



UNA IMPLEMENTACIÓN PARA EL ESTUDIO DE LOS ÁNGULOS ENTRE PARALELAS CRUZADAS POR UNA TRANSVERSAL, CON EL USO DE GEOGEBRA

Airy Alexandra Zúñiga Ramírez

Centro de Actualización del Magisterio, Zacatecas
airyalexandra@camzac.edu.mx

Antonio Cabral-Valdez

Centro de Actualización del Magisterio, Zacatecas
antoniocabral@camzac.edu.mx

Ilse Magdalena García Nava

Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 321
ilsemagdalen210@gmail.com

Área temática: Prácticas educativas en espacios escolares

Línea temática: Implementación de estrategias y documentación de experiencias pedagógicas.

Tipo de ponencia: Intervención educativa sustentadas en investigación



Resumen

Una de las dificultades que se presentan al momento de propiciar que los alumnos elaboren sus propias conjeturas, a partir de construcciones geométricas, es la necesidad de hacer múltiples trazos, situación que la mayoría de las veces se ve limitada por el tiempo de las sesiones de clase. Esta dificultad se ve superada, cuando se utiliza un software que permite hacer una construcción dinámica. El objetivo de esta implementación, fue utilizar GeoGebra, para lograr que los alumnos elaboraran conjeturas respecto a las características que tienen los ángulos que se forman entre líneas paralelas cortadas por una transversal.

Al respecto, el uso de GeoGebra como un Software de Geometría Dinámica (SGD) ha demostrado ser una herramienta que permite aumentar el rendimiento de los estudiantes en la materia de matemáticas; así como el desarrollo de sus competencias matemáticas y su actitud en el aula.

En el presente, se muestra una implementación de actividades con el uso de GeoGebra, para el tratamiento del tema mencionado. Se lleva a cabo con un grupo de estudiantes de primer grado de secundaria, tomando como referente metodológico un ciclo de investigación – acción.

Si bien se pudo identificar que varios alumnos lograron el aprendizaje esperado, se considera que la actividad pudo obtener un mayor impacto si los estudiantes hubieran tenido mayor oportunidad de manipular el software.

Palabras clave: Tecnología educativa, Enseñanza de las matemáticas, Práctica educativa.

Introducción

El estudio de la geometría desde un enfoque constructivista, requiere que el estudiante tenga la oportunidad de elaborar sus propias conjeturas. Esto muchas de las veces se hacen a partir de la manipulación de objetos o de la comparación de trazos y formas. Un problema que se identifica cuando los alumnos deben hacer diferentes trazos para lograr una comparación efectiva y lograr una conjetura, es la falta de tiempo y, en ocasiones, de materiales adecuados y suficientes.

De acuerdo con Avencilla (2005), un software como GeoGebra, permite incrementar el rendimiento de los estudiantes. Esta característica es observable, cuando un estudiante manipula uno o varios puntos de la figura construida en el Software de Geometría Dinámica (SGD) en vez de realizar un trazo a lápiz y papel, posibilitándolo a realizar comparativos y dándole la oportunidad de establecer sus propias conclusiones, o refutar sus propias ideas.

El objetivo de este trabajo fue considerar las características y los componentes del SGD GeoGebra, para realizar una construcción y una propuesta de implementación en el aula, para lograr que un grupo de estudiantes de primer grado de secundaria, establezcan la relación que existe entre las medidas de los ángulos que se forman entre líneas paralelas cruzadas por una transversal.

Considerando metodológicamente un ciclo de investigación-acción, parte de la reflexión implica valorar la implementación tomando en consideración el uso del software, las condiciones de la implementación y los resultados de aprendizaje obtenidos.

Antecedentes

El software GeoGebra inicialmente fue diseñado para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría y el álgebra, de ahí su nombre, sin embargo, en el año 2009, tal y como explica García, et al. (2020), se introdujeron comandos de funciones estadísticas y gráficos y en el año 2011 el análisis de datos y el cálculo de probabilidades. La incorporación de estas herramientas y una interfaz pensada para los estudiantes, de fácil manejo, son otras de las razones que lo hacen más atractivo en comparación con otros softwares.

Específicamente, Hernández y Revilla, (2017) ejemplificaron en su investigación, las ventajas y utilidad del software GeoGebra por medio de consideraciones didácticas y ejercicios en carreras universitarias de Ingeniería y Arquitectura, lo que permitió ilustrar el mejoramiento de la enseñanza- aprendizaje de las matemáticas. Así mismo, comentan que GeoGebra es un software interactivo que integra de manera dinámica aspectos o contenidos de diversas áreas de la matemática, ya que facilita los cálculos y la visibilidad de gráficas además de estimular la creatividad de los estudiantes y los docentes.

Lo relevante de la investigación anterior, es que la propuesta de consideraciones didácticas y ejercicios, fueron evaluados favorablemente entre estudiantes y docentes, en conferencias, espacios de preparaciones metodológicas y consultas ofrecidas por los autores. Sin embargo, estas evaluaciones también reflejaron insuficiencias presentes en los estudiantes en la construcción del planteamiento y análisis de las soluciones de ejercicios. (Hernández y Revilla, 2017).

Valderrama y Saldaña (2020) en tanto, demostraron que utilizar el programa GeoGebra les proporciona a los estudiantes visualizar de forma rápida los diferentes lugares geométricos que se presentan en el estudio de la geometría analítica plana como la recta, la circunferencia, la parábola, entre otras figuras. Los autores aseguraron que existe una influencia significativa del software GeoGebra en el rendimiento académico de los estudiantes en el curso de complemento matemático.

En esa línea, analizando los resultados de Zenteno, Rivera y Pariona (2020) en la investigación cuyo objetivo fue explicar el aprendizaje de las medidas de dispersión por medio del Software GeoGebra en los estudiantes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Pasco Perú-2017, se llega a la conclusión que la aplicación del software GeoGebra en los estudiantes del grupo experimental tienen mejores resultados que del grupo de control, comprobando que el manejo de esta aplicación educativa mejoraba la enseñanza-aprendizaje y el rendimiento académico.

Los conceptos anteriores son necesarios para poder comprender y entender el planteamiento de este trabajo, así como para relacionarlos con el desempeño de los estudiantes con las actividades propuestas con la ayuda de GeoGebra, y verificar si los mismos pudieron obtener un aprendizaje significativo del tema tratado y el impacto que tuvo este software en ellos.

Referentes teóricos

El propósito de las actividades se orientó a que los estudiantes identificaran la relación entre los ángulos que se forman cuando dos rectas paralelas son cortadas por una transversal, de acuerdo al programa de estudio de primer grado (SEP, 2017)

Un Software de Geometría permite realizar construcciones geométricas dinámicas, en las que se puede experimentar con las figuras y comprobar las relaciones y propiedades que permanecen invariantes cuando se someten a movimientos. El “arrastre” de los objetos (dragging) permite realizar generalizaciones y conjeturas que pueden comprobarse más fácilmente que con otros métodos tradicionales. Además, la introducción de un SGD en la enseñanza de las matemáticas produce cambios significativos en el papel del profesor y en el conocimiento que construye el alumno, como muestran algunos estudios realizados por otros autores (Carrillo y Llamas, 2005; Laborde y Capponi, 1994; Murillo y Fortuny, 2003; Falcade, Laborde, y Mariotti, 2007; García y Arriero, 2000; Laborde, 2001; Siñeriz y Santinelli, 1999; citados en Ruiz, 2013).

“Los Software de Geometría Dinámica (Cabri, Geometer’s Sketchpad, The Geometry Inventor, The Geometric Supposers, etc.), aparecidos durante los años 80 y propuestos desde entonces como recursos y herramientas útiles para la enseñanza de la Geometría principalmente han tenido una gran difusión internacional, especialmente en los niveles de Primaria y Secundaria. Esta buena acogida ha hecho que se fueran desarrollando nuevas versiones, incluyendo cada vez más sofisticación en los contenidos, y ha propiciado la aparición de nuevos paquetes de software, con la promesa de superar los logros obtenidos por los anteriores”. (González-López, M.J., 2001, p. 1).

GeoGebra es un programa ideado como herramienta didáctica que permite la búsqueda y la investigación como medios para aprender matemáticas. Es una herramienta tecnológica que abre la posibilidad de abordar problemas que serían imposibles sin su ayuda y permite adoptar un enfoque experimental de la matemática cambiando la naturaleza de su aprendizaje (Natale y Papini, 2019).

Dentro del universo de softwares educativos, GeoGebra ha sido el que ha ido abriéndose paso por encima de todos los demás. Esto según explica García et al. (2020) por su facilidad y conexión, además de poder realizar construcciones dinámicas e interactivas, facilitando así su implementación en el aula.

Metodología

Se implementaron diferentes acciones con la intención de discriminar si las actividades propuestas a través del SGD GeoGebra, eran adecuadas para los estudiantes y que éstos lograban un aprendizaje significativo, sin necesidad de hacer trazos manuales, esto a través de la observación y registro de sus conocimientos adquiridos. Para ello, se llevó a cabo un registro de fotografías y vídeos como herramientas adicionales a la investigación. Se empleó un método cualitativo para observar el “proceso de llegar a soluciones fiables para los problemas planteados a través de la obtención, análisis e interpretación planificadas y sistemáticas de los datos” (Munarriz, 1992, p. 102).

El término investigación cualitativa designa comúnmente la investigación que produce y analiza los datos descriptivos, tales como las palabras escritas o dichas, y el comportamiento observable de las personas (Taylor y Bogdan, 1984, p. 5). La investigación cualitativa se realizó de forma participante, por medio de la interacción con los alumnos, con el objetivo de observar el impacto que presentaban las actividades en los alumnos a través de las hojas de trabajo y la interacción con GeoGebra, lo que permitió realizar el análisis y reflexión sobre el impacto que tiene este software en los estudiantes.

En esta investigación participativa se realizó una revisión de la práctica y a partir de ésta se propuso un modelo centrado, específicamente, en los estudiantes. El modelo, de manera preliminar, se puso en práctica, con la finalidad de observar su impacto, y posteriormente,

se realizaron ajustes al mismo con base en la experiencia de su aplicación, lo que permitió enriquecer *in situ*, las actividades presentadas a los estudiantes.

La implementación se hizo con un grupo de 34 alumnos de primer grado en la Escuela Secundaria Técnica No. 46 “Justo Sierra Méndez”. En la investigación, para poder diagnosticar al grupo, se utilizaron diferentes instrumentos para capturar información, los cuales fueron: un diario de campo, entrevistas, encuestas a los estudiantes y algunas actividades didácticas. La implementación de la actividad diseñada, tuvo lugar durante dos sesiones de trabajo, con un tiempo de 50 minutos cada una. Previo a estas dos clases, se les pidió investigar acerca del tema y que se inscribieran en una clase en Classroom.

Se utilizó la investigación-acción para lograr realizar un ciclo de reflexión referente a las estrategias a implementar, evaluar los resultados, mejorar la práctica y constatar si se obtuvieron buenos resultados. La investigación-acción, tiene diferentes expresiones: investigación en el aula, el profesorado investigador, investigación colaborativa, investigación participativa, investigación crítica, entre otras, en los que se proponen algunos modelos de investigación con una cierta finalidad.

Según Elliott (1993), la investigación-acción es “un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma” (p. 88). La entiende como una reflexión sobre las acciones humanas y las situaciones sociales vividas por el profesorado que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) de los docentes de sus problemas prácticos.

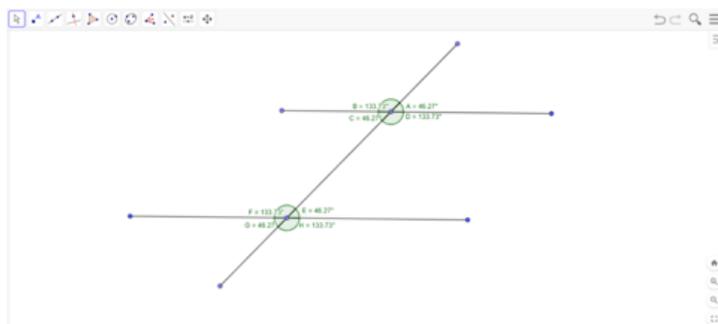
Así, la investigación-acción es aquel proceso por el cual pasa el profesor, haciendo una reflexión de una situación en específico, con el fin de mejorar la práctica o la comprensión personal, por medio de un estudio participativo.

La actividad

De manera general, la intención para esta implementación fue diseñar en GeoGebra una construcción (Figura 1), que pudiera ser manipulable por los estudiantes con el uso de dispositivos móviles, para lo cual se pondrían a disposición archivos en dos formatos, el nativo de GeoGebra (.ggb) y un formato de página de internet (.html) para ejecutarse con un navegador.

Los alumnos utilizarían dispositivos electrónicos para analizar diferentes acomodados de las paralelas y la transversal, mientras que, con el apoyo de una hoja de trabajo, serían orientados para identificar regularidades y relaciones.

Figura 1. Construcción en GeoGebra



Elaboración propia

En la construcción se pueden mover los extremos de los segmentos de recta, de modo que era posible modificar la orientación que tienen las líneas paralelas o la inclinación de la línea transversal que las corta. En la construcción se cuidó que, al mover los puntos, no se modificara la relación que tienen las rectas, para que las características de los ángulos que se forman, permanecieran. Se decidió también agregar la medida de los ángulos, con la intención de propiciar que los estudiantes encontraran las relaciones necesarias entre los pares o grupos de ángulos.

En la primera hoja de trabajo se incluyeron cuestionamientos como:

- Identificar dos ángulos que sean alternos internos y escribir el nombre (la letra) que tiene indicado. Y esto, con cada uno de los ángulos que se forman.
- ¿Qué se puede observar de la medida de esos dos ángulos?
- Mencionar los tipos de ángulos en los que la medida de sus ángulos es igual (opuestos por el vértice, alternos internos, etc.),
- Mencionar los tipos de ángulos en los que la medida de sus ángulos suma 180° (adyacentes, colaterales internos, etc.).

La segunda hoja de trabajo, consistía que acomodaran las paralelas como quisieran y se tomara la medida de los ángulos en una tabla proporcionada, realizando esta acción cuatro veces.

Resultados

Al inicio de la primera sesión, se valoraron los referentes previos sobre los conceptos de líneas paralelas y línea transversal, con lo que se verificó que los estudiantes tenían claro a qué se referían, ejemplificando con objetos de su entorno. Se entregaron las hojas con la actividad, que incluía la figura de los ángulos presentes en la construcción de GeoGebra. Se proyectó también una presentación en la que se nombraba los tipos de ángulos que se forman entre dos paralelas cortadas por una transversal, sin mencionar cuáles son sus características respecto a las medidas.

Cabe aclarar que, la información no se les dio de manera directa, pues antes de proporcionar la información, se les presentaba una imagen, y se les cuestionaba sobre sus referentes al respecto de palabras como adyacente, alterno, opuesto, entre otros. En esta primera sesión, los alumnos identificaron cuáles ángulos eran adyacentes, opuestos por el vértice, alternos internos, alternos externos, colaterales internos y colaterales externos.

Al término de la presentación de los ángulos formados entre dos rectas paralelas cortadas por una transversal, se cuestionó sobre quiénes tenían la posibilidad de descargar la construcción de GeoGebra que estaba disponible en la clase de Classroom creada para este fin, encontrando que 15 alumnos manifestaban haberlo hecho, pero habían tenido confusión sobre el archivo a descargar, por lo que al final sólo ocho estudiantes lo tuvieron descargado correctamente.

Se formaron 9 equipos, en donde los estudiantes que no contaban con celular se incluyeron a las actividades, así mismo se proporcionó un equipo de cómputo para que trabajaran. Se les explicó lo que realizarían en el archivo, en el que debían observar, manipular y ubicar los ángulos que se les presentaron, para contestar la hoja de trabajo que se les proporcionó como complemento a la construcción de GeoGebra. La actividad no se pudo concluir por falta de tiempo y por la dificultad que tuvieron los alumnos para manipular la construcción en sus celulares.

Para la segunda sesión no se formaron equipos, los alumnos pasaron a la computadora a manipular la construcción, para que, por medio de la proyección, vieran su comportamiento e identificaran cómo cambian y se relacionan las medidas de los diferentes tipos de ángulos que habían encontrado durante la sesión anterior.

Esta segunda sesión se comenzó con una retroalimentación sobre los tipos de ángulos que se formaban en dos rectas paralelas cortadas por una transversal, con la intención de que, al utilizar la construcción de GeoGebra y las hojas de trabajo, no hubiera confusión respecto a los cuestionamientos e instrucciones.

Después de la retroalimentación, se revisó la hoja de trabajo de la clase anterior, y se les proyectó el archivo de GeoGebra en el pizarrón para aquellos alumnos que no pudieran revisarlo en casa. Se pudo ver claramente que los alumnos podían relacionar muy bien los conceptos con lo que estaban visualizando, pues tenían que recordar lo que se vio la clase anterior para poder contestar la hoja de trabajo.

Figura 2. Segunda hoja de trabajo

1. Acomodar las paralelas como se desee, y tomar la medida de los ángulos en la fila 1.
2. Acomodar nuevamente las paralelas y tomar la medida de los ángulos en la fila 2.
3. Acomodar nuevamente las paralelas y tomar la medida de los ángulos en la fila 3.
4. Acomodar nuevamente las paralelas y tomar la medida de los ángulos en la fila 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1.								
2.								
3.								
4.								

5. Dibujar en la parte de atrás de la hoja dos rectas paralelas cortadas por una transversal y colorear los ángulos que siempre tienen la misma medida.

Elaboración propia

En la segunda hoja de trabajo (Figura 2), la intención era que los estudiantes, por medio de sus celulares, manipularan la construcción de GeoGebra que se les proporcionó a través de Classroom, pero debido a las dificultades que se presentaron, se decidió pasar a cuatro alumnos a la computadora con la que se contaba.

Utilizando el proyector, cada uno de los cuatro estudiantes, manipuló la construcción dejando un acomodo diferente, con lo que todos los estudiantes pudieron registrar en la tabla, la medida de los ángulos que se formaron.

Figura 3. Alumnos manipulando GeoGebra



Construcción propia

Es preciso mencionar que cuando el primer alumno acomodó las rectas a su criterio, todos los estudiantes anotaron en su correspondiente hoja la medida de los ángulos como se proyectaba. Pero cuando pasó el segundo estudiante y acomodó sus rectas, pudieron notar todos los estudiantes que la medida de los ángulos correspondía a cada uno de los ángulos vistos en la clase anterior, por lo que relacionaron los conceptos con el archivo que se les estaba presentando, así que, en este sentido, el haber estado trabajando con GeoGebra, contribuyó a relacionar y manipular lo que habían aprendido teóricamente y, sobre todo, con la visualización que estaban teniendo.

Posteriormente, se les indicó que, en la parte de atrás de la hoja, realizaran el último punto que se indicaba en las instrucciones, en donde se pudo observar que con la ayuda del programa

GeoGebra, pudieron identificar aquellos ángulos que tenían la misma medida a través del dibujo que ellos realizaron.

Conclusiones

Para exponer las reflexiones al respecto de esta implementación con el uso de GeoGebra, se ha tomado como referente el proceso de investigación-acción. En relación con la fase de planeación, se ha identificado que los tiempos establecidos inicialmente no fueron adecuadamente considerados y, por lo tanto, resultaron insuficientes. Este problema se vio agravado por la presencia de imprevistos que surgieron durante la ejecución de las actividades. En particular, se observó que en prácticamente todas las actividades se consumió más tiempo del que se había previsto inicialmente.

Uno de los factores principales que contribuyeron a estos retrasos fue la falta de conocimiento por parte de los estudiantes sobre cómo utilizar GeoGebra, una herramienta necesaria para llevar a cabo las tareas planteadas. Dado que los estudiantes no estaban familiarizados con esta herramienta, se vieron obligados a invertir un tiempo considerable en aprender a utilizarla adecuadamente.

La consecuencia directa de estos retrasos en la fase de planeación fue un desequilibrio en la programación de las actividades posteriores. Al requerir más tiempo del estimado inicialmente, afectó la ejecución de las etapas subsiguientes del proyecto.

En relación con la fase de acción, se ha encontrado que los estudiantes lograron comprender de manera efectiva las relaciones entre los ángulos formados por dos líneas paralelas cortadas por una transversal. Específicamente, en la segunda hoja de trabajo, se observó que los estudiantes podían fácilmente registrar por sí mismos las medidas de los ángulos a través del archivo de GeoGebra. Cada vez que movían las líneas paralelas, eran capaces de identificar los ángulos correspondientes mediante la imagen que se les proyectaba. Este hallazgo indica que los estudiantes fueron capaces de transferir exitosamente los conceptos teóricos aprendidos a la aplicación práctica utilizando el software GeoGebra. El hecho de que pudieran reconocer las medidas de los ángulos por sí mismos demostró su comprensión de las relaciones geométricas involucradas en el problema.

Sin embargo, se identificó un aspecto problemático en la implementación del proyecto. La intención inicial era que los estudiantes pudieran manipular el software utilizando sus propios teléfonos celulares. Lamentablemente, debido a fallas técnicas que les impedían descargar los archivos necesarios, se tuvo que recurrir a proyectar los archivos en la computadora y mostrarlos a los estudiantes. Esta solución alternativa impidió que los estudiantes interactuaran directamente con el software, limitando su capacidad de experimentar y explorar las relaciones de manera independiente.

Estas limitaciones técnicas en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, no permitieron aprovechar al máximo el potencial interactivo de la herramienta GeoGebra. A pesar de que lograron comprender los conceptos relacionados con los ángulos, su participación y su capacidad para experimentar directamente con el software se vieron restringidas.

Durante la fase de observación y recopilación de datos, se pudo evidenciar de manera clara que los estudiantes lograron notar y comprender las relaciones y diferencias existentes entre los ángulos formados por dos líneas paralelas cortadas por una transversal. Específicamente, esto se logró gracias al uso de los archivos de GeoGebra, con especial énfasis en el segundo archivo utilizado.

Los archivos de GeoGebra proporcionaron una representación visual y dinámica de la situación geométrica planteada, lo que permitió a los estudiantes visualizar claramente cómo los ángulos variaban cuando se movían las líneas paralelas. Esta capacidad de observar el cambio en los ángulos en tiempo real facilitó la comprensión de las relaciones geométricas involucradas.

Al utilizar el segundo archivo de GeoGebra, los estudiantes pudieron analizar detalladamente las medidas de los ángulos y compararlas entre sí. Esta comparación les permitió identificar patrones y diferencias notables en las medidas de los ángulos correspondientes, alternos internos, alternos externos, entre otros. A través de la visualización interactiva de los archivos de GeoGebra, los estudiantes pudieron apreciar las propiedades y regularidades geométricas inherentes a las configuraciones de las líneas paralelas y la transversal.

Esta experiencia de observación directa y recopilación de datos les brindó a los estudiantes una oportunidad única para desarrollar un conocimiento visual y conceptual sólido sobre las relaciones entre los ángulos en situaciones de paralelismo y transversales. Además, al permitirles explorar y manipular los elementos geométricos en los archivos de GeoGebra, se fomentó su participación y su capacidad para hacer descubrimientos por sí mismos.

En resumen, la fase de observación y recopilación de datos fue fundamental para que los estudiantes pudieran comprender y apreciar las relaciones y diferencias entre los ángulos formados por líneas paralelas cortadas por una transversal. El uso de los archivos de GeoGebra proporcionó una herramienta visual e interactiva que facilitó la exploración y el descubrimiento, permitiendo a los estudiantes desarrollar un sólido entendimiento de la geometría y las propiedades de los ángulos. Esta experiencia proporcionó una base sólida para el aprendizaje posterior y sentó las bases para el desarrollo de habilidades geométricas más avanzadas.

En futuros proyectos, es fundamental tomar en cuenta los imprevistos y las limitaciones del equipo de trabajo al planificar los tiempos. Asimismo, resulta esencial evaluar el nivel de conocimiento y habilidades de los participantes con respecto a las herramientas o tecnologías que se utilizarán en el proyecto. De esta manera, se podrá establecer una planificación más realista y precisa, lo que contribuirá a evitar retrasos y optimizar el desarrollo del proyecto en su totalidad.

Es esencial asegurar una adecuada preparación técnica y disponibilidad de recursos para que los estudiantes puedan utilizar las herramientas y aplicaciones de manera óptima. Esto incluye resolver cualquier problema de descarga de archivos o proporcionar alternativas para que los estudiantes puedan interactuar directamente con el software en sus propios dispositivos. De esta manera, se fomentará un aprendizaje más activo y participativo, lo que contribuirá a un mayor desarrollo de las habilidades geométricas y el dominio de las relaciones entre los ángulos.

Referencias

- Avecilla, F. B., Cárdenas, O. B., Barahona, B. V., & Ponce, B. H. (2015). GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 28(5).
- García, María del Mar (2011). Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir GeoGebra en el aula. Doctorado tesis, Universidad de Almería.
- García, Y., Marbán, M., y Arnal, M. (2020). Percepción de los estudiantes sobre el software GeoGebra en el estudio de la estadística en los grados de Educación. XXVIII Jornadas ASEPUMA - XVI, Encuentro Internacional Anuales de ASEPUMA n°28: A105
- ELLIOTT, J. (1993): El cambio educativo desde la investigación acción. Madrid. Morata.
- Godino, Juan & López, Francisco. (2002). Geometría y su didáctica para maestros.
- González-López, M. J. (2001). La gestión de la clase de geometría utilizando sistemas de geometría dinámica.
- Hernández, C., y Revilla, A. (2017). Utilización del GeoGebra en el primer año de carreras universitarias: Ejemplos y consideraciones didácticas. *Tecnología Educativa*, 2(1), 39-48
- Rogers, C. R. (1983). The politics of education. In *Freedom to Learn for the 80's*. Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Ruiz, N. (2013). Influencia del software de geometría dinámica GeoGebra en la formación inicial del profesorado de primaria. *Ciaem-iacme.org*. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://ciaem-iacme.org/memorias-icemacyc/46-414-1-DR-C.pdf>
- SEP. (2017). Plan y programas de estudio. Orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación. Aprendizajes clave para la educación integral. Matemáticas. Educación Secundaria. Secretaría de Educación Pública.
- Taylor, S. J., y Bogda, R. (1984). *Introduction to Qualitative Research Methods: The Search for Meanings*, 2e ed. New York: Wiley.

- Munarriz, B. (1992). "Técnicas y métodos en Investigación cualitativa." En *Metodología educativa I. Jornadas de Metodología de Investigación Educativa*, coordinado por Abalde Paz, Eduardo y Jesús Miguel Muñoz Cantero, 101-116. A Coruña: Universidade da Coruña, Servizo de Publicacions.
- Natale, M., y Papini, M. (2019). Producir geometría con GeoGebra. Una experiencia colaborativa en el nivel universitario. Argentina: Actas V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Plata.
- Valderrama, J., y Saldaña, M. (2020). Influencia del software GeoGebra en el rendimiento académico de los estudiantes del ciclo I de la EAPTurismo en el curso de Complemento Matemático-UNASAM, 2017-I. *Revista Pakamuros*, 8(2), 77-84
- Zenteno, F., Rivera, T., y Pariona, D. (2020). Tratamiento de las medidas de dispersión por medio del software GeoGebra. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 244-250