modo, como señala Brousseau (1986) es conveniente que las situaciones didácticas propicien el razonamiento en los aspectos geométricos. En esas situaciones pueden aprovecharse diversas ocasiones de reconocer y comprobar la coherencia de una proposición con otras aceptadas previamente como teoremas, axiomas, postulados o principios, o al intentar refutarla por su contradicción con otras o por la construcción de contraejemplos.

Entonces, se hace prioritario, definir el Razonamiento Geométrico, para lo cual se parte de los términos planteados en el Diccionario de la Real Academia Española (2001), el cual en la entrada de razonamiento significa una serie de conceptos encaminados a demostrar algo. Sobre este aspecto, Samper, Leguizamón & Camargo (2001), identifican al Razonamiento Geométrico con la capacidad de establecer nuevas relaciones entre conceptos geométricos.

Ahora bien, para caracterizar el Razonamiento Geométrico se parte, en este estudio, por un lado, de los niveles de Van Hiele para la enseñanza de la Geometría, y por otro, de la competencia de Razonamiento Geométrico asociada a los Derechos Básicos de Aprendizaje y a los Estándares Básicos de Competencias, particularmente en aquellos relacionados con la geometría del grado noveno en la educación colombiana.

Con respecto a los niveles de Van Hiele para la enseñanza de la geometría se siguen los postulados de Guillén (2004) quien plantea que estos niveles identifican las diferentes formas de razonamiento geométrico de los sujetos y se puede valorar su progreso. Van Hiele propone cinco niveles de desarrollo del pensamiento geométrico que muestran un modo de estructurar el aprendizaje de la geometría.

Los mismos sólo permiten, en este estudio, un análisis en cada uno de los ítems del pretest y postest, que coadyuva para ubicar el porcentaje de estudiantes en cada pregunta en qué nivel se encuentra, para, a partir de allí, tener elementos sobre que contenidos son de mayor aprendizaje por parte de los estudiantes. Estos niveles son:

El Nivel 1: Es el nivel de la visualización, llamado también de familiarización, en el que el alumno percibe las figuras como un todo global, sin detectar relaciones entre tales formas o entre sus partes.

El Nivel 2: Es un nivel de análisis, de conocimiento de los componentes de las figuras, de sus propiedades básicas.

El Nivel 3: Llamado de ordenamiento o de clasificación. Las relaciones y definiciones empiezan a quedar clarificadas, pero sólo con ayuda y guía.

El Nivel 4: Es ya de razonamiento deductivo; en él se entiende el sentido de los axiomas, las definiciones, los teoremas, pero aún no se hacen razonamientos abstractos, ni se entiende suficientemente el significado del rigor de las demostraciones.

El Nivel 5: Es el del rigor; es cuando el razonamiento se hace rigurosamente deductivo.

En lo que respecta a la competencia de Razonamiento Geométrico, el Ministerio de Educación Nacional (1998) plantea que la apropiación por parte de los estudiantes del espacio físico y geométrico requiere del estudio de distintas relaciones espaciales de los cuerpos sólidos y huecos entre sí. Para ello, en este estudio, es importante tener presente los Derechos Básicos de Aprendizaje y los Estándares Básicos de Competencias de matemática, relacionados con la Geometría, con particular atención al Razonamiento Geométrico.

Con relación a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), el Ministerio de Educación Nacional (2006) plantea para el noveno grado los siguientes derechos en Matemática, asociados a la geometría con sus respectivas evidencias de aprendizaje, los cuales son: Identifica y utiliza relaciones entre el volumen y la capacidad de algunos cuerpos redondos (cilindro, cono y esfera) con referencia a las situaciones escolares y extraescolares. Utiliza teoremas, propiedades y relaciones geométricas (teorema de Thales y el teorema de Pitágoras) para proponer y justificar estrategias de medición y cálculo de longitudes. Conjetura acerca de las regularidades de las formas bidimensionales y tridimensionales y realiza inferencias a partir de los criterios de semejanza, congruencia y teoremas básicos.

Sobre los Estándares Básicos de Competencias, el Ministerio de Educación Nacional (2006) plantea para la enseñanza de la matemática, cinco procesos generales. Estos son formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad, comunicación, razonamiento; formular, comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos. En cuanto al razonamiento, objeto de interés en esta investigación, se puede conseguir que el mismo se inicia con el razonamiento lógico el cual se da en los primeros grados apoyado en los contextos y materiales físicos que permiten percibir regularidades y relaciones; hacer predicciones y conjeturas; justificar o refutar esas conjeturas; dar explicaciones coherentes; proponer interpretaciones y respuestas posibles y adoptarlas o rechazarlas con argumentos y razones. Por otra parte, en los grados superiores, el razonamiento se va independizando y el estudiante puede trabajar directamente con proposiciones y teorías.

Estrategias de enseñanza del razonamiento geométrico

Para la enseñanza de cualquier objeto de conocimiento, se puede plantear un sinnúmero de estrategias sustentadas en distintos paradigmas. Sin embargo, en esta investigación solo se explicará el paradigma sociocultural de Vygotsky (1979) y la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau (1986) los cuales sustentan las estrategias de enseñanza en el plan de tratamiento al grupo experimental, por cuanto las actividades son desarrolladas con base en la participación activa de los estudiantes. Para Vigotsky (1979) la relación entre sujeto y objeto de conocimiento no es una relación bipolar como en otros paradigmas, para él se convierte en un triángulo abierto en el que los tres vértices se representan por sujeto, objeto de conocimiento y los instrumentos socioculturales. De esta manera, Moll (1990) plantea que la influencia del contexto cultural, en la teoría de Vigotsky pasa a desempeñar un papel esencial.

De igual manera, Vygotsky (1981) y Vigotsky (1979) hace referencia a dos constructos de su teoría como son el concepto de Zona de Desarrollo Próximo y al tema de la mediación. La Zona de Desarrollo Próximo se plantea como la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinada por la competencia para resolver un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz.

Por consiguiente, el papel de la interacción social con los otros principalmente con adultos significativos como maestros y padres tiene importancia fundamental para el desarrollo psicológico, cognitivo y afectivo del estudiante que le permita mejores niveles de comprensión del pensamiento geométrico. Además de las relaciones sociales, la mediación a través de instrumentos, como por ejemplo la herramienta Geogebra permiten el desarrollo del educando en los temas asociados con la geometría a partir del aprendizaje colaborativo.

El aprendizaje colaborativo, según Chamorro (2003) alude a las metodologías que propician la colaboración entre personas para conocer, compartir o ampliar los conocimientos individuales, compartiendo en espacios de discusión. Al respecto, Brousseau (1986) plantea la teoría de las situaciones didácticas y en tal sentido, Castillo & Popayán (2017) acotan que la teoría de situaciones didácticas se sustenta en la teoría constructivista de Piaget, pues según Brousseau (1986) el estudiante aprende adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, de dificultades, de desequilibrios.

La herramienta GeoGebra como medio instruccional

Dentro de la gama de software de geometría se observa GeoGebra, que de acuerdo con Del Pino (2013) es un programa dinámico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para educación en todos sus niveles. Combina dinámicamente, geometría, álgebra, análisis y estadística en un conjunto operativo. Entre las características más importantes de GeoGebra, Rojano (2003) y Saidon (2007) mencionan que esta herramienta presenta facilidad para crear una página web dinámica a partir de la construcción, sin más que seleccionar la opción correspondiente en los menús que ofrece.

El uso de GeoGebra puede promover el pensamiento geométrico y facilitar un soporte visual, algebraico y conceptual en los estudiantes. Entonces, con GeoGebra se puede llevar la tecnología al aula, para la enseñanza del razonamiento geométrico. Sin embargo, la presencia de tecnologías novedosas en los centros educativos no garantiza la innovación en su significado real. La innovación debe ser entendida como el cambio producido en las concepciones de la enseñanza por parte de los docentes y en los proyectos educativos.

Metodología

Esta investigación parte de los estudios positivistas, que en palabras de Hernández, Fernández & Baptista (2008) y Shunk (2012) ha sido dominante en el ámbito educativo desde el siglo XIX. La investigación se ubica en el diseño cuasiexperimental de pretest y postest con grupo control. Sobre este diseño, Shunk (2012) menciona que, en la investigación cuasiexperimental el científico manipula una o más variables independientes y determina sus efectos sobre otras variables dependientes. Al respecto, el investigador podría formar dos grupos de estudiantes, aumentar de manera sistemática las creencias de autoeficacia entre los estudiantes de un grupo, pero no entre los del otro grupo, y evaluar el aprovechamiento de ambos.

En esta investigación se cuenta con dos grupos, uno de control y el otro experimental. A estos se les aplica simultáneamente el pretest, luego se aplica el plan de tratamiento al grupo experimental y, al concluir el tratamiento, se administra a los dos grupos el postest. Si el grupo experimental muestra un mejor desempeño, el investigador podría concluir que el plan de tratamiento con GeoGebra influye en el aprovechamiento del razonamiento geométrico. La población está constituida por los dos grupos de estudiantes inscritos en el grado noveno del Institución Educativa San José de la ciudad de Cúcuta, constituida por 33 estudiantes en cada grupo.

El instrumento principal de investigación fue una prueba relacionada con el razonamiento geométrico (variable dependiente), se elaboró una batería de 20 preguntas tomadas de diferentes pruebas elaboradas por el ICFES (2014, 2015), con adaptación de la investigadora y otras de elaboración propia. Sin embargo, luego de los procesos de validez, la prueba quedó conformada por diez (10) preguntas con cuatro alternativas de respuesta.

Para afianzar la consistencia de los instrumentos se utiliza la validez de contenido, la cual, según Hurtado y Toro (1997) se refiere al grado en que el instrumento abarca realmente todos o una parte de los contenidos o los contextos donde se manifiesta el evento que se pretende medir, en lugar de explotar solo una parte de estos. La validez de contenido es particularmente importante en esta investigación por cuanto se contó con la colaboración de tres expertos para la revisión del instrumento quienes con su experticia formularon las observaciones pertinentes. Los expertos, arribaron a las siguientes conclusiones: a) Dado que algunas preguntas, tanto del pretest como del postest fueron tomadas de pruebas estandarizadas por el ICFES con aportes de la investigadora, que se desempeña como docente del grado noveno no se requiere aplicación de prueba piloto. b) es necesario centrar las preguntas solo en Razonamiento Geométrico y c) se deben disminuir el número de interrogantes de 20 a 10.

Una vez concluidas las etapas de recolección de la información; Hernández, Fernández y Baptista (2008) plantean que se debe iniciar el procesamiento y análisis de los datos. En esta etapa se determina como analizar los datos y qué herramientas de análisis estadístico son adecuadas para este propósito. De tal manera que, para el cálculo de los datos del presente estudio, se utilizó la herramienta SPSS. El análisis de datos es un paso precedente a la actividad de interpretación, la cual se realiza en términos de los resultados de la investigación. Esta actividad consiste en establecer inferencias sobre las relaciones entre las variables estudiadas para extraer conclusiones y recomendaciones.

Resultados

Pretest

Los resultados del pretest, permiten demostrar falencias en el Razonamiento Geométrico en los sujetos de investigación. Estos dejan entrever que los sujetos muestrales tanto del grupo control como experimental dieron respuestas correctas en muy bajos porcentajes en las diez interrogantes planteadas, logrando identificar que, a) el nivel predominante de Van Hiele para la enseñanza de la geometría siguiendo los postulados de Guillén (2004) es el nivel 1 dado que en porcentajes significativamente altos estos estudiantes no diferencian partes ni componentes de la figura. Además, no son capaces de reconocer o explicar las propiedades determinantes de las figuras. No presentan un lenguaje geométrico básico para referirse a figuras geométricas por su nombre, b) de acuerdo con la propuesta del Ministerio de Educación Nacional (2006) se puede decir que los estudiantes, en porcentajes altos no tienen consolidado el Estándar de Competencia denominado: reconozco y contrasto propiedades y relaciones geométricas utilizadas en demostraciones de teoremas básicos (Pitágoras y Thales de Mileto), el cual está asociado con el Derecho Básico de Aprendizaje en el cual los estudiante en altos porcentajes todavía, no utilizan teoremas, propiedades y relaciones geométricas (teorema de Thales y el teorema de Pitágoras) para proponer y justificar estrategias de medición y cálculo de longitudes, cuya evidencia de aprendizaje se relaciona con propiedades de figuras geométricas que se involucran en los procesos de medición, es decir que, tienen consolidado el cálculo del área de superficie y el volumen de pirámides, conos y esferas. Aspecto que se relaciona con los Estándares Básicos de competencias del Ministerio de Educación Nacional (2006) y con los contenidos de geometría desde los lineamientos curriculares de matemáticas, ampliados por Jaime y Gutiérrez (1995) sobre propiedades de figuras planas o representación de objetos tridimensionales en diferentes posiciones y desde distintos puntos de vista.

Plan de intervención

En los tiempos actuales la enseñanza está marcada por las tecnologías de la información y la comunicación y sobre todo por el desarrollo de Internet donde emergen cada día nuevas herramientas y plataformas, lo que la coloca a la cabeza de la revolución tecnológica produciendo importantes cambios en la formación, en las formas de comunicación, en el acceso y uso de la información. En este cúmulo de nuevas herramientas surge GeoGebra como un programa dinámico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en todos sus niveles. Combina dinámicamente, geometría, álgebra, análisis y estadística en un único conjunto sencillo a nivel operativo como potente. Ofrece representaciones diversas de los objetos desde cada una de sus posibles perspectivas: vistas gráficas, algebraicas, estadísticas y de organización en tablas y planillas, y hojas de datos dinámicamente vinculadas.

En tal sentido, se desarrolló un plan de intervención, el cual presenta la siguiente estructura: descripción del contexto, justificación, sustento teórico, competencias, diseño; e implementación del plan de intervención. En el diseño se especifican los objetivos y contenidos y consta de cinco situaciones didácticas relacionadas con cada uno de los contenidos requeridos para la competencia de razonamiento geométrico y en cada situación didáctica se presenta la implementación con evidencias fotográficas de las actividades realizadas, durante cuatro semanas.

Es importante destacar que la Institución Educativa Institución Educativa San José, según PEI del colegio (2015) está ubicada en la comuna seis (6) de la ciudad de Cúcuta, en el barrio Trigal del Norte de la ciudad de Cúcuta, un sector poblacional de estratos 1,2 y 3 y un amplio sector marginal habitado especialmente por desplazados de diferentes regiones del departamento y de otros lugares del país, a esta institución llegan alumnos de diversas condiciones sociales, económicas y culturales, generando una diversidad de maneras de actuar, sentir y pensar que conlleva a generar procesos educativos incluyentes para la diversidad.

La institución mencionada establece que hay que fomentar el desarrollo de las capacidades y competencias en los estudiantes, que responde a las necesidades y expectativas los jóvenes, del entorno social y laboral, mediante el desarrollo proyectos pertinentes y consecuentes con la formación. De los docentes propone que tengan un espíritu reflexivo, crítico y constructivo. Su énfasis recae fundamentalmente no tanto en el Saber hacer cosas, sino en Saber explicar y diseñar procesos. La educación busca desarrollar el ingenio y la creatividad del estudiante para que sea capaz de plantear y resolver problemas cotidianos mediante el empleo de mínimos recursos y el logro de eficientes resultados. La propuesta educativa de la Institución se fundamenta en la Teoría de Bruner, Piaget, Vygotsky y Ausbel. En este sentido, su enfoque es constructivista.

La teoría que sustenta este plan de intervención está referida al enfoque de Brousseau (1986) quien plantea la teoría de las situaciones didácticas. En tal sentido, Castillo & Popayán (2017) acotan que la teoría de situaciones didácticas se sustenta en la teoría constructivista de Piaget, pues según Brousseau (1986) el estudiante aprende adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, de dificultades, de desequilibrios. Este saber, fruto de la adaptación del alumno, se manifiesta por respuestas nuevas que son la prueba del aprendizaje, por lo cual se plantea tres modos de abordar la clase: exploración, estructuración y valoración o transferencia.

Por situación didáctica, según Brousseau (1986) se entiende una situación construida intencionalmente por el profesor con el fin de hacer adquirir a los alumnos un saber determinado o en vías de constitución. La situación didáctica se planifica en base a actividades problematizadoras, cuya necesidad de ser resueltas o abordadas, implique la emergencia del conocimiento matemático que da sentido a la clase, la que ocurre en el aula, en un escenario llamado triángulo didáctico.

De acuerdo con el planteamiento anterior, Salinas (2010) refiere que en el desarrollo de una situación didáctica, aparecen momentos, denominados como situaciones didácticas, que se caracterizan por el trabajo que realiza el alumno interactuando con el problema propuesto o bien discutiendo con sus compañeros acerca de éste, es decir, cuando interactúa con el medio preparado por su educador.

El profesor debe procurar que el alumno se responsabilice por trabajar en él y si no llega a su solución, al menos indique ciertas aproximaciones según los objetivos propuestos.

Entonces, una situación didáctica para la enseñanza del pensamiento geométrico, como plantea Chamorro (2003) puede ser construida por el profesor de forma intencional con el propósito que los estudiantes logren determinado conocimiento. Pues la situación didáctica es vista como un conjunto de relaciones establecidas entre un alumno o un grupo de alumnos, un cierto medio y objeto de conocimiento y el profesor con la finalidad de lograr que los alumnos se apropien de un saber.

La teoría de situaciones didácticas en palabras de Brousseau (2007) se corresponde con un modelo de interacción de un sujeto con cierto medio que determina a un conocimiento dado como el recurso del que dispone el sujeto para alcanzar o conservar en este medio un estado favorable. Algunas de estas situaciones requieren de la adquisición anterior de todos los conocimientos y esquemas necesarios, pero hay otras que ofrecen una posibilidad al sujeto para construir por sí mismo un conocimiento nuevo.

Siguiendo los postulados del Ministerio de Educación Nacional (2006) se toman en consideración para el plan de intervención los Estándares Básicos de competencias relacionados con el pensamiento espacial y sistemas geométricos, los cuales son: Conjeturo y verifico propiedades de congruencia y semejanza entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas, reconozco y contrasto propiedades y relaciones geométricas utilizadas en demostraciones de teoremas básicos (Pitágoras y Thales de Mileto), aplico y justifico criterios de congruencia y semejanza entre triángulos en la resolución y formulación de problemas, uso representaciones geométricas para resolver y formular problemas en las matemáticas y otras disciplinas.

Tales contenidos se desarrollaron en cinco situaciones didácticas, las cuales fueron aplicadas al grupo experimental mediante el uso de la herramienta tecnológica Geogebra. La situación didáctica uno (1) tuvo como objetivo propiciar el conocimiento del triángulo como aspecto del razonamiento geométrico. La situación número dos (2) se planteó analizar criterios de congruencia y semejanza entre triángulos en la resolución y formulación de problemas. El número tres (3) y cuatro (4) permitió a los estudiantes reconocer las propiedades y relaciones geométricas utilizadas en demostración de teoremas básicos (Pitágoras y Tales). Y el número cinco (5) permitió plantear y solucionar problemas que requieren hallar el área y el volumen de un cuerpo geométrico.

De ésta manera al grupo de control se le aplicó un trabajo mediado por la metodología tradicional a partir de talleres que orientaron el desarrollo de los contenidos planteados para la competencia del razonamiento geométrico, éste plan de intervención se realizó durante siete semanas.

Postest

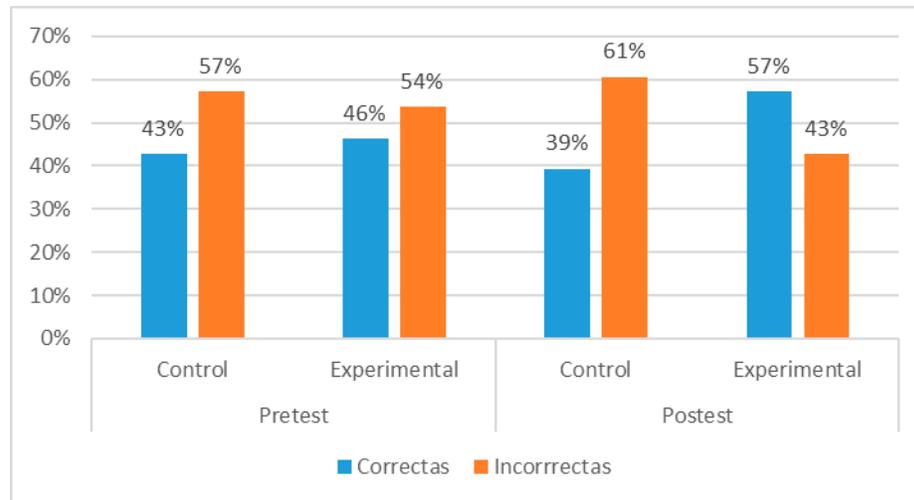
Al analizar los resultados del postest, los resultados dejan entrever en los estudiantes, del grupo experimental, que las respuestas correctas aumentaron significativamente con relación a las incorrectas. Situación que no ocurrió en el grupo control quienes se mantuvieron en los mismos porcentajes del pretest. Ahora bien, los estudiantes del grupo experimental en un alto porcentaje se ubican en los niveles de Van Hiele para la enseñanza de la en el nivel 2, sin embargo, aparecen algunos porcentajes que tienden a pasar al nivel 3, pues identifican y analizan partes y propiedades particulares de la figura geométrica. Además, pueden reproducir copias de las figuras mediante sus propiedades y resolver problemas.

Con respecto a los Derechos Básicos de Aprendizaje, propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, los estudiantes del grupo experimental aumentaron los puntajes en preguntas asociadas a las propiedades de figuras geométricas que se involucran en los procesos de medición. Dan razones de por qué una figura cumple determinadas propiedades. Aspecto que se relaciona con los Estándares Básicos de competencias en sistemas geométricos referido al uso de representaciones geométricas para resolver y formular problemas en las matemáticas y otras disciplinas. También, reconoce propiedades y relaciones geométricas utilizadas

en demostraciones de teoremas básicos. Lo cual se puede relacionar con los contenidos de geometría sobre clasificación de polígonos según sus propiedades, número de lados, número de ángulos, longitud de los lados.

Discusión de los resultados

A continuación, se presenta un gráfico que permite visualizar los resultados finales entre el pretest y postest tanto en el grupo control como en el experimental.



En este segmento se presenta un análisis de los resultados donde se compara los resultados del pretest con los del postest tomando como base las dimensiones de estudio sustentadas en la competencia de razonamiento Geométrico. En tal sentido, al analizar los resultados se puede observar una diferencia significativa positiva entre el pretest y postest en el grupo experimental. Es decir que en las interrogantes los estudiantes del grupo experimental mejoraron su resultado.

Mientras en el grupo control se observa que no hubo aumento en los puntajes en esta primera pregunta. Esto es interesante, por cuanto se puede establecer que la propuesta de intervención al grupo experimental en relación a los contenidos desarrollados fue altamente significativa. Y, como plantea Cabero (1998) y Marquès (2012) el uso de las herramientas tecnológicas puede mejorar la imaginación y las habilidades creativas, comunicativas y colaborativas, valorando las posibilidades que ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito personal del alumnado que le ayuda a obtener mejores aprendizajes.

Al respecto, se trae a la discusión los planteamientos de Carrera, & Mazzarella (2001) quienes aluden que cuando los procesos de enseñanza son innovadores, como en este estudio, con el uso de GeoGebra, el estudiante reconstruye los saberes entremezclando procesos de construcción personal y proceso auténticos en colaboración con los otros que, de una o de otra forma, intervienen en el proceso de aprendizaje. Por lo cual, Wertsch (1988) plantea que los saberes aprendidos, gracias a los procesos de enseñanza con tecnologías, terminan siendo propiedad de los educandos, gracias al grado que estos puedan utilizar herramientas como GeoGebra y pueden hacer uso activo de los nuevos conocimientos de manera consciente y voluntaria.

De igual manera, los resultados mencionados, se pueden analizar desde el punto de vista de Vigotsky (1979) quien plantea la importancia de una enseñanza colaborativa. Para este científico la relación entre sujeto y objeto de conocimiento no es una relación bipolar como en otros paradigmas, para él se convierte en una triada en el que los tres vértices se representan por sujeto, objeto de conocimiento y los instrumentos socioculturales. Y se encuentra abierto a la influencia de su contexto cultural. De esta manera, Moll (1990) plantea que la influencia del contexto cultural, en la teoría de Vigotsky pasa a desempeñar un papel esencial y determinante en el desarrollo del sujeto quien no recibe pasivamente la influencia sino que la reconstruye activamente.

Por consiguiente, el papel de la interacción social con los otros, principalmente con adultos significativos como maestros tiene importancia fundamental para el desarrollo psicológico, cognitivo y afectivo del estudiante que le permita mejores niveles de comprensión del pensamiento geométrico. Además de las relaciones sociales, la mediación a través de instrumentos, como por ejemplo la herramienta Geogebra permiten el desarrollo del educando en los temas asociados con la geometría.

Uno de los aspectos estudiados está relacionado con los niveles de Van Hiele, en tal sentido se consiguió que los estudiantes del grupo experimental, en un alto porcentaje se mantuvieron, en el postest, en el nivel 2 propuesto por Van Hiele, de acuerdo con Guillén (2004) quien plantea que estos niveles identifican las diferentes formas de razonamiento geométrico de los sujetos y se puede valorar su progreso.

Los procesos de investigación sobre la construcción del pensamiento geométrico indican que éste sigue una evolución muy lenta desde las formas intuitivas iniciales hasta las formas deductivas finales, aunque los niveles finales corresponden a niveles escolares bastante más avanzados que los que se dan en la escuela. Al respecto, se puede inferir que el nivel 2 en el que se encuentran los estudiantes, es el que se puede alcanzar en el grado de estudio en el cual se desarrolló esta investigación, pues es un nivel de análisis, de conocimiento de los componentes de las figuras, de sus propiedades básicas. Estas propiedades van siendo comprendidas a través de observaciones efectuadas durante trabajos prácticos como mediciones, dibujo, construcción de modelos.

Conclusiones

En este estudio, sin pretender ser exhaustivos en cada uno de los puntos analizados, se ha tratado de sintetizar los aspectos básicos que implicaron el diseño y la implementación de la herramienta GeoGebra para contribuir con el aprendizaje de la competencia de Razonamiento Geométrico en estudiantes del grado noveno del Institución Educativa San José de la Ciudad de Cúcuta. El análisis de la información encontrada, a través de la investigación, permitió llegar a conclusiones que son, en todo caso, aplicables al escenario donde ésta fue desarrollada.

Con relación al objetivo que permite determinar las competencias de razonamiento geométrico en estudiantes del grado noveno se puede decir que en el pretest no existen diferencias entre los resultados del grupo experimental y el grupo control, los cuales demostraron conocimientos deficientes en la prueba de razonamiento geométrico.

Los resultados del pretest, permitieron diseñar e implementar estrategias para fortalecer la competencia de razonamiento geométrico con el uso de la herramienta Geogebra. Estas estrategias que formaron parte del plan de tratamiento al grupo experimental constituyeron un espacio creativo, que como plantea Henao (2006), con el uso de esta herramienta que proviene de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se puede desarrollar un enfoque pedagógico adecuado, lo cual permitió a los estudiantes a encontrar nuevas formas de aprender, ya que se sentían motivados, con interés y atraídos por los materiales y actividades. Este plan permitió ver mejoras en los contenidos asociados con el razonamiento geométrico.

En términos generales, las actividades al grupo experimental permitieron la innovación en el aula para lograr la atención de los estudiantes; además, haber utilizado lo que los estudiantes manejan a diario y mantienen como un referente permanente, como es el recurso computacional, permitió mayor participación en las actividades de razonamiento geométrico.

La propuesta didáctica con la herramienta GeoGebra para contribuir con el aprendizaje del razonamiento geométrico, se constituyó en una experiencia enriquecedora. Las actividades desarrolladas permitieron una participación activa de los estudiantes. Así, el uso de GeoGebra como una herramienta que proviene de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), con un enfoque pedagógico adecuado, permitió a los estudiantes a encontrar nuevas formas de aprender, ya que se sintieron motivados, con interés y atraídos por las actividades.

De igual manera, se puede concluir que los constantes cambios y evolución de la sociedad respecto al uso de las tecnologías en general, y en el ámbito educativo en particular, están potenciando el hecho innegable de que es importante hacer uso de las TIC. Esto trae como consecuencias el cambio de los ambientes rutinarios de aprendizaje por otros, caracterizados por la transformación y la innovación constante. Por lo tanto, el uso de GeoGebra permitió a los estudiantes nuevas maneras de aprender contenidos asociados al Razonamiento Geométrico.

En cuanto al postest, se puede sintetizar que el grupo control no presentó variación alguna en relación a las respuestas del pretest, mientras el grupo experimental presentó un aumento significativo en cada uno de los ítems del postest con respecto al pretest. Lo cual demuestra que el plan de intervención fue beneficioso. En tal sentido, se logra demostrar la efectividad de las estrategias para contribuir con el aprendizaje de la competencia de razonamiento geométrico a partir de la implementación de la herramienta Geogebra en estudiantes del grado noveno del Institución Educativa San José de la ciudad de Cúcuta.

Las conclusiones presentadas dejan reflexiones que permiten analizar algunas ideas que podrían ser tomadas en consideración para futuras investigaciones y también para mejorar la calidad de la enseñanza del Razonamiento Geométrico. Se piensa que es necesario que las autoridades educativas elaboren programas para incrementar el presupuesto destinado a la compra y dotación de equipos computarizados, pues, aunque la institución donde se efectuó la investigación cuenta con equipos, ésta es una carencia conseguida durante la investigación, dado que los mismos no son suficientes.

Es fundamental, para elevar el nivel compromiso de los estudiantes generar ideas para incorporar a los padres y madres de familia a las actividades escolares relacionadas con el uso de herramientas TIC. Se podría pensar en talleres vivenciales donde los padres y madres participen para entender los planteamientos escolares.

En el marco del desempeño docente, debe apuntarse a su formación como enseñante con herramientas tecnológicas. Pues, el uso de las TIC, en un escenario de educación, ha tenido procesos de cambios reveladores, se le ha reconocido su impacto con relación a las reformas, se sabe que el impacto de cualquier tecnología depende de cómo se use, y por ello la formación docente debe tomarse como eje para el cambio de los medios tradicionales a medios tecnológicos. En este escenario, las instituciones educativas tienen el compromiso de contribuir en la transformación de la enseñanza aprendizaje.

El uso educativo de GeoGebra se adapta a un gran público, la educación debería ser un instrumento decisivo de la política para reducir la brecha digital. Sin embargo, la penetración de las TIC en los centros educativos y en las aulas de clase es aún limitada y su incorporación está encontrando más dificultades de las previstas.

En el desarrollo de la propuesta con la incorporación de GeoGebra, existen aún grandes retos. La experiencia en el aula con los estudiantes aprendiendo con GeoGebra, ha demostrado que su instrumentalización se realiza a través de actividades didácticas, donde se privilegia el aspecto técnico sobre el pedagógico. Sin

embargo, es insuficiente lograr que los estudiantes accedan de manera espontánea al uso de la herramienta, pero lo más importante es el uso efectivo de ella y que la incorporen de manera natural en las prácticas académicas. Esto depende de la efectividad y eficacia de los procesos de enseñanza y de aprendizaje y de la gestión escolar; así como de las capacidades de los actores involucrados y de sus interacciones con los recursos electrónicos en el aula.

Referencias

- Academia, Real Española. (2001) *Diccionario de la Real Academia Española*. Versión en línea. Recuperado de: <http://buscon.rae.es/diccionario/drae.htm>
- Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2): 33-115. Traducción de Julia Centeno, Begoña Melendo y Jesús Murillo. Recuperado de: <http://es.groups.yahoo.com/group/teoria-edumat/>
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires, Libros del Zorzal.
- Cabero, J. (1998) *Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas*. Granada: Universitario.
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5 (13), 41-44. <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=35601309>.
- Castillo, V & Popayán, Y (2017). Aplicación de la teoría de las situaciones didácticas a las Ciencias Sociales. *Saber ULA*. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/44212/art3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Chamorro, M. (2003). *Didáctica de las Matemáticas*. Pearson. Madrid, España.
- Del-Pino, Jesús (2013). El uso de Geogebra como herramienta para el aprendizaje de las medidas de dispersión Universidad de Jaén. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5487219.pdf>.
- Guillén, G. (2004). El modelo de Van Hiele aplicado a la geometría de los sólidos: describir, clasificar, definir y demostrar como componentes de la actividad matemática. *Educación Matemática*, 16(3), 103-125. México: Grupo Santillana México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/405/40516306.pdf>.
- Hernández, R., Fernández, & P. Baptista, L. (2008). *Metodología de la investigación*. México: Mc. Graw Hill
- Hurtado, I. y Toro, J. (1997). *Paradigma y métodos de investigación en tiempos de cambio*. Caracas: Episteme
- Jaime y Gutiérrez (1995). *El grupo de Isometrías del plano*. Barcelona: Editorial síntesis.
- Marquès, P. (2012) Impacto de las Tic en la educación: funciones y limitaciones. *Revista de investigación*, 1(12), 1. Recuperado de: <http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf>.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). *Matemáticas. Lineamientos curriculares*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *El plan decenal de educación 2006-2016. La Educación que queremos para el país que soñamos*. Bogotá: El Ministerio.
- Moll, L. (1990) (Comp.) *Vygotsky y la educación*. Buenos Aires: Aique

PEI Colegio (2015). Institución Educativa San José: Misión y Visión.

Rojano, T. (2003). Incorporación de Entornos Tecnológicos de Aprendizaje a la Cultura Escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. *Rev. Iberoamericana de educación*; vol. No. 33. Septiembre-Diciembre, pág. 135-165.

Saidon, L. (2007). Ayuda del GeoGebra 3.0. Recuperado de: www.geogebra.at

Salinas Muñoz, M. (2010). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. (Reseña) *Revista Q*, 3 (7), 4, julio - diciembre. Disponible en: <http://revistaq.upb.edu.co>.

Samper, C., Leguizamón, C y Camargo, L (2001). Razonamiento en geometría. *Revista EMA*. vol. 6, nº 2, 141-158.

Shunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje una perspectiva educativa*. México: Pearson.

Vygotsky, L. S. (1979). *El Desarrollo De Los Procesos Psicológicos Superiores*. Buenos Aires: Grijalbo

Vygotsky, L. S. (1981). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.

Wertsch J.V. (1988) *Vigotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós