

El Software Geoenzo y el Modelo de Van Hiele, Como Herramienta para Fortalecer Y Desarrollo Del Pensamiento Geométrico ¹

The Geoenzo Software and the Van Hiele Model, as a Tool to Strengthen and Develop Geometric Thought

Henry Sarabia Trigos²

Resumen

El objetivo de la investigación que dio origen al presente artículo, fue fortalecer el pensamiento geométrico de los estudiantes del grado noveno por medio del diseño e implementación de estrategias pedagógicas mediadas por las TIC. Para alcanzarlo se diseñó una investigación de enfoque cualitativo y empleando el método de Investigación Acción. El desarrollo del trabajo se llevó a cabo mediante el uso de guías de trabajo y el software de código abierto Geoenzo, que es un tablero virtual que permite el uso de herramientas, tales como el compás, la regla, el transportador y la escuadra. Además, se tomó en cuenta el método de Van Hiele para guiar el proceso de enseñanza. El principal logro de la intervención fue la motivación de los educandos para abordar el estudio de la geometría y el empleo de los conceptos geométricos para la solución de problemas cotidianos y la elaboración de piezas de arte.

Palabras clave: Geometría, TIC, Van Hiele, investigación acción

Abstract

The objective of the research that gave rise to the present article was to strengthen the geometric thinking of ninth grade students through the design and implementation of pedagogical strategies mediated by ICT. To achieve this, a qualitative approach research was designed and using the Action Research method. The development of the work was carried out through the use of work guides and the Geoenzo open source software, which is a virtual board that allows the use of tools, such as the compass, the ruler, the transporter and the square. In addition, Van Hiele's method was taken into account to guide the teaching process. The main achievement of the intervention was the motivation of the students to tackle the study of geometry and the use of geometric concepts for the solution of everyday problems and the elaboration of pieces of art.

Keywords: Geometry, ICT, Van Hiele, action research

¹ Artículo derivado del proyecto de investigación propuesta pedagógica medida por las Tic para el fortalecer y desarrollo del pensamiento geométrico en estudiantes de noveno grado del colegio camilo daza de Cúcuta

² Maestrante en Maestría en Educación, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Responsable de la correspondencia carlosalexi302@hotmail.com; atencionalusuario@unad.edu.co

Introducción

La geometría como rama del pensamiento humano tiene sus inicios en la edad antigua, donde pueblos como los Babilonios, egipcios y griegos le dieron un gran impulso, basándose en la necesidad que tiene el conocimiento geométrico en la construcción, conceptos empleados en la edificación de sus ciudades, símbolos de los grandes imperios. Fue precisamente un griego, Euclides, quien se puso en la tarea de organizar todo el acervo geométrico que se había generado hasta su época. Su libro, los Elementos, es considerado el primer verdadero tratado formal de las matemáticas, pues a esta rama se le puede asociar un gran rigor lógico.

Es tal la importancia su, que grandes representantes del renacimiento retomaron las aportaciones de los antiguos, mismas que llegaron a occidente por la obra monumental de Euclides. Dada su relevancia, esta fue llevada desde sus inicios a la escuela como un área fundamental del conocimiento. Desafortunadamente con el paso del tiempo los currículos no le han dado a la geometría el lugar de privilegio que se merece en el amplio mundo de las matemáticas, pero esta sigue siendo fundamental para el desarrollo de diferentes áreas del conocimiento. Buscar alternativas para que el proceso mejore, precisamente el objetivo de la presente investigación, que buscó incorporar las TIC y el modelo de Van Hiele, al estudio de la geometría, para motivar a los alumnos y que le den la importancia que esta se merece.

Marco teórico

Las TIC

TIC son las siglas empleadas para referirse a las tecnologías de la información y la comunicación. Estas tecnologías han ido tomando importancia en el campo educativo debido a que permiten presentar los contenidos temáticos de una forma diferente a la tradicional, contribuyendo de esta manera a generar una nueva forma de ver la educación. Pero ¿Qué son las TIC? De acuerdo con Cabero (1998, citado por Belloch, 2006)

En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexiónadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas. (p. 1).

Es decir que las TIC, hacen referencia a todos aquellos medios electrónicos que se interconectan para formar una red de medios enfocados todos en un mismo propósito, en este caso la educación. En este sentido las TIC permiten “orientar los procesos de innovación

hacia los diferentes entornos que tienden a promover la construcción de espacios de aprendizaje más dinámicos e interactivos” (Rodríguez y Barbosa, 2010).

Este dinamismo e interactividad contribuyen de manera significativa a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que las TIC pueden ser utilizadas de diversas formas y con distintos objetivos. De igual forma “la integración de recursos tecnológico en la educación está brindando un potencial importante para ofrecer una formación adaptada a diferentes contextos y necesidades, presentando múltiples ventajas tanto desde el punto de vista del estudiante como de los profesores” (Sepúlveda, 2016, p. 16).

Es claro que dichas tecnologías están transformado el proceso educativo puesto que presentan una serie de características que las convierten en idóneas para el uso en la enseñanza. La tabla 1 resume dichas características.

Tabla 1. Características de las TIC

Característica	Descripción
Se usan desde cualquier parte	El alumno pueda conectarse a la enseñanza desde cualquier lugar del mundo, con los medios adecuados para ello, facilita el aprendizaje, haciéndolo atractivo.
Unión de cultura, ciencia y tecnología	Las TIC son la unión de las creencias, de las costumbres y de todos aquellos hábitos que la sociedad ha adoptado como rutinarios.
Es una enseñanza movilizadora	Enseñar a través de las TIC da la posibilidad de que el alumno pueda moverse en distintos contextos y diversas realidades. De esta forma se opta por una enseñanza de calidad en la que el alumno puede interactuar con el mundo y puede afrontar diversas situaciones.
Se basa en otras vertientes científicas	Las TIC aplicadas a la educación se enriquecen de otras vertientes científicas, como es el caso de las ciencias pedagógicas, a través de las innovaciones en las metodologías de enseñanza-aprendizaje; de la psicología del aprendizaje, mostrando especial atención al estímulo-respuesta; de la sociología, de la antropología y de la filosofía.
Se centra en los objetivos	La enseñanza a través de las TIC se basa en tener presente, en todo momento, a los objetivos. Alcanzar las metas propuestas es lo indispensable y, por ello, nos encontramos ante una metodología de trabajo flexible.
Es un excelente canal de comunicación	Las TIC es el fomenta la comunicación. El uso de las nuevas tecnologías favorece la comunicación que necesita el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Es cambiante	A medida que va pasando el tiempo, el mundo va cambiando y las nuevas tecnologías también lo hacen. Por ello, se adapta a los cambios del propio contexto y de la educación, a partir de las ciencias que las sostienen.
Posibilidad de interactuar	Las nuevas tecnologías dan la posibilidad a que el alumno interactúe, con el mundo; especialmente con el docente y con sus propios iguales.
Usa distintos canales	El uso de distintos canales de representación dará la posibilidad de un aprendizaje más rápido a través de la expresión y la comunicación utilizando el desarrollo cognitivo, motriz y afectivo.
Potencia las habilidades intelectuales	Las TIC desarrollan las habilidades intelectuales de los niños, apostando por un entrenamiento divertido y dinámico. Por ello, la psicología del aprendizaje a través de la interacción entre el estímulo y la respuesta actúa con la creación de niveles que el alumno podrá ir adquiriendo, a medida que vaya aprendiendo.
Es un canal de comunicación	Son un canal de comunicación pues también son factibles para trasladar sentimientos, opiniones e ideas al mundo. Además de mantener intacta la información, pues ésta queda registrada a través de la escritura y el canal audiovisual.
Espacio reducido de almacenamiento	Las TIC cuentan con la posibilidad de que todo almacenamiento queda de forma online, de esta manera el espacio ocupado es inmaterial. Por tanto, da mayor facilidad

	para ser movido de un lugar a otro, pues no hay que trasladarlo de forma pesada a ningún lugar.
Compatibilidad	Es compatible con otros medios de enseñanza utilizados tradicionalmente en las aulas como, por ejemplo, el uso de las pizarras.
Retroalimenta	Las nuevas tecnologías dan la posibilidad de que exista una retroalimentación entre los alumnos y los docentes, de esta forma, desde cualquier lugar el alumno puede recibir respuesta a sus dudas y calificaciones de sus tareas, rápidamente, sin tener que acudir al aula para ello.

Fuente: Marín (s.f.)

Como se puede apreciar las TIC presentan una serie de características que las pueden convertir en una metodología altamente significativa para desarrollar, no los procesos dentro del aula, sino que sirven también para llevar la educación muchos más allá del salón de clases. Sin embargo, hay que hacer claridad que las TIC si pueden hacer aportes importantes, pero no es la panacea, es decir, que es un recurso del que no se debe abusar, además requiere un compromiso mayor por parte del docente puesto que los contenidos presentados pueden ser observados por toda la comunidad educativa.

las TIC no son la panacea que van a resolver todos los problemas de enseñanza, pero si pueden ser útiles en un momento determinado y pueden significar un gran aporte para un momento concreto, lo importante es saberlas integrar apropiadamente en el contexto educativo, considerar a las personas a quienes van dirigidas y donde van a operar pedagógicamente. (Wandurraga, 2004, p. 6).

Lo expresado por el autor es vital y debe tenerse en cuenta, ya que uno de las dificultades que se presentan en la enseñanza es pensar que una nueva alternativa es la solución a todas las problemáticas, la realidad esto no es así, para que el proceso de aula sea los mejor posible deben combinarse diversas metodologías que en conjunto pueden ser una mejora alternativa para las dificultades presentadas.

Funciones de las TIC en la enseñanza

Si bien la idea del uso de las TIC ha ido tomando auge en el desarrollo de los procesos pedagógicos, es necesario tener en cuenta las funciones que estas tienen dentro del aula. De acuerdo con Zabala (1989, citado por García, 2011) dentro del aula, cuando se implementan las TIC, estas tiene las siguientes funciones: la función innovadora, puesto que permite el diseño de nuevas actividades, ya que cambia la interacción sujeto-aprendizaje; función motivadora, debido a que estimula la participación del alumnado; función estructuradora de la realidad, puesto que nos permite conocer determinados contenidos; función de relación alumno/a-conocimientos, ya que los medios condicionan las formas de pensamiento; función solicitadora u operativa del personaje, debido a que las TIC permiten organizar las acciones instructiva y por último, la formación formativa global, lo que implica que el trabajo es colaborativo e interconectado.

Las citadas funciones de las TIC en el aula generan una serie de ventajas que permiten mejorar el aprendizaje. Dentro de estas ventajas se pueden mencionar:

La participación activa del alumno en la construcción de su propio aprendizaje; interacción entre el hombre y la máquina; la posibilidad de dar una atención individual al estudiante; la posibilidad de crear micro mundos que le permiten explorar y conjeturar; permite el desarrollo cognitivo del estudiante; control del tiempo y la secuencia de aprendizaje del alumno; retroalimentación inmediata y efectiva, que le permite al alumno aprender de sus errores. (Sánchez, 2002, citado por García, 2011, p. 33)

Como se puede apreciar son diversas las funciones y las ventajas que tiene el uso de las TIC en el proceso educativo, donde es importante destacar la posibilidad de atención individual del alumno y la retroalimentación, ventajas que difícilmente se consiguen con la educación tradicional, debido al tamaño de los grupos que deben manejar los docentes.

Software educativo

Se entiende por software educativo a “los programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza aprendizaje” (Márquez, 1996, p. 119)

Estos programas se alejan de otro tipo de software debido a que su único propósito es facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje, por lo tanto, deben excluirse todas aquellas aplicaciones informáticas que se usan en el aula pero que son de uso general, tales como los procesadores de texto y las hojas de cálculo.

Los softwares educativos tienen unas características que los hacen únicos, entre las cuales se puede mencionar:

Son materiales elaborados con una finalidad didáctica; utilizan el ordenador como soporte en que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen; son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un dialogo y un intercambio de información entre el ordenador y el estudiante; individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo de cada uno y pueden adaptar sus actividades de acuerdo con la actuación de los alumnos y son fáciles de usar, ya que no se requieren conocimientos profundos de informática para ser usados. (Márquez, 1996, p. 120)

La geometría

La geometría es una parte de las matemáticas que ha ido evolucionando paulatinamente a través de la historia. Su origen se da debido a la necesidad de estudiar las formas para poderla aplicar a la solución de situaciones cotidianas como la construcción de edificios, entre muchas otras. De igual forma es importante recordar que la geometría fue la primera rama de la matemática que fue sistematizada, lo que coadyuvo al nacimiento de la formalidad matemática.

De acuerdo con Cambridge Paperback Encyclopedia (s.f., citado por Bolt. 1998), la geometría es “la parte de las matemáticas que estudia las propiedades de las formas y el espacio, originalmente (como sugiere su nombre) de la tierra” (p. 6), esto convierte a la

geometría en una rama de las matemáticas con mucha más aplicabilidad, sin embargo, la escuela moderna no le ha dado la relevancia que se merece y la ha convertido en la cenicienta del área.

“Algunos docentes que priorizan la enseñanza de las matemáticas en otras áreas y van desplazando los contenidos de geometría hacia el final del curso, hecho que los fuerza en ciertos casos a excluir algunos temas o atenderlos de manera superficial (Abrate, Delgado y Pochulu, 2006, citado por Gamboa y Ballesteros, 2016, p. 114).

Además

En el sistema de educación formal, usualmente los contenidos de geometría son presentados a los estudiantes como el producto acabado de la actividad matemática, que deja en segundo plano los procesos implícitos de la construcción y de razonamiento en este conocimiento. La enseñanza tradicional de la geometría se enfatiza hacia el estudio memorístico de áreas, volúmenes, definiciones geométricas, teoremas y propiedades, apoyadas en construcciones mecanicistas y descontextualizadas. (Gamboa y Ballesteros, 2016, p. 114)

Es en este sentido que las TIC pueden contribuir a la transformación de la enseñanza de la geometría. La presente investigación empleó el software Geoenzo que es una “aplicación de ordenador está pensada para utilizar en cualquier tipo de pizarra digital. Su diseño es el de un libro de notas (notebook) como los que se incorporan en el software de las pizarras digitales, pero dispone de varias herramientas matemáticas, dispuestas en una barra con botones selectores” (Blázquez, 2017, p. 79).

El software presenta una serie de utilidades que permite que el estudiante realice construcciones geométricas usando las herramientas tradicionales utilizadas en la geometría. “Los alumnos pueden trabajar contenidos de geometría y funciones a partir del registro gráfico. Además, pueden aprender a utilizar las herramientas de dibujo y medida. También sirve para trabajar con calculadora. Todo ello, en el entorno de pizarra digital” (Blázquez, 2017, p. 79).

Para entender la versatilidad del software como material de apoyo en el aula, es importante conocer las herramientas que este programa informático incorpora. En la figura 1 muestra la barra de herramientas de la aplicación, además en la tabla 2 se resumen y describen dichas herramientas.



Figura 3. Barra de herramienta software Geoenzo
Fuente: Blázquez 2017

Tabla 2. Herramientas del software Geoenzo

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Compás	Al pulsar en la herramienta Compás aparece en pantalla un compás que se utiliza como uno real.
Escuadra, regla, transportador y lupa	Estas herramientas son similares a los objetos reales que representan. Se activan en el botón de la escuadra pulsando una, dos, tres o cuatro veces respectivamente. Pulsando sobre ellos se pueden mover, girar y trazar líneas en el caso de la escuadra y la regla.
Calculadora	Posee una calculadora científica con posibilidad de trabajar con fracciones, con opción de grados y radianes, y con posibilidad de trasladar lo que está escrito en la pantalla al libro de notas.
Gráficas de funciones	Se pueden representar hasta 3 funciones en coordenadas cartesianas a través de una ventana que aparece al pulsar la herramienta. Las gráficas se exportan al libro de notas como un dibujo. Permite también visualizar una tabla.
Curvas	También es posible representar curvas en paramétricas y copiarlas en la hoja mediante una ventana similar a la anterior.
Figuras geométricas	posee un amplio catálogo de figuras geométricas tanto planas como espaciales, que se pueden mover, girar y trasladar al libro de notas. Tiene distintos modos de visualización y posibilidad de cambiar tamaños.
Herramienta de análisis estadístico.	Para construir tablas de frecuencia y gráficas estadísticas.
Tipo de papel	se pueden seleccionar varios tipos de hojas para el fondo: cuadrículada, milimetrada, logarítmica, isométrica, hexagonal y polar, entre otras.

Fuente: Blázquez (2017)

La cognición situada

Una de las grandes dificultades que enfrentan los procesos de enseñanza es que estos son descontextualizados, es decir, alejados de la realidad que vive el educando. Esta situación hace que el trabajo en el aula sea “aburrido”, lo que implica que este no representa ninguna situación que haga que el alumno no se interese por el aprendizaje. Esta es la forma como se asumido tradicionalmente el proceso de enseñanza aprendizaje y el que ha llevado a la escuela a la crisis de resultados en la que se encuentra sumida.

Las escuelas privilegian las prácticas educativas sucedáneas o artificiales, en las cuales se manifiesta una ruptura entre el saber qué (know what) y el saber cómo (know how), y donde el conocimiento se trata como si fuera neutral, ajeno, autosuficiente e independiente de las situaciones de la vida real o de las prácticas sociales de la cultura a la que se pertenece. Esta forma de enseñar se traduce en aprendizajes poco significativos, es decir, carentes de significado, sentido y aplicabilidad, y en la incapacidad de los alumnos por transferir y generalizar lo que aprenden. (Díaz, 2003, p.3)

Buscando superar esta situación, que no es nueva, sino uno de los grandes vacíos que ha tenido que enfrentar la pedagogía y la didáctica, diversos teóricos e investigadores de los procesos de enseñanza han formulado teorías y metodologías que contribuyan a superar esta situación. Si bien, ningún modelo es perfecto, si hacen contribuciones importantes en aras de

la mejora continua. Una de los paradigmas que buscan contribuir la obtención de un aprendizaje significado es la denominada cognición situada.

La emergencia de este paradigma

Está en oposición directa a la visión de ciertos enfoques de la psicología cognitiva y a innumerables prácticas educativas escolares donde se asume, explícita e implícitamente, que el conocimiento puede abstraerse de las situaciones en que se aprende y se emplea. Por el contrario, los teóricos de la cognición situada parten de la premisa de que el conocimiento es situado, es parte y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza. (Díaz, 2003, p.2)

Como puede apreciarse la cognición situada centran el proceso de aprendizaje en la práctica, el contexto y la interrelación que existe entre el medio cultural y el individuo, lo que acerca este paradigma a las ideas de Vygotsky. Es por ello que

Los teóricos de la cognición situada parten de una fuerte crítica a la manera cómo la institución escolar intenta promover el aprendizaje. En particular, cuestionan la forma en que se enseñan aprendizajes declarativos abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, de relevancia social limitada (Díaz Barriga y Hernández, 2002, citado por Díaz, 2003, p. 3)

Por lo tanto, para la cognición situada es relevante el hecho de que las situaciones que se lleven al aula tengan que ver directamente con la vida del estudiante que aprende. Esto implica que para estos teóricos el conocimiento adquirido debe servir para resolver los problemas cotidianos pues de lo contrario el aprendizaje no tiene ninguna relevancia. De igual forma esta forma de concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje es compatible con la idea del MEN del desarrollo de competencias, puesto dichas competencias lo que buscan es que el educando se pueda desenvolver de manera efectiva en la vida real.

Asimismo, es pertinente aclarar que la cognición situada se encuentra estrechamente relaciona con las ideas de Ausubel del aprendizaje significativo. “Durante el aprendizaje significativo el aprendiz relaciona de manera sustancial la nueva información con sus conocimientos y experiencias previas” (Ausubel, 1976, citado por Díaz, 2003, p. 4), lo que hace al modelo sea compatible con el constructivismo.

La enseñanza de la geometría

La importancia del conocimiento geométrico ha sido reconocida durante toda la historia de la humanidad. “La geometría es uno de los temas de las Matemáticas que tiene más importancia para la humanidad y su desarrollo. Se relaciona, de manera directa o indirecta, con múltiples actividades que se realizan ya sea para el progreso de la sociedad, el estudio o para la recreación” (Vargas y Gamboa, 2013, p. 75).

La cita precedente permite entender que la geometría es una herramienta conceptual que ha permitido el desarrollo de la humanidad. “La geometría se constituye en el lenguaje a través del cual entendemos nuestra realidad. La importancia de esta rama de las Matemáticas

se ha reconocido por los beneficios cognitivos que conlleva su estudio” (Vargas y Gamboa, 2013, p. 75).

Lo apuntado lleva a reflexionar sobre la importancia de la enseñanza de la geometría y sus implicaciones en el desarrollo del conocimiento humano.

La geometría tiene una larga historia siempre ligada a las actividades humanas, sociales, culturales, científicas y tecnológicas. Ya sea vista como una ciencia que modela nuestra realidad espacial, como un excelente ejemplo de sistema formal o como un conjunto de teorías estrechamente conectadas, cambia y evoluciona permanentemente y no se puede identificar únicamente con las proposiciones formales referidas a definiciones, conceptos, o teoremas. (MEN, 2004, citado por Díaz, 2003, p. 75)

En este sentido el estudio de la geometría le permite al educando la creación de modelos para el entendimiento del mundo donde se desenvuelve. Dicha modelación es una de los aportes que hace las ciencias matemáticas a la solución de problemas cotidianos. Además, la geometría es una de las primeras ciencias que desarrollo un verdadero cuerpo formal para su entendimiento.

El modelo de Van Hiele

Si bien, la geometría es un conocimiento fundamental su estudio, especialmente en la escuela presenta dificultades. “El estudio de la geometría presenta algunas dificultades en su desarrollo formal. Básicamente estas se dan a partir de las concepciones y creencias del estudiantado y del profesorado, manifiestas en el salón de clase” (Díaz, 2003, p. 79). La enseñanza-aprendizaje de la geometría ha sido mitificado y en esta concepción tiene gran relevancia la actitud de los maestros hacia su enseñanza, debido a que es una parte de las matemáticas que siempre ha sido relegada. “Las Matemáticas modernas en la década de los setenta provocó que la geometría pasase a segundo término en el ámbito escolar, relegándose al final de los contenidos anuales de estudio, por lo que muchas veces no se abarcaban dichos temas” (Díaz, 2003, p. 79).

La enseñanza de la geometría ha estado limitada al hecho de conceptualizar figuras y plasmarlas sobre el papel; en la mayoría de los casos, los alumnos no cuentan con objetos, formas, ejemplos reales que les permitan captar mejor los contenidos; las clases de geometría generalmente son dictadas de manera abstracta, razón por la cual, surge la necesidad de implementar nuevas estrategias al momento de enseñarla. En este sentido, el educador tiene la obligación de buscar y/o crear estrategias que permitan el desarrollo y razonamiento intelectual de los estudiantes. (Goncalves, 2006, citado por Díaz, 2003, p. 80)

De ahí la importancia de desarrollar metodologías que permitan abordar el estudio de la geometría desde otra perspectiva. En este sentido la teoría de Van Hiele puede contribuir a cambiar la forma como se ve la enseñanza de la geometría y es el modelo que se tuvo en cuenta en la presente investigación. La relevancia del modelo Van Hiele radica en que “explica cómo se produce la evolución del razonamiento geométrico de los estudiantes” (Díaz, 2003, p. 81). Este autor afirma que el razonamiento geométrico se da en

cinco niveles consecutivos: la visualización, el análisis, la deducción informal, la deducción formal y el rigor, los cuales se repiten con cada aprendizaje nuevo. El estudiante se ubica en un nivel dado al inicio del aprendizaje y, conforme vaya cumpliendo con un proceso, avanza al nivel superior. El modelo de Van Hiele también indica la manera de apoyar a los estudiantes a mejorar la calidad de su razonamiento, pues proporciona pautas para organizar el currículo educativo y así ayudar al estudiante a pasar de un nivel a otro. (Díaz, 2003, p. 81)

Esta forma de ver el aprendizaje de la geometría es netamente constructivista, ya que para pasar a un nivel superior es necesario haber dominado el anterior. La tabla resume y describe cada uno de los niveles del modelo Van Hiele. El modelo presentado por este investigador se resume en el siguiente mapa conceptual de la figura 1.

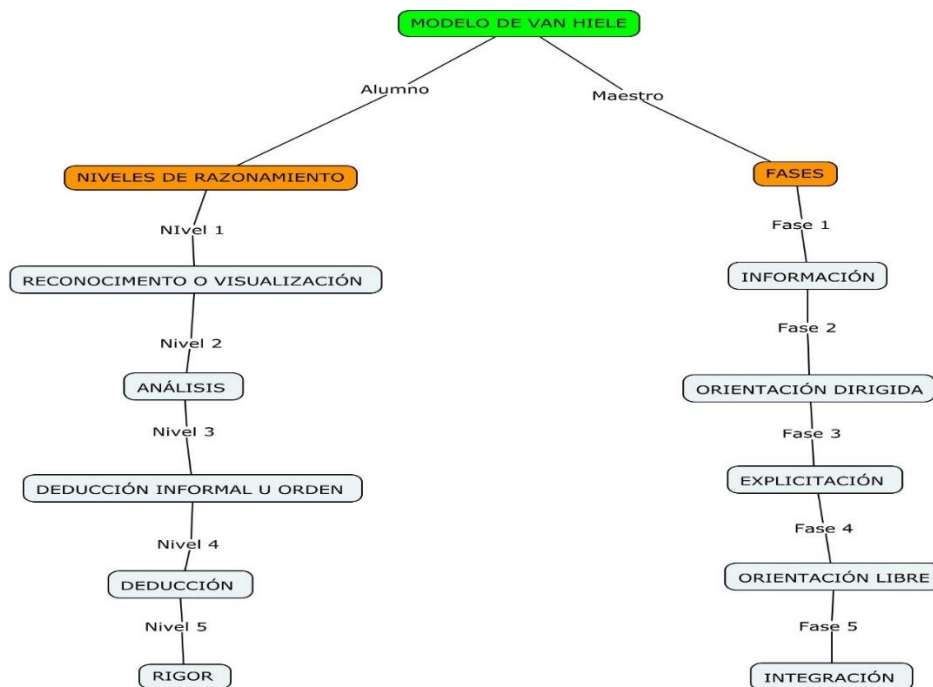


Gráfico 1. Modelo de Van Hiele

Fuente: autor

Como se puede apreciar el modelo de Van Hiele tiene dos enfoques uno dirigido a los estudiantes y otro al maestro, en cada uno de ellos hay cinco niveles y r fases que son necesarias y complementarias. El primer nivel para el educando es reconocer o visualizar, que se corresponde con la de información del profesor, es decir que el maestro debe contribuir para que se puedan encontrar los datos dados por la situación problemática de tener un punto de partida para encontrar la solución.

En una segunda instancia, análisis Vs. Orientación dirigida, que es básicamente el mismo trabajo, pero enfocado desde dos perspectivas diferentes. Lo mismo sucede con las demás binas, deducción informal u orden Vs. Explicitación, deducción Vs. Orientación libre

y rigor Vs. Integración, que son actividades que se complementan, puesto que una es realizada por el estudiante y otra por el maestro, pero dirigidas al mismo fin.

Metodología

El enfoque de la investigación fue el cualitativo ya que buscó “comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (Sampieri et al., 2014, p. 358).

En este sentido el enfoque es relevante ya que lo que se busca es entender el desarrollo de las competencias geométricas de los alumnos en su entorno natural, es decir, que el grupo de estudio no se separará de su contexto, sino que se recoge la información necesaria en su propio entorno.

De igual forma el trabajo tiene como modelo la investigación acción, debido a que este busca entender “una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma” (Elliot, 1993, citado por Torrecilla y Javier, 201, p.4). En el caso particular de la presente investigación este modelo es pertinente ya que es importante hacer entender al educando que los modelos geométricos, si bien son abstracciones de la realidad, lo que buscan es comprender el mundo donde los estudiantes se desarrollan, ya que uno de los errores que se cometen en la enseñanza de la geometría es precisamente que esta se ve como algo aislado y sin ninguna utilidad práctica.

Al ser el modelo el de investigación acción, se establecieron tres fases bien definidas: Diagnosticar el nivel de competencias geométricas que tienen los alumnos, aplicando un test de entrada. En seguida se procedió a realizar una intervención para terminar con un test de salida, diseñado en las mismas condiciones que el inicial.

En cuanto a la población de estudio se escogió una muestra a conveniencia, en este caso los 30 estudiantes del grado 9, ya que son un grupo regular donde el docente realiza su labor cotidiana, lo que permite que conozca de primera mano las fortalezas y falencias del grupo, lo que contribuyó a un mejor desarrollo de la investigación.

En lo referente a la recolección de información se emplearon dos test de preguntas contextualizadas, uno de entrada y otro de salida, diseñado en condiciones similares en cuanto al número de preguntas y aspectos evaluados. En la fase de intervención se utilizó el diario de campo, que luego fue categorizado teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la tabla

Tabla 3. Categorías de análisis diario de campo

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	CÓDIGO
CONTEXTO	CARACTERISTICAS DE LA POBLACIÓN	CCP

	ENTORNO EDUCATIVO	CEE
	INFLUENCIA DEL ENTORNO EN DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS GEOMETRICAS	CIECG
RAZONAMIENTO GEOMETRICO	UTILIZACIÓN TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE FIGURAS PLANAS Y CUERPOS CON MEDIDAS DADAS	RZCFM
	CONJETURAR Y VERIFICAR PROPIEDADES DE CONGRUENCIAS Y SEMEJANZA ENTRE FIGURAS BIDIMENSIONALES	RCVPC
	CONSTRUCCIÓN DE ARGUMENTACIONES FORMALES Y NO FORMALES SOBRE PROPIEDADES Y RELACIONES DE FIGURAS PLANAS	RCAPF
DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS	OBJETIVIDAD	DPO
	ACOMPANAMIENTO	DPA
	PROCESO EVALUATIVO	DPE

Fuente: Autor

Resultados

Análisis de la prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica indaga sobre los conceptos básicos de geometría y estuvo conformada por 12 preguntas que fueron aplicadas a 26 estudiantes. Se dividió en las tres competencias evaluadas por el ICFES en grado noveno. Dichas competencias son: razonamiento que hace referencia a

La capacidad para dar cuenta del cómo y del porqué de los caminos que se siguen para llegar a conclusiones, justificar estrategias y procedimientos puestos en acción en el tratamiento de situaciones problema, formular hipótesis, hacer conjeturas, explorar ejemplos y contraejemplos, probar y estructurar argumentos, generalizar propiedades y relaciones, identificar patrones y expresarlos matemáticamente y plantear preguntas, reconocer distintos tipos de razonamiento y distinguir y evaluar cadenas de argumentos. (ICFES, 2014, p. 66)

Los resultados muestran que solo el 40,2 % de los evaluados respondieron correctamente las preguntas asociadas a ella, lo que muestra un bajo nivel de razonamiento por parte de los estudiantes, de ahí se puede afirmar que tienen dificultades para diseñar estrategias que permitan resolver situaciones problemáticas.

En segundo lugar, se evaluó la competencia comunicacional, que es fundamental debido a que le permite al estudiante poder expresar las ideas que el estudiante tiene sobre los problemas planteados. De acuerdo con el ICFES (2014), la competencia comunicacional tiene que ver con

La capacidad del estudiante para expresar ideas, interpretar, usar diferentes tipos de representación, describir relaciones matemáticas, describir situaciones o problemas usando el lenguaje escrito, concreto, pictórico, gráfico y algebraico, manipular expresiones que contengan símbolos y fórmulas, utilizar variables y describir cadenas de argumentos orales y escritas, traducir, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representaciones, interpretar lenguaje formal y simbólico así como traducir de lenguaje natural al simbólico formal y viceversa. (p. 67)

Los resultados obtenidos muestran que solo el 52,9 % de los evaluados obtuvo respuesta positiva en esta competencia. Si bien los resultados son mejores que en la competencia razonamiento, tampoco son buenos porque la mitad del grupo muestra deficiencias, permitiendo comprender que a los estudiantes les cuesta expresar ideas acerca de los problemas planteados.

La tercera competencia evaluada fue planteamiento y resolución de problemas, que tiene que ver con la capacidad para formular problemas, es decir, con la capacidad de tomar situaciones de la vida cotidiana y convertirlos a situaciones matemáticas concretas. Esta competencia

Se relacionan, entre otros, con la capacidad para formular problemas a partir de situaciones dentro y fuera de las matemáticas, desarrollar, aplicar diferentes estrategias y justificar la elección de métodos e instrumentos para la solución de problemas, justificar la pertinencia de un cálculo exacto o aproximado en la solución de un problema y lo razonable o no de una respuesta obtenida, verificar e interpretar resultados a la luz del problema original y generalizar soluciones y estrategias para dar solución a nuevas situaciones problema. (ICFES, 2014, p. 67)

En este sentido la prueba diagnóstica mostro que solo el 32,7 % de los diagnosticados pudieron resolver correctamente las preguntas propuestas, siendo esta competencia en la que menor porcentaje de estudiantes logro obtener resultados positivos, lo que muestra claramente, que si bien los conceptos matemáticos son adquiridos, se presenta una enorme dificultad a la hora de construir problemas a partir de situaciones cotidianas.

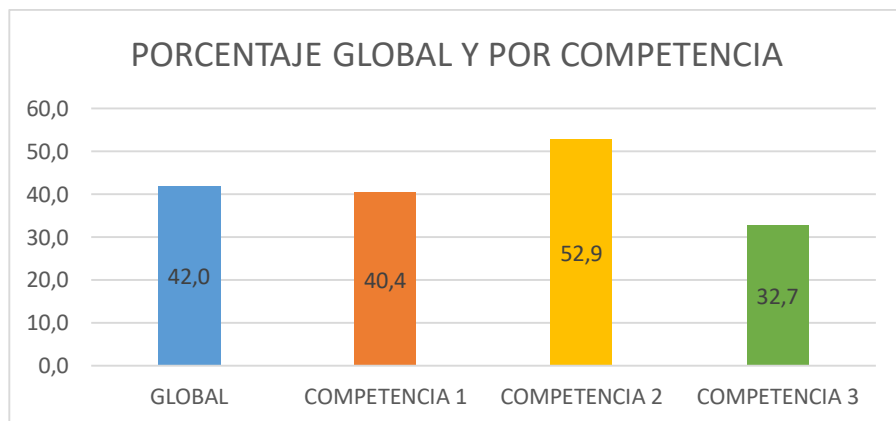


Gráfico 2. Resultado global y por competencias prueba diagnóstica
Fuente: elaboración propia

De otro lado si se mira la prueba en conjunto, se puede concluir que rendimiento es bajo, debido a que solo el 42% de los estudiantes obtuvieron respuestas positivas, esto implica que es importante intervenir al grupo, ya que los resultados muestran falencia en el desarrollo de las competencias geométricas.

Análisis diario de campo

Contexto

Para el estudio de esta categoría se establecieron tres subcategorías a saber: características de la población, entorno educativo e influencia del entorno en desarrollo de las competencias geométricas. La figura 5 resume los hallazgos y la recurrencia de cada subcategoría.

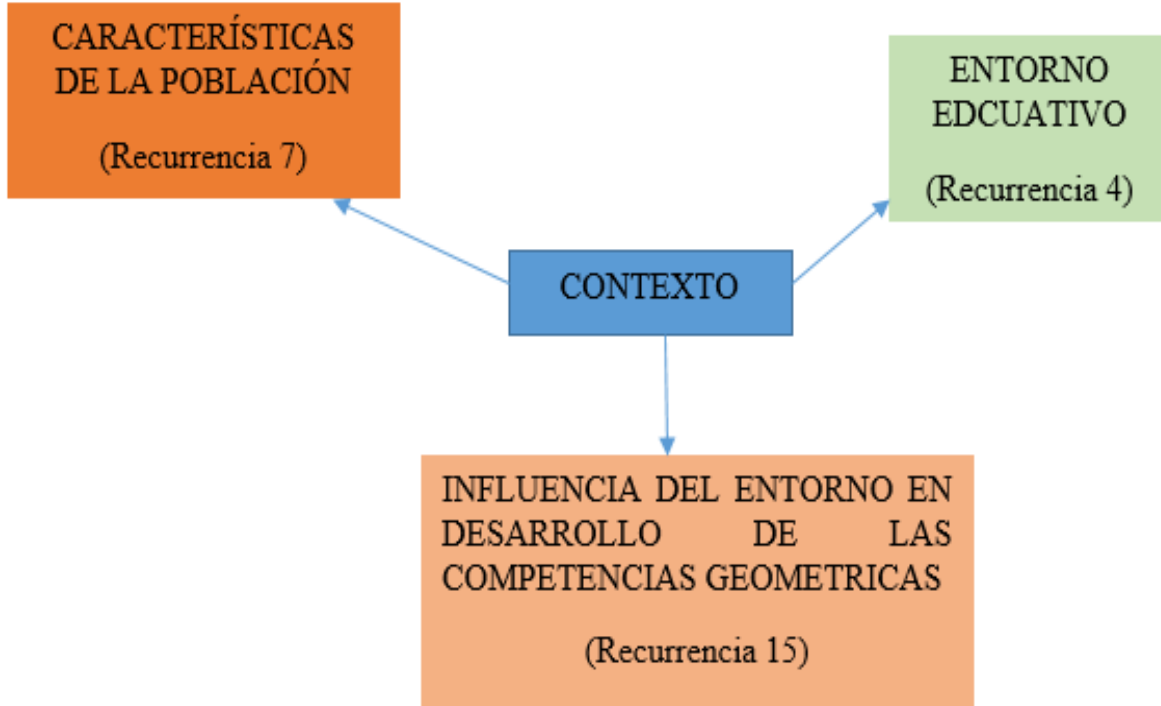


Gráfico 3. Categorías contexto

Características de la población

Una de las dificultades encontradas a la hora de realizar el proceso de intervención, es que, aunque se supone que los alumnos se desenvuelven en un mundo tecnológico, la realidad muestra que les cuesta mucho utilizar los recursos, ya sea por desconocimiento o por mal uso de los mismos.

Esto se puede corroborar cuando se pudo observar que *“aunque en apariencia se desenvuelven en un mundo tecnológico les cuesta mucho el manejo de las herramientas virtuales”* (CCP1-1).

De igual forma cuando los alumnos usan la tecnología los educandos *“la emplean, pero de manera inadecuada”* (CCP1-2) ya que se *“se pudo evidenciar la dificultad que tienen los estudiantes para el manejo del mouse”* (CCP1-3).

Pero este no es la única característica de que mostro la población, pues al grupo intervenido no le gusta leer, lo que es un factor que no permite que los educandos adquieran el conocimiento. *“Hubo algún malestar en una parte del grupo, pues no querían leer la guía y después de charlas individuales con dichos estudiantes, comenzaron a seguir las indicaciones dadas”* (CCP2-1).

Otro en cambio, no esperaron las indicaciones del maestro y *“tomaron la decisión de adelantarse un poco en las actividades programadas y fue necesaria la intervención del*

profesor” (CCP2-2). Esta falta de comprensión de las guías y el no atender las indicaciones del profesor, provocaron que algunos alumnos *“perdían la paciencia o se frustraban”* (CCP3-1).

De igual forma, otra dificultad que es muy común en este tipo de contextos es que los alumnos aprenden solo para el momento, puesto que no se fijan conceptos, mismos que son fundamentales en matemáticas, pues el conocimiento es una construcción. *“Muchos de ellos no recuerdan haber hablado antes de esta idea”* (CCP5-1).

Entorno educativo

El entorno educativo tiene una gran influencia en el desarrollo de los procesos de aula, sin embargo, en la presente investigación la recurrencia de esta subcategoría fue baja. Como ya se afirmó con anterioridad, los alumnos aprenden para el momento, lo que no permite un verdadero crecimiento en el aprendizaje y ni que este sea significativo.

“El concepto de área y perímetro es uno de los que más se aborda en la enseñanza de la geometría en la secundaria” (CEE6-1), sin embargo *“muchos alumnos no recordaban los conceptos”* (CEE6-3), esto no permite que los alumnos avancen y que no puedan aplicar lo aprendido a la solución a la resolución de problemas, *“muchos menos la forma como estos se pueden aplicar a la solución de problemas prácticos y de la vida cotidiana”* (CEE6-3).

Como se puede apreciar, a los alumnos no les interesa tener un aprendizaje verdadero, lo que redundó en los bajos puntajes encontrados en la prueba diagnóstica.

Influencia del entorno en desarrollo de las competencias geométricas

Esta categoría tiene una alta recurrencia en comparación con las dos analizadas previamente y muestra que el trabajo realizado con la mediación de las TIC, contribuye de forma clara a la mejora del aprendizaje.

“Se pudo evidenciar que los estudiantes han mejoraron su habilidad para manejar las herramientas del programa Geoenzo y el mouse” (CIECG2-1). Es claro que el trabajo continuo con los recursos virtuales, contribuye al desarrollo de las competencias tecnológicas. De igual forma este tipo de trabajo produce motivación. *“Los estudiantes se sintieron motivados desde el comienzo de la clase y rápidamente estaban inmersos en practicar”* (CIECG3-1), motivación que en muchas ocasiones hizo que se desbordara el entusiasmo. *“Al llegar el momento de hacer su diseño querían hacer tantas cosas y las ideas fluían de una manera desbordada que algunos hacían y deshacían su diseño”* (CIECG3-2), pero una vez superado estos momentos de ansiedad y ver que sus compañeros han podido realizar su trabajo la motivación aumento, puesto que al ver *“los primeros diseños terminados, les sirvió de motivación para unos pocos y generaba nuevas ideas en otros que mejoraban o modificaban sus diseños”* (CIECG3-3).

La motivación no solo fue en al comienzo del trabajo con el software, sino que este se mantuvo durante todo el proceso de intervención. *“Los estudiantes se sintieron motivados desde el comienzo de la clase y rápidamente estaban inmersos en practicar con el compás y las líneas rectas”* (CIECG-5-1).

“Rápidamente estaban inmersos en practicar con el compás y las líneas rectas para construir el plano cartesiano y los objetos que serían trasladados y girados” (CIECG4-2). Lo que muestra que utilizar las TIC contribuye no solo a un mejoramiento del aprendizaje, sino que mejora sustancialmente el trabajo en el aula, debido a que “el empleo de la herramienta y cierto tipo de papeles especiales que tiene instalado el software permitieron el desarrollo de una clase amena, pero fundamentalmente significativa” (CIECG7-1).

Pero el trabajo con el software no solo conlleva a mejoras con el trabajo bidimensional, sino que también se pudo evidenciar en el manejo de la tercera dimensión. *“Se pudo evidenciar un mejor manejo de las figuras en tercera dimensión” (CIECG7-2).*

Uno de los aspectos que fue relevante es la posibilidad que da el software para hacer correcciones sin necesidad de hacer todo el trabajo desde cero. *“Geoenzo y sus herramientas, les permitieron hacer todas las correcciones, modificaciones y mejoras que fueron necesarias” (CIECG8-3), y esto “les permitió a los estudiantes estar motivados y entendieron que con la geometría (polígonos) se puede hacer arte” (CIECG8-4),* es decir, que la geometría no solo sirve para resolver problemas, sino que puede ser aplicadas en otros ámbitos de la vida.

Razonamiento geométrico

Esta categoría fue subdividida en tres subcategorías: utilización técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas, conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanza entre figuras bidimensionales y construcción de argumentaciones formales y no formales sobre propiedades y relaciones de figuras planas. La figura 6 muestra los hallazgos.

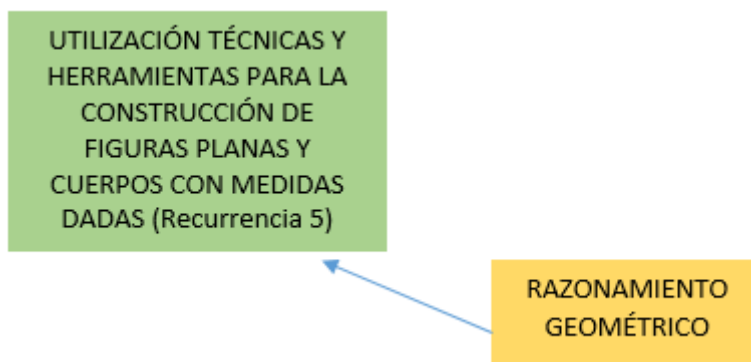


Gráfico 4. Categoría razonamiento geométrico

A pesar de que se plantearon tres subcategorías solo se encontró durante la intervención que una sola de ellas tiene recurrencia y esta no es alta, pudiéndose afirmar que *“se presentaron algunas dificultades en la interpretación de conceptos, especialmente las falencias se encontraron en el manejo de los giros” (RZCFM4-1),* ya que los alumnos comprenden la idea de ángulo pero les cuesta llevarlo a la práctica, debido a que *“se pudo*

evidenciar que los estudiantes tienen dificultades a la hora de hacer mediciones, pero fundamentalmente en el manejo de ángulos” (RZCFM4-2), además a los educandos “a los alumnos les cuesta el manejo de figuras bidimensionales” (RZCFM7-1) y estas se acentúan “cuando se debe hacer el manejo del espacio 3D” (RZCFM7-2), sin embargo una vez superadas las dificultades, debido al uso del software, lo aprendido “lo aplicaron a la resolución de problemas cotidianos” (RZCFM6-1).

Desarrollo de las prácticas

Para registrar lo concerniente al desarrollo de las prácticas se establecieron tres subcategorías: objetividad, acompañamiento y proceso evaluativo, de los cuales solo apareció la segunda. La figura 7 resume lo comentado.

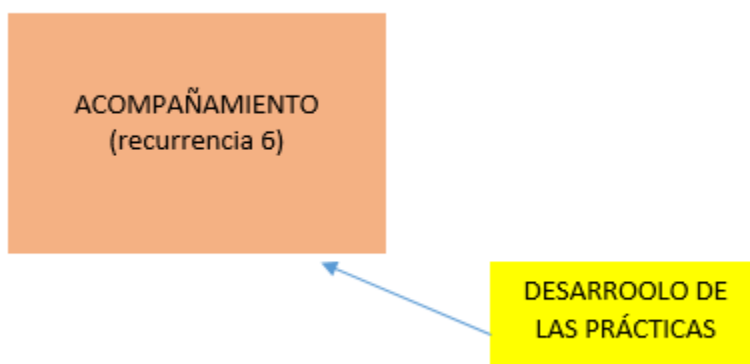


Gráfico 5. Categoría desarrollo de las prácticas.

En general el desarrollo de la práctica fue bueno, sin embargo, en algunos momentos “hubo algún brote de indisciplina que fue controlado con algunas indicaciones que se impartieron” (DPA1-1) y “después de un rato los estudiantes se concentraron en las actividades propuestas en la guía” (DPA1-2). Este cambio de actitud se debe a que los trabajos con las herramientas virtuales motivaron a los educandos pues el cambio de la práctica tradicional evidencia mejorar significativas en el proceso.

De igual forma se evidencio, como ya se apuntado con anterioridad, que los alumnos presentan falencia en los conocimientos previos, por lo tanto “fue necesario explicar nuevamente la manera de utilizar el transportador y que escala se debía escoger para que el valor de la amplitud del ángulo fuera la correcta” (DPA2-1).

De igual forma, “fue necesario intervenir en varias ocasiones para ayudar a encaminar el trabajo y las buenas ideas que tenían algunos estudiantes” (DPA3-1), pues lo novedoso del trabajo y la falta de conocimientos previos, hizo que los estudiantes se desviarán del objetivo, sin embargo, “aclarados los conceptos claves y el manejo de las herramientas de dibujo, comenzaron a desarrollar la actividad de practica propuesta”

(DPA4-1) llegando de esta forma a la comprensión de “los conceptos planteados” (DPA6-1).

Análisis de la prueba de salida

La prueba de salida se diseñó en las mismas condiciones que la diagnóstica (ver anexo B), es decir, 12 preguntas, divididas en tres competencias: Razonamiento, comunicación y resolución de problemas, aplicadas igualmente a 26 educandos, lo que implica que no hubo muerte experimental. Los resultados obtenidos se resumen en la gráfica 6.

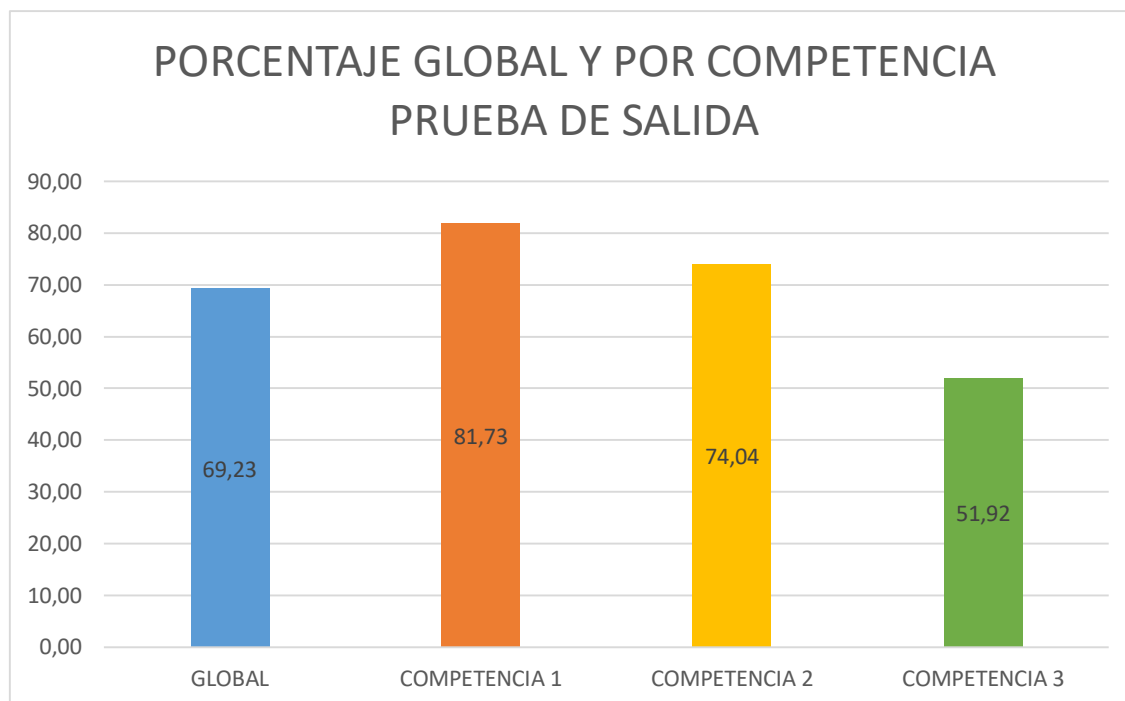


Gráfico 6. Resultado global y por competencias prueba de salida

Fuente: elaboración propia

La mejora en el resultado global es significativa ya que paso de 42% a 69,23%, lo que implica un aumento del 20,93%, es decir, una quinta parte, lo que es altamente significativo, permitiendo entender que el proceso de intervención fue altamente significativo.

En lo que respecta a la competencia razonamiento la mejora porcentual fue del 41,33%, es decir el doble de lo logrado en el resultado global. Asimismo, en la competencia comunicación se pasó de 52,9 % a 74,04 %, lo que representa un incremento del 21,4%, lo que igualmente es un aumento significativo. Para terminar en lo que respecta a la competencia resolución, el aumento fue menor, pero igual mente significativo ya que es la competencia que implica mayor dificultad, sin embargo, se pasó de 32,7 % a 51,92 % lo que muestra una mejora del 19,22 %, que es muy similar a la de la competencia comunicación.

En general se puede decir que la mejora es significativa y que el trabajo de intervención mediado por las TIC fue efectivo, más aún cuando se hizo una combinación entre la forma tradicional de abordar la geometría y el uso de las herramientas tecnológicas.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Después de realizado el proceso de intervención se puede concluir que:

En la prueba diagnóstica se pudo evidenciar el bajo nivel de competencias geométricas de los alumnos de noveno grado, lo que hace imperiosa un proceso de intervención, pero fundamentalmente un cambio en la forma como los maestros abordan el estudio de la geometría.

La utilización de las TIC motivo a los educandos a realizar sus actividades de manera espontánea y creativa, permitiendo el desarrollo de la creatividad y el afianzamiento de las competencias del pensamiento geométrico.

Durante el proceso de intervención los educandos fueron cambiando su forma de visionar la geometría y entendiendo la importancia que esta rama de conocimiento humano tiene, puesto que sus aplicaciones van desde la solución de problemas cotidianos, hasta la realización de obras de arte.

Los resultados de la prueba de salida superaron los de la diagnóstica pudiéndose afirmar que el componente que más les cuesta a los estudiantes es emplear los conceptos geométricos para relacionarlos con problemas cotidianos.

Recomendaciones

Los maestros de la institución deben incentivar el uso de los recursos tecnológicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, no solo de las matemáticas sino de todas las áreas del conocimiento.

Deben incorporarse a la enseñanza de la geometría otros softwares que le permitan a los educandos entender que la tecnología no solo es una herramienta para la comunicación, sino que es relevante en otros aspectos de la vida escolar.

A los futuros investigadores es preciso recomendarles, el uso no solo de software como el empleado para esta investigación, sino otros de geometría dinámica, ya que se han generado en los últimos tiempos algunos muy importantes y que son de uso libre, tales como Doctor Geo o CarMetal, que además de la simple construcción permite la manipulación de dichos objetos

Referencias bibliográficas

- Belloch, C. (2006). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Recuperado de <http://www.uv.es/~belloch/pdf/pwtic1.pdf>.
- Blázquez, M.S. (2017). Recursos para el aula Geoenzo. Uno revista de didáctica de las matemáticas. No. 75. Pp. 79-80

- Bolt, B. (1998). ¿Qué es la geometría? *Suma*, (29), 5-16.
- Díaz, B. A. F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 1-13.
- Gamboa, A. R., y Ballester, A. E. (2010). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista electrónica educare*, 14(2)
- García, M. D. M. (2011). Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir Geogebra en el aula.
- ICFES. (2014). PRUEBAS SABER 3°, 5° y 9° Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2014. [PDF en línea]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yaxqv5bw>
- Marín, D.N. (s.f.). Las 14 Características de las TICS Más Importantes. [En línea]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/caracteristicas-tics/>
- Márquez, P. (1996). El software educativo.
- Rodríguez, K., y Barboza, L. (2010). Las TIC como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en Bibliotecología. Costa Rica.
- Sampieri, R.H., y otros. (2014). Metodología de la investigación. México. Mc Graw Hill. 6ta. Edición.
- Sepúlveda, L. (2016). La incorporación de la tecnología en la enseñanza de la química. Biblioteca digital de la Universidad del Valle. Obtenido de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co:8080/bitstream/10893/7189/1/3467-0430907.pdf>
- Torrecilla, F. J. M., y Javier, F. (2010). Investigación acción. Métodos de investigación en Educación Especial. 3ª Educación Especial. Curso, 2010-2011.
- Vargas, V. G., y Gamboa, A.R. (2013). El modelo de Van Hiele y la enseñanza de la geometría. *Uniciencia*, 27(1).
- Wandurraga, C. C. (2004). La utilización de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en la enseñanza de la optometría. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, (3), 123-131